

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**Configuración del conocimiento profesional didáctico y  
pedagógico del profesor de ciencias para  
la enseñanza de la biotecnología**

**Robinson Roa Acosta**

**Director: Doctor Édgar Orlay Valbuena Ussa**

*Tesis presentada para optar al título de Doctor en Educación  
en la Universidad Pedagógica Nacional*

Bogotá, Colombia, 2016

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**Configuración del conocimiento profesional didáctico y  
pedagógico del profesor de ciencias para  
la enseñanza de la biotecnología**

**Robinson Roa Acosta**

**Director: Doctor Édgar Orlay Valbuena Ussa**

**Jurados: Dr. Alfonso Claret Zambrano  
Dr. Leonardo González Galli  
Dr. Gerardo Andrés Perafán**

Bogotá, Colombia, 2016



## AGRADECIMIENTOS

*Ante el hecho de lo que significa avanzar en la realización de una investigación, son varias las personas que han influido: amigos y/o académicos, mi familia.*

*Al profesor, amigo y tutor, Dr. Édgar Orlay Valbuena Ussa, por su significativa e invaluable enseñanza en mi formación como licenciado en biología y Doctor en Educación –aunque prefiero en didáctica y pedagogía-, por su confianza y experiencia como profesor investigador, por su amistad, le estoy muy agradecido.*

*A mis jurados de tesis Dr. Leonardo González Galli, Universidad de Buenos Aires; Dr. Alfonso Zambrano, Universidad del Valle; Dr. Gerardo Andrés Perafán Echeverry, Universidad Pedagógica Nacional, mis agradecimientos por sus observaciones, sugerencias, análisis y críticas profundas y constructivas al contenido de esta tesis de investigación que se presenta. A los doctores González Galli y Zambrano, les estoy muy agradecido por su acogida, acompañamiento, calidez y asesoría durante mis pasantías internacional y nacional, respectivamente. Mis agradecimientos al Dr. Perafán, por el seminario sobre el conocimiento específico del profesor, el cual me permitió abrir posibilidades de interpretación para avanzar en esta tesis.*

*A todos los profesores de los seminarios desarrollados durante mi formación doctoral, de la Universidad Francisco José de Caldas y Universidad Pedagógica Nacional, quienes dieron elementos teóricos y conceptuales clave para poder tomar postura respecto a algunos tópicos teóricos que resultan ser controvertidos, mi reconocimiento y agradecimiento por sus altos niveles profesionales.*

*Mis agradecimientos a los integrantes del grupo de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias por los espacios en los que se comparten y analizan elementos teóricos y conceptuales sobre el conocimiento, la investigación y la razón de la profesión del profesor, en los que se forman profesores investigadores.*

*Al grupo de colegas de la Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, que en las reuniones semanales de profesores ponen en tensión aspectos álgidos del campo de la educación en cuanto a las perspectivas de investigación, referentes teóricos y metodológicos, por su ánimo en la perspectiva de formar profesores investigadores.*

*Mis Agradecimientos a la profesora Edna Patricia López, directora del Departamento de Postgrados, por su apoyo administrativo en la Universidad Pedagógica Nacional para el reconocimiento de la subvención de la matrícula de doctorado por dos semestres.*


*Al grupo de estudio Fomento, espacio en el que cada mes se discuten los problemas de actualidad de la educación en cuanto a lo ideológico, político, económico, social y cultural, a todos su integrantes, en especial a Dino Segura, Clara Inés Chaparro y Sonia Martínez, mis agradecimientos por su espíritu de investigadores y por abordar la academia y la investigación en tiempo extracurricular.*

*A la profesora Nelfa Rincón, rectora del colegio San Carlos IED, mis agradecimientos por su apoyo en la organización de tiempos escolares para que pudiera cumplir con mis responsabilidades en el doctorado.*

*A mi familia, muchas gracias por todo su invaluable apoyo.*

*A mí amada Sandra por su afecto y amor, por su colaboración asidua en la corrección escritural de la tesis*




 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al Servicio</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código:</b> FOR020GIB	<b>Versión:</b> 01	
<b>Fecha de Aprobación:</b> 10-10-2012	<b>Página</b> 17 de 663	

<b>Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología
<b>Autor(es)</b>	Roa Acosta, Robinson
<b>Director</b>	Édgar Orlay Valbuena Ussa
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 663 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional, Doctorado
<b>Palabras Claves</b>	ENSEÑANZA DE LA BIOTECNOLOGÍA, CONFIGURACIÓN DEL CONOCIMIENTO, PROFESOR DE CIENCIAS, PROFESIÓN

<b>1. Descripción</b>
<p>Tesis de grado de doctorado en la que el autor diserta respecto a la configuración del conocimiento del profesor de ciencias alrededor de conceptos estructurantes tales como disciplina, campo y territorio, didáctica, pedagogía y educación, profesión y profesión del profesor, metaconocimiento –metadisciplinar-, biotecnología y educación en biotecnología.</p> <p>En general las conclusiones apuntan a que las <i>Ciencias Didácticas y Pedagógicas</i> pueden aportar a un mayor reconocimiento de sus objetos de estudio –enseñanza, aprendizaje, y otros derivados-, sujetos de investigación –profesores, estudiantes, ciudadanos- e investigadores con un conocimiento especializado devenido de sus propias investigaciones. Lo que tiene que ver con reconocimiento de una comunidad académica -profesores y/o investigadores- que en sí pueden entrar a debatir de manera mucho más cercana a referentes teóricos y conceptuales que redundan en la comprensión, interpretación y explicación de sus objetos y sujetos de estudio. Estas ciencias pueden conducir hacia una mayor identidad de los profesores y/o investigadores hacia su profesión, a la vez que favorecería tener más autonomía respecto a otros territorios académicos –Ciencias Sociales, Ciencias Humanas, Ciencia (s) de la Educación- y el territorio de Estado.</p> <p>Es indispensable pensar en la metadisciplinariedad, no solo de la biotecnología <i>per se</i> sino también en el metaconocimiento didáctico y pedagógico de la biotecnología en la formación de los futuros profesores de ciencias que ejercerán ya no en la teoría de la biotecnología sino en la teoría y práctica de su enseñanza.</p>

<b>2. Fuentes</b>
<p>Abell, S. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? <i>International Journal of Science Education</i>, 30 (10), August, 1405–1416.</p> <p>Abell, S. y Lederman, N. (Editors.). (2007). <i>Handbook of research on science education</i>.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD AL SERVICIO</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 18 de 663</b>	

Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Abrams, P. (1993). Analyzing biotech's past, present, and future, *Bio/Technology*, 11, 450-451.

Acevedo, J. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.

Acevedo, J. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 164-189.

Acevedo, J; Vázquez, Á; Martín, M; Oliva, J, Acevedo, P; Paixão, F y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 121-140.

Adúriz-Bravo, A e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (3).

Adúriz-Bravo, A e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, número especial 1, 40-49.

Adúriz-Bravo, A; Izquierdo, M y Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 465-476.

Adúriz-Bravo, A; Labarca, M; y Lombardi, O. (2014). Una noción de modelo útil para la formación del profesorado de química. En: Merino, C; Arellano, M; y Adúriz-Bravo, A. (Editores). *Avances en didáctica de la química: Modelos y lenguajes*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pp. 13-36.

Aguayo, C. (2007). *Las profesiones modernas: Dilemas del conocimiento y del poder*. Argentina: Espacio Editorial.

Aguilar, T. (2009). Biosemiótica, memética y arte transgénico. *Éndoxa: Series Filosóficas*, 23, 359-374.

Aliberas, J.; Gutiérrez, R. y M. Izquierdo (1989). La didáctica de las ciencias: Una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 227–280.

Almonacid, R. (2014). Colombia busca ser en 2025 líder mundial de biotecnología. En: <http://colombia-inn.com.co/colombia-busca-ser-en-2025-lider-mundial-de-biotecnologia/>

Altet, M; Paquay, L y Perrenoud, P. (2007). *La formación de profesionales de la*



enseñanza. España: Díada.

Álvarez-Villareal, L. (2009). Reseña de "Vigilar y castigar. El nacimiento de la prisión" de Michel Foucault. *Dikaion*, 23 (18) 363-367.

Andelique, C. M. (2011). La Didáctica de la Historia y la formación docente: ¿Qué profesor de historia necesitan las escuelas? *Clío & Asociados* (15) 56-269.

Aramendis R.H. (Editor). (1999). *Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas*. Organización de Estados Americanos. Colciencias. Bogotá, Colombia.

Arbeláez, E. (2013). Describiendo especies: un panorama de la Biodiversidad colombiana en el ámbito mundial. *Acta Biológica Colombiana*, 18 (1), 165–178.

Ariza, Y y Adúriz-Bravo, A. (2012). La “Nueva filosofía de la ciencia” y la “concepción semántica de las teorías científicas” en la didáctica de las ciencias naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática*, 2 (2), 81-92.

Artunduaga, R. (1999). Definiciones en el protocolo de bioseguridad y aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo. En: Aramendis, R. (Editor). *Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas*. OEA. Colciencias. Pp. 3-7.

Asprelli, M. (2011). *La didáctica en la formación docente*. Argentina: Ediciones HomoSapiens.

Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*. Sevilla: Díada Editora.

Atkinson, P. (2005) “Qualitative Research - Unity and Diversity”, Forum: Qualitative Social Research 6 (3). En: [www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-05/05-3-26-e.htm](http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-05/05-3-26-e.htm)

Ávila, R. (2002). Las relaciones entre la educación y la cultura en Pierre Bourdieu. *Revista Colombiana de Sociología*, 7 (1), 9-26.

Aycardi, E. (1986). Alcance, desarrollo y perspectivas de la Biotecnología en el país. Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 4 (4), 28-29.

Aziz, A; Tegegne, F; and Wiemers, R. (2009). Benefits of hands-on biotechnology training workshops for secondary school educators and college students. *Journal of Biotech Research*, 1, 72-79.

Aznar, V. (2000). ¿Qué conocemos sobre la Biotecnología? *Alambique Didáctica de la Ciencias Experimentales*, 25, 9-14.

Bachelard, G. (2009). *La filosofía del no. Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu*



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 20 de 663

*científico*. Buenos Aires-Madrid: Amorrortu Editores.

Bachelard, G. (2010). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.

Ball, S. (1994). (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata.

Ball, S. (1994). Presentación de Michael Foucault. En: Ball, S. *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata.

Banks, F; Leach, J y Moon, B. (2005). Extract from New understandings of teachers' pedagogic knowledg. *The Curriculum Journal*, 16 (3), 331–340.

Barahona, A. (2004). Ingeniería genética: Origen y desarrollo. En: Muñoz, J. (coordinador). *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*. México: Siglo XXI Editores. Pp 9-27.

Barco, Susana (1989). Estado actual de la pedagogía y la didáctica. *Revista Argentina de Educación. AGCE*. Año VII, 12.

Barrio, J y Fernández, J. (2007). La pedagogía urbana como experiencia educativa en adultos. *Pulso*, 30, 171-190.

Becher, T. (2001). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Berliner, D and Calfee, R. (Editor). (1996). *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan.

Bisang, R; Campi, M; y Cesa, V. (2009). *Biotecnología y desarrollo*. Colección Documentos de Proyectos CEPAL, Santiago de Chile.

Bloom, B; Hastings, J and Madaus, G. (Editors). (1971). *Handbook of formative and summative evaluation of student learning*. London: McGraw-Hill.

Bolaños, P; Pulido, M; García, Y y Roa, R. (2003). Investigaciones escolares de Biotecnología en educación media, una forma de integrar ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extra, 189-191.

Boone, H; Gartin, S; Boone, D and Hughes, J. (2006). Modernizing the agricultural education curriculum: An analysis of agricultural education teachers' attitudes, knowledge, and understanding of biotechnology. *Journal of Agricultural Education*, 47 (1), 78-89.

Borrás, J. (1836). *Diccionario Citador de Máximas, Proverbios, Frases Y Sentencias: Escogidas de Los Autores Clásicos Latinos, Francese, Inglese É Italianos*. Barcelona: Editorial Maxtor. En:

<http://books.google.com.co/books?id=qUkXAAAAYAAJ&pg=PA347&lpg=PA347&dq=similis+simili+gaudet&source=bl&ots=UJw4->



## FORMATO

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 21 de 663

[Bqw8&sig=bpQxGoelTuCZr6JPF64N8bHTjZo&hl=es&sa=X](#)

&ei=czHFU8CaDYbJsQS35ILYCg&ved=0CCKQ6AEwAjgK#v=onepage&q=similis%20simili%20gaudet&f=false

Bossolan, N; Da Silva and Beltramini, L. (2010). Continuing education in structural biology for science teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3145–3149.

Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y la reflexividad*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Braun, R and Moses, V. (2004). A public policy on biotechnology education: What might be relevant and effective? *Current Opinion in Biotechnology*, 15, 246–249.

Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 19-29.

Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. In: Biehler, R; Scholz, R; SträBer, R and Winkelman, B. (Editors). *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline: The state of the art*. Dordrecht: Kluwer Academic Pb. Pp 73-88.

Brousseau, G. (1993). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. En Sánchez,

E. y Zubieta, G. (comps.) *Lecturas en didáctica de las matemáticas* (págs. 1-67). DME Cinvestav-IPN, México. Original en *Recherches en Didactique des Mathématiques*. (1986), 7 (2), 33-115.

Brown, D; Kemp, M and Hall, J. (1998). On teaching biotechnology in Kentucky. *Journal of Industrial Teacher Education*, 35 (4), 44-60.

Bud R (2003). History of biotechnology. *Encyclopaedia of life sciences. Nature*, 1-6.

Bud R. (1993). *The Uses of Life: A History of Biotechnology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bud, R. (1989a): History of biotechnology. *Nature* (London), 387, 10.

Bud, R. (1989b). Janus-faced biotechnology: an historical perspective. *TIBTECH*, 7, 230–233

Bud, R. (1991). Biotechnology in the twentieth century. *Social Studies of Science*, 21 (3), 415-457.

Buitrago, G, *et al.* (2007). La biotecnología: “un juguete” preferido en la educación, una visión de Grupo de investigación Bio-educación. *Revista Colombiana de Biotecnología*, IX (2), 72-78.

- Bunge, M. (1968). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Bustamante, G. (2013). De una ambigüedad (productiva) en el concepto de 'campo'. En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía*. Nro 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 13-38.
- Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J. (2006). Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en ciencia y tecnología. El caso de la biotecnología. *Revista Eureka*, 3 (3), 349-368.
- Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J. (2005). Controversias y dilemas en el aula. El caso de la biotecnología. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra.
- Calvo, F. (2009-2010). La ciencia y la didáctica de la geografía: investigación geográfica y enseñanza escolar. *Cuestiones Pedagógicas*, 20, 269-282.
- Camelo, L; García, Y; y Roa, R. (2009). Propuestas desarrolladas en la enseñanza de la biotecnología en Bogotá: recopilación de resultados. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extraordinario. 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 613-617
- Camilloni, A. (1994). Epistemología de la didáctica de las ciencias sociales. En: Aisenberg, B. y Alderoqui S. (compiladora). *Didáctica de las Ciencias Sociales. Aportes y Reflexiones*. Buenos Aires. Paidós.
- Camilloni, A. (1997). De herencias, deudas y legados. Una introducción a las corrientes actuales de la didáctica. En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 17-39.
- Camilloni, A. (1998), El sujeto en el discurso didáctico. *Revista Praxis Educativa*, 3 (3), 27-32.
- Camilloni, A. (2008). El sujeto del discurso didáctico. En Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 61-70.
- Camilloni, A. (2008). Los profesores y el saber didáctico. En: Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 41-60.
- Camilloni, A; Cols, E; Basabe, L; y Feeney, S. (2008). *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós.
- Cano, C. (2009). La dominación alimentaria de la política monetaria, biotecnología y política de tierras. *Borradores de economía*, 568, 1-17.
- Cantera, J. (2005). *Diccionario Akal del Refranero latino*. España: Ediciones Akal, S.A. En: <http://books.google.com.co/books?id=xll5lkkwNI0C&pg=PA218&lpg=PA218&dq=similis+si>

mili+gaudet+significato&source=bl&ots=IGi86iCxW6&sig=\_5rGhpEnC99gKEmeq9UGssNOjio&hl=es&sa=X&ei=WC\_FU\_XJBqblsASun4DoCg&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q=similis%20simili%20gaudet%20significato&f=false

Caro, M. (2008). Biotecnología aplicada Un logro del Grupo BIOSEC. *Revista Colombiana de Biotecnología*, X (2), 129-132.

Castellanos, O; Jiménez, C y Montañez, V. (2006). Generación de política pública en biotecnología a partir de un modelo de inteligencia tecnológica. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*. Bogotá: OEI - AECI

Castellanos, O; Salcedo, L y Grevechova, R. (1996). Importancia del factor educacional en el desarrollo sostenido de la Biotecnología. *Revista Estudios en Pedagogía*, 9 (2), 50-65.

Castiel, L y Sanz, J. (2006). Pruebas genéticas predictivas y percepción de riesgo. Apuntes para la comunicación pública de contenidos sobre biotecnología. *Salud Colectiva*, 2 (2), 161-172.

Cepal y Caf (2003). *Posibilidades de la biotecnología para el uso sostenible de los recursos de biodiversidad en la región andina: recomendaciones y directrices estratégicas*. Santiago, Chile. Caracas, Venezuela.

Chabalengula, VM; Mumba, F and Chitiyo, J. (2011). American elementary education preservice teachers' attitudes towards biotechnology processes. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (4), 341-357.

Chan, S and Lui, C. (2002). Teachers' perception of biotechnology and its implication on science curriculum development. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development*, 5 (1), 139-166.

Charlier, E. (2012). Cómo formar maestro profesionales. Por una formación continua vinculada con la práctica. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 139-3169.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1989). On didactic transposition theory: Some introductory notes. Paper presented at the International symposium on selected domains of research and development in mathematics education, proceedings pp. 51-62, Bratislava, Slovakia. En: [http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=122](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=122)

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Chinn, P. (2012). Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors).

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 24 de 663

*Second International Handbook of Science Education. Springer. Pp 323-334.*

Clandinin, D. (1985). Personal Practical Knowledge: A Study of Teachers' Classroom Images. *Curriculum Inquiry*, 15 (4), 361-385.

Clark, C y Peterson, P. (1997). Procesos de pensamiento de los profesores. En: Wittrock, M. (Editor). *La investigación de la enseñanza III. Enfoques, teorías y métodos*. España: Ediciones Paidós Ibérica. Pp. 443-539.

Claros, G. (2003). Aproximación histórica a la biología molecular a través de sus protagonistas, los conceptos y la terminología fundamental. *Revista Panace@*, 4 (12), 168-179.

Clive, J. (2014). *Estado global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2014*. ISAAA. En: [http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech\\_booklets/top\\_10\\_facts/download/Top%2010%20Facts%20Booklet.pdf](http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_booklets/top_10_facts/download/Top%2010%20Facts%20Booklet.pdf)

Cochran-Smith, M y Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24, 249-305.

Cochran-Smith, M; Feiman-Nemser, S and McIntyre, D. (Editors). (2008). *Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts* (3rd ed.). New York: Routledge.

Coffey, A y Atkinson, P. (2003). *Encontrar sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Colciencias. (2008). *La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015*. Bogotá, Colombia.

Coleman, W. (2002). *La biología del siglo XIX. Problemas de forma, función y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica.

Colom, A y Sureda, J. (1989). El entorno social de la Pedagogía Ambiental. *Educación i Cultura: Revista Mallorquina de Pedagogía*, 7, 195-223.


Cols, E. (2008). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En: Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 71-124.

Comenio, A. (2010). *Didáctica magna*. Argentina, México: Editorial Porrúa.

Contreras, J (2001). *La autonomía del profesorado*. Madrid: Morata.

Contreras, J. (1996). Teoría y práctica docente. *Cuadernos de Pedagogía*, 253, 92-99.

Cuauhtli, H. (1962). *Manual de historia de la educación*. México

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIZANDO EL TERAPISTAS</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 25 de 663</b>	

Cura, R. (2011). La filosofía educativa de Juan Luis Vives. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Argentina, Facultad de Filosofía y Letras. En: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/filosofia-educativa-juan-luis-vives.pdf>

Darçin, E and Güven, T. (2008). Development of an attitude measure oriented to biotechnology for the pre-service science teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 5 (3), 72-81.

Darçin, E and Türkmen, L. (2006). A study of prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues. *Asi-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7 (2).

Darçin, E. (2011). Turkish pre-service science teachers' knowledge and attitude towards application areas of biotechnology. *Scientific Research and Essays*, 6 (5), 1013-1019.

DaSilva, E. (2004). Art, biotechnology and the culture of peace. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (2), 130-166.

Davini M. (2004). Conflictos en la evolución de la didáctica. La demarcación entre la didáctica general y las didácticas especiales. En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp. 41-73.

Dawson, V and Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes, *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12.

Dawson, V and Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12.

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37, 59–73.

Dawson, V and Venville, G. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: an indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31 (11), 1421–1445.

De Longhi, A. (2001). ¿Cuáles son los principales cambios en la didáctica de la biología en los últimos años? Memorias: *V Jornadas Nacionales de Biología*. Misiones. Argentina, 75-80.

De Zubiria, M y De Zubiria, J. (1986). *Fundamentos de pedagogía conceptual*. Bogotá: Editorial Presencia.

Delval, J. (1991). *Los fines de la educación*. Madrid: Siglo XXI.

Denzin, N y Lincoln, Y. (1994). "Introduction: Entering the Field of Qualitative Research" En

Denzin, N y Lincoln (editors). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage. [Traducido por Mario E. Perrone].

Díaz, A. (2005). *Bio... ¿Qué? Biotecnología, el futuro llegó hace rato*. Argentina: Siglo XXI. Editores Argentina S.A. y Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Díaz, A. (2010). *La revolución silenciosa. Biotecnología y vida cotidiana*. Buenos Aires: Capital Intelectual.

Díaz-Barriga, Á. (1988). La formación del pedagogo. Un acercamiento al tratamiento de los temas didácticos en el plan de estudios. *Revista cuadernos del CESU*, 9, 11-21.

Díaz-Barriga, Á. (1995). *Didáctica, aportes para una polémica*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A.

Díaz-Barriga, Á. (1998). La investigación en el campo de la didáctica. Modelos históricos. *Perfiles Educativos*, 80, 1-23.

Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. España: Biblioteca Buridán.

Dilthey, W. (1965). *Historia de la pedagogía*. Buenos Aires: Losada.

Dori, Y; Tal, R and Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies –Can we improve higher order thinking skills of nonscience majors? *Science Education*, 87 (6), 767-793.

Duarte, P; Noguera, A y Martínez, M. (2012). Prácticas innovadoras para la incorporación de la enseñanza de la biotecnología en el aula. Memorias: *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 989-992.

Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (1), 3-15.

Dunham, T; Wells, J and White, K. (2002). Biotechnology education: a multiple instructional strategies approach. *Journal of Technology Education*, 14 (1), 65-81.

Eco, U. (2001). *Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Edelstein, G. (1996). "Un capítulo pendiente: el método en el debate didáctico contemporáneo" En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 75–90.

Edmondston, J; Dawson, V and Schibeci, R. (2010). Undergraduate biotechnology



students views of science communication. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2451–2474.

Elbaz, F. (1981). The Teacher's "Practical Knowledge": Report of a Case Study. *Curriculum Inquiry*, 11 (1), 43-71.

Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanauskas, V; Uşak, M and Prokop, P. (2012). Assessment of preservice teachers' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A cross-cultural comparison. *Journal of Baltic Science Education*, 11 (1), 78-93.

Erdoğan, M; Özel, M; Uşak, M and Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university student biotechnology attitude. *Journal of Science Education and Technology*, 18 (3), 255- 264.

Ereky, K. (1918b). Biotechnológia. *MMÉE Közlöny, Budapest*, 52 (41), 337–339.

Espinet, M; Izquierdo, M and Garcia-Pujol, C. (2013). Can a Spanish science education journal become international? the case of Enseñanza de las Ciencias. *Cultural Studies of Science Education*, 10 (4), 1017-1031.

Estany, A e Izquierdo, M. (2001). Didactología: una ciencia de diseño. *Éndoxa*, 14, 13-33.

Falk, H; Brill, G and Yarden, A. (2008). Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1841-1866.

Fári, M and Kralovánszky, U. (2006). The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky. *International Journal of Horticultural Science*, 12 (1), 9–12.

Fenstermacher, G. (1994). The Knower and the Known: The Nature of Knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education*, 3-56.

Fernández, J. (2001). Elementos que consolidan al concepto profesión. Notas para su reflexión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3 (1), 23-39.

Fernández, Pérez. M. (2000). *La profesionalización del docente. Perfeccionamiento, investigación en el aula, análisis de la práctica*. México: Siglo Veintiuno Editores.

Ferrández, A. (1990). Didáctica general y didácticas especiales. *Educar*, 17, 9-36.

Feyerabend, P. (2008). *Adiós a la razón*. Madrid: Editorial Tecnos.

Feyerabend, P. (2010). *Tratado contra el método*. Madrid: Editorial Tecnos.

Finol De Navarro, T y Nava De Villalobos, H. (1996). *Procesos y Productos de la Investigación Documental*. Venezuela: Editorial de La Universidad del Zulia.

Firdaus-Raih, M, et al. (2005). A nationwide biotechnology outreach and awareness program for Malaysian high schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 8 (1), 9-15.

Fischer, H; Borowski, A and Tepner, O. (2012). Professional Knowledge of Science

Teachers. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors). *Second International Handbook of Science Education*. Springer. Pp 435-448.

Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

Flores, R. (2013). Diálogos entre la pedagogía y la educación ambiental. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 7 (1), 95-107.

Fonseca, M; Costa, P; Lencastre, L and Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teaching and Teacher Education*, 28, 368-381.

Foucault, M. (2008). *Nacimiento de la biopolítica*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Foucault, M. (1975). *El orden del discurso*. Barcelona: Tusquets.

Foucault, M. (2002). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Argentina: Siglo XXI editores.

Foucault, M. (2010a). *La arqueología del saber*. México: Siglo XXI Editores.

Foucault, M. (2010b). *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*. México: Siglo XXI Editores

Fourez, G. (2006). *La construcción del conocimiento científico. Sociología y ética de la ciencia*. Madrid: Narcéa.

France B and Bay, J. (2010). Questions students ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom. *International Journal of Science Education*, 32 (2), 173–194.

France, B. (2000). Biotechnology teaching models: What is their role in technology education? *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1027- 1039.

France, V. (2007). Location, location, location: Positioning biotechnology education for the 21st century. *Studies in Science Education*, 43, 88- 122.

Fraser, B, and Tobin, K. (Editors). (1998). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors). (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Springer.

Freidson, E. (2001). La teoría de las profesiones estado de arte. *Perfiles Educativo*, 23, (093), 28-43.

Freinet, C. (2001). *Pedagogía y emancipación*. Barcelona: Laia.

Freire, P. (1989). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI Editores

Fukuyama, F. (2003). *El fin del hombre. Consecuencias de la revolución biotecnológica*. Barcelona, España: Ediciones B.

Gabel, D. (Editors). (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: MacMillan Pub Co.

Galagovsky, L. (2010). ¿Por qué didáctica de la ciencias naturales? En Galagovsky, L. (Coordinadora). *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires Argentina: Lugar Editorial. Pp. 203-210.

García, E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada Editores.

García-Carmona, A. (2009). Investigaciones en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3 (2), 369-375.

Garriz, A and Velázquez, P. (2009). Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer s conceptual profile. *Proceedings of the NARST Annual Meeting*, 1-18.

Garriz, A; Daza, S y Lorenzo, M. (2015). Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana. *Educación Química*, 26 (1), 66-70.

Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18/1 (52), 7-33.

Gelamdin, R; Alias, N and Attaran, M. (2013). Students' and teachers' perspectives on biotechnology education: A Review On Publications In Selected Journals. *Life Science Journal*, 10 (1), 1210-1221.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. In: Gess-Newsome, S. and Lederman, N. (Editors.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. Pp. 3-17.

Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Editors). (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Giere, R. (1992). *La explicación en la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Gil, D. (1982). El profesorado y la investigación educativa. *Primeras jornadas de investigación didáctica en física y química*. Valencia: ICE, 537-540.

Gil, D. (1993). (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias:

realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154-164.

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.

Gil-Pérez, D; Carrascosa, J y Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista de Educación y Pedagogía*, 11 (25), 13– 65.

Gil-Pérez, D; Carrascosa, J y Martínez, F. (2000). La didáctica de las ciencias. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, F; y Cañal, P. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil. Pp. 11-34.

Godino, J. (1991). Hacia una teoría de la didáctica de la matemática. En: Gutiérrez, A. (Editor). *Área de Conocimiento: Didáctica de la Matemática*. Madrid: Editorial Síntesis. Pp. 105-148.

Godoy, O. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. En: *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*. Pp. 15-34.

Gómez, M. (2005). La transposición didáctica: Historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 83-115.

Gómez, M. (2013). La didáctica de la filosofía y del filosofar en Francia (1989- 2012) Balance documental o «estado » de la cuestión. *Praxis & Saber*, 4 (7), 67-102.

Grevehova, R; Salcedo, L y Cárdenas, F. (1995). Biotecnología y educación básica. *Actualidad Educativa*, 2 (7), 35-40.

Grossman, P; Wilson, S. y Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2), 1-25.

Guba, E. y Lincoln, Y. (1994) “Competing paradigms in qualitative Research” en Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (eds.). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage Publications. Traducción: Mario E. Perrone.

Hacker, D; Dunlosky, J and Graesser, A. (Editors). (2009). *Handbook of metacognition in education*. New York: Routledge.

Hark, a (2008). Crossing over: An undergraduate service learning project that connects to biotechnology education in secondary schools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36 (2), 159–65.

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 31 de 663

Harres, J y Porlán, R. (1999). La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 39, 17-26.

Hashweh, M. (1985). *An exploratory study of teacher knowledge and teaching: the effects of science teachers' knowledge of their subject matter and their conceptions of learning on their teaching*. Unpublished doctoral dissertation, Stanford Graduate School of Education, Stanford, CA.

Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11 (3), 273–292.

Hernández, E. (2008). Bioinformática: una oportunidad y un desafío. *Revista Colombiana de Biotecnología*, X (1), 132-138.

Hernández, J. (2005). El poder de la vida. Formas biopolíticas de la racionalidad. En: Ugarte, J. *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp 13-42.

Herskovic, S. (2002). Academic manpower training policy in Israel in the area of biotechnology. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5 (2), 14.

Ho, M-W. (2001). *Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?* Barcelona, España. Editorial Gedisa.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541–566.

Hoskin, K. (2004). Foucault a examen. El critoteórico de la educación desenmascarado. En: Ball, S. (1994). (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. 33-57.

Höttecke, D; Henke, A and Riess, F. (2012). Implementing history and philosophy in science teaching: Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST project. *Science & Education*, 21 (9), 1233-1261.

Ibarra, O. (2005). Tensiones y distensiones en la formación de maestros. *Memorias: III Encuentro Internacional: El Conocimiento que Educa*. OREAL/ UNESCO. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 5-13.

Ibarra, O. (2010). *Ser de maestro en Colombia: de oficio a profesión. Perspectiva histórica, social y pedagógica der las transformaciones de la actividad educadora en nuestro país*. Colombia: Fondo Editorial. Universidad Pedagógica Nacional.

İncekara, S and Tuna, F. (2011). An overview of biotechnology in Turkish secondary schools: a student's perspective on health and environmental issues. *European Journal of*



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 32 de 663

*Educational Studies*, 3 (1), 123-133.

Jacob, F. (1976). Biología molecular: la próxima etapa. En: Jacob, F, *et al. Biología molecular. Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 45-51.

Jalil A; Ocelli, M y Acevedo, C. (2010). Conocimientos sobre biotecnología en alumnos de profesorado en ciencias biológicas de la provincia de Córdoba. Memorias: *IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Argentina*, 1-2.

Jenkins, R. (1998). Biotechnology education. *Biochemical Education*, 26, 299-300.

Jiménez, Aleixandre. (2001). Comunidades de producción de conocimientos en clase de biología. Memorias: *V Jornadas Nacionales de Biología*. Misiones. Argentina, 19-25.

Juanola, R. (2011). La investigación didáctica: hacia la interdisciplinariedad y la cooperación. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 233-262.

Kant, I. (2008). *Sobre pedagogía*. Argentina: Editorial Universidad Nacional de Córdoba. Encuentro Grupo Editor.

Kidman, G and Hoban, G. (2009). Biotechnology learnings using 'claymation' and 'slowmation'. *NARST Grand Challenges and Great Opportunities in Science Education*, 1-6.

Kidman, G. (2007). Biotechnology education: Topics of interest to students and teachers. *The World Conference on Science and Technology Education, 8 to 12 July, Perth, Australia*.

Kidman, G. (2008). Asking students: What key ideas would make classroom biology interesting? *Teaching Science*, 54 (2), 34-38.

Kidman, G. (2009). Attitudes and interests towards biotechnology: The mismatch between students and teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 5 (2), 135-143.

Kidman, G. (2010). What is an interesting curriculum for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40 (3), 353-373.

Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45 (2), 169-204.

Klopfer, L. (1983). Research and the crisis in science education. *Science Education*, 67 (3), 283-84.

Kramkowska, M; Grzelak, T and Czyżewska, K. (2013). Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 20 (3), 413-419

Kuhn, T. (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de la Cultura

Económica.

Kwon, H and Chang, M. (2009). Technology teachers' beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35 (1), 67-75.

Kwon, H and Chang, M. (2009). Technology teachers' beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35 (1), 67-75.

Labastida, J. (2006). Prologo. El problema del concepto. En: González, P y Roitman, M. (Coordinadores). *La formación de conceptos en ciencias y humanidades*. México: Siglo XXI Editores.

Lamanauskas, V and Makarskaitė-Petkevičienė, R. (2008). Lithuanian University students' knowledge of biotechnology and their attitudes to the taught subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4 (3), 269-277.

Latour, B y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.

Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Lederman, N and Lederman, J. (2015). The Status of Preservice Science Teacher Education: A Global Perspective. *Journal of Science Teacher Education*, 26, 1-6.

Lederman, N. and Abell, S. (Editors). (2014). *Handbook of research on science education*, New York, NY: Routledge.

Lemkow, L. (2000). La sociedad ante los riesgos biotecnológicos. *Revista Sostenible*, (2), 31-43.

Lemm, V. (2005). El umbral biológico de la política moderna: Nietzsche, Foucault y la cuestión de la vida animal. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 115-131.

Leslie, G and Schibeci, R. (2006). Teaching about designer babies & genetically modified foods: Encouraging the teaching of biotechnology in secondary schools. *The American Biology Teacher*, 68 (7), 98-103.

Leslie, G and Schibeci, R. (2006). Teaching about designer babies & genetically modified foods: Encouraging the teaching of biotechnology in secondary schools. *The American Biology Teacher*, 68 (7), 98-103.

Lewis, J, et al. (2002). Biotechnology apprenticeship for secondary-level students: teaching advanced cell culture techniques for research. *Cell Biology Education*, 1, 26-42.

Litwin E. (1994). La investigación en el campo de la didáctica. *Educacion*, 11 (4), 199-206.

Litwin, E. (2004). El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda. En:

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 34 de 663

Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 91-.115.

Litwin, E. (2012). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*. Buenos Aires: Paidós

Lombardi, O. (2010). Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. En: Galagovsky, L. (Coordinadora). *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos*. Argentina: Lugar Editorial. Pp. 83-94.

López, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 65-74.

López, S. (2009). La política del querer vivir. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 167-177.

Loughran, J; Berry, A and Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam, Boston, Taipei: Sense Publishers.

Loughran, J; Hamilton, M; LaBoskey, V and Russell, T. (Editors). (2004). *International handbook of self-study of teaching and teacher education practices*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Madden, D. 2005. The English patient Biotechnology education in the UK. En: Csermely, P., Korcsmáros, T., Lederman, L. *Science Education: Best Practices of Research Training for Students under 21*. Pp. 47: 143-152.

Maesele, P. (2009). NGOs and GMOs. A case study in alternative science communication. *Javnost-The Public*, 16 (4), 55-72.

Maestre, A. (2009). Una reflexión sobre la pedagogía crítica. *Revista Innovación y experiencias Educativas*, 14, 1-16.

Malajovich, M. (2012). *Biotecnología*. Buenos Aires, Argentina. Editorial. Universidad Nacional de Quilmes.

Marcelo, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona, España. Ediciones Ceac.


Marcelo, C. (2002). Los profesores como trabajadores del conocimiento. Certidumbres y desafíos para una formación a lo largo de la vida. *Educación*, 30, 27-56.

Marín-Díaz, D y Noguera, C. (2011). Educar es gobernar. En: Cortés, R y Marín-Díaz, D. (Compiladoras). *Gubernamentalidad y educación. Discusiones contemporáneas*. Bogotá, Colombia: IDEP. Pp. 127-151.

Marshall, J. (1994). Foucault y la investigación educativa. En: Ball. (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. 15-32.

Martín Del Pozo, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del*



 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD Y TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 35 de 663</b>	

*profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.*

Martín, I and Meghani, Z. (2008). Beyond risk. A more realistic risk–benefit analysis of agricultural biotechnologies. *EMBO reports*, 9 (4), 302-306.

Martínez Terrades, S. (1998). *La didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. Génesis, estado actual y perspectivas.* Tesis doctoral. Universitat de Valencia.

Martínez, A. (1990). “Una mirada arqueológica de la pedagogía”. *Pedagogía y Saberes*, 1, 7-17.

Martínez, A. (1990a). La enseñanza como posibilidad del pensamiento. En: *Pedagogía, discurso y poder.* Bogotá, Colombia: Coprodic.

Martínez, A. (2004). *De la escuela expansiva a la escuela competitiva. Dos modos de modernización en América Latina.* Bogotá, Colombia: Editorial Anthropos, Convenio Andrés Bello.

Martínez, A. (2013). Lecciones para diferenciar: conceptos, historias y debates. En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía.* Numero 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 39-66.

Martínez, C y Valbuena, E. (Compiladores). (2013). Prólogo. En: *Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y el conocimiento escolar.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Pp. 13-15.

Mascarenhans, D. (1997). Sustaining biotechnology education initiatives. *Nature Biotechnology*, 15, 850.


Mayr, E. (2006). *Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica.* Buenos Aires, Argentina: Katz Ediciones.

McInerney, J. (1990). *Teaching Biotechnology in School. Science and Technology Education.* Document Series N°. 39. Unesco-IUBS

Meinardi, E. (2001). Estado actual del conocimiento en la didáctica de la biología. *Memorias: V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología, Misiones, Argentina*, 83-90

Meinardi, E. (2012). Estado actual del conocimiento en la didáctica de la biología: qué es lo específico de la didáctica y lo específico de la biología. En: Zambrano, C; y Uribe, C. (Compiladores). *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula.* Pp. 109-131.

Mellado, V y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD Y TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 36 de 663</b>	

didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 331-339.

Mellado, V y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: Perales, F y Cañal, P. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. España: Editorial Marfil. Pp. 525-555.

Melo, C; Mondragón; Wilches, F; Valbuena, E; Bolaños, P; Celis, L. (2005). Desarrollo de proyectos escolares en biotecnología. Propuesta de trabajo para la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en el nivel de educación media. En: [www.colciencias.gov.co/sisbiosis/foros](http://www.colciencias.gov.co/sisbiosis/foros)

[virtuales.htm](#)

Mendiola, I. (2006). *El jardín biotecnológico. Tecnociencia, transgénicos y biopolítica*. Madrid: Catarata.

Mendiola, I. (2009). La bio(tanato)política moderna y la producción de disponibilidad. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 33-69.

Mendiola, I. (2009). La biopolítica como un pensar fronterizo. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 7-29.

Mercè, I. (2014). Pasado y presente de la química: su función didáctica. En: Merino, C; Arellano, M; y Adúriz-Bravo, A. (Editores). *Avances en didáctica de la química: Modelos y lenguajes*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pp. 13-36.

Mignolo, W. (2009). Regeneración y reciclaje: descolonizar la ciencia y la bio-tecnología para liberar la vida. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 181-199.

Miguelés, M; Auch, M; Corfield, M; Sattler, S; Tarulli, G; Viñas, F y Gobo, M. (2011). Las didácticas en los profesorados...especificidades que se construyen. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 43, 97 – 127.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia (MADS –PNUD). (2014). *V Informe nacional de biodiversidad ante el convenio de biodiversidad biológica*.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Colombia. Serie Guías 7.

Miron, C; Cabo, J; Hernández y Cotrinas, J. (2007). La presencia de la biotecnología dentro y fuera de la escuela. Primeros resultados de un estudio diagnóstico. *Publicaciones*, 37, 89-108.

Monod, J. (1976). Las fronteras de la biología. En: Jacob, F, *et al. Biología molecular*.

*Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 29- 43.

Monod, J. (2000). *El azar y la necesidad. Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna*. España: Tusquets Editores.

Montero, L. (2001). *La construcción del conocimiento profesional docente*. Argentina: HomoSapiens Ediciones.

Montgomery, B. (2003). Teaching the principles of biotechnology transfer: A service-learning approach. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6 (1), 13-15.

Montgomery, B. (2004). Teaching the nature of biotechnology using service-learning instruction. *BEE-j*, 4, 1-12.

Mora, G (2010). Prologo. En: Comenio, A. (2010). *Didáctica magna*. Argentina, México: Editorial Porrúa. Pp. IV-XXXVIII.

Morata, T. (2014). Pedagogía Social Comunitaria: un modelo de intervención socioeducativa integral. *Educación Social. Revista de Intervención Socioeducativa*, 57, 13-32.

Moreland, J; Jones, A and Cowie, B. (2006). Developing pedagogical content knowledge for the new sciences: The example of biotechnology. *Teaching Education*, 17 (2), 143–155.

Moreno, E. (1995). ¿Educación Ambiental o Pedagogía Ambiental? *Pedagogía y saberes*, 7, 18-21.

Moreno, G. (2003). *Cómo investigar. Técnicas documentales y de campo*. México. Ederë.

Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos.

Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.

Moses, V. (2003). Biotechnology education in Europe. *Journal of Commercial Biotechnology*, 9 (3), 219–230.

Mujica, H y Reyes, C. (2007). Percepción y educación sobre la biotecnología en las Escuelas agropecuarias del estado Yaracuy. *Educare*, 11 (1), 1-7.

Munby, H y Russell, T. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En: *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.

Municio, A. (2004). Perspectiva histórica de la bioquímica. *Arbor*, CLXXIX (706), 341-364.

Murillo, S. (2012). *Prácticas científicas y procesos sociales. Una genealogía de las relaciones entre ciencias naturales, ciencias sociales y tecnologías*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Biblos.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 38 de 663

Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre diversidad biológica*. En: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Nader, R. (2005). *Cultural impacts on public perceptions of agricultural biotechnology: a comparison of south korea and the united states*. Tesis de doctoral inédita. Texas A&M University.

Nájera, E (2008). Esbozos para una pedagogía urbana pertinente a los desarrollos educativos en las ciudades. *Revista Latinoamericana Polis*, 20, 1-11.

Narasimharao, B. (2009). Need for new trends in biotechnology education and training. *Asian Biotechnology and Development Review*, 11 (2), 89-114.

Narasimharao, B. (2010). Biotechnology education and societal demands: Challenges faced by biotechnology and human resources development. *Social Responsibility Journal*, 6 (1), 72-90.

Nérici, I. (1985). *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.

Nezvalová, D. (2011). Researching science teacher pedagogical content knowledge. *Problems of education in the 21st century*, 35, 104-118.

Nietzsche, F. (2005). *Ecce Homo. Cómo se llega a ser lo que se es*. México: Grupo Editorial Tomo, S.A.

Nietzsche, F. (2009). *Sobre el porvenir de nuestras escuelas*. Barcelona: Tusquets Editores.

Nietzsche, F. (2010). *Schopenhauer educador*. Madrid: Biblioteca Nueva.


Noguera, C. (2012). *El gobierno pedagógico. Del arte de educar a las tradiciones pedagógicas*. Bogotá: Siglo del Hombre.

Nunez, J. (2012). Fronteras del saber científico: reflexión epistemológica sobre las investigaciones fundamentales y praxeológicas en las ciencias de la educación en torno al trabajo docente. *Redes de conocimiento: Génesis de enlaces y modalidades interdisciplinarias de cooperación social y científica*, 1(4), 13-26.

Ocelli, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: Aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológico*, 27 (7), 9-13.

Ocelli, M and Vázquez-Abad, J. (2010). Teacher training through the solution of a biotechnological problem in a computer supported collaborative learning environment. *VESC*, 1 (1), 51-63.

Ocelli, M y Valeiras, N. (2009). Un modelo didáctico para la enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria integrando tecnologías de la información y la comunicación. *Jornadas sobre investigación en educación a distancia y nuevas*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD Y TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 39 de 663</b>	

*tecnologías en la UNC, 1-5.*

Ocelli, M y Valeiras, N. (2010). La biotecnología y el curriculum de la escuela secundaria Argentina. *Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 1-2.

Ocelli, M. (2012). Estrategias de enseñanza vinculadas a la biotecnología. *Memorias X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 1992-1993.

Ocelli, M; García, L y Masullo, M. (2012). Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *VESC*, 3 (5), 53-72.

Ocelli, M; Vilar, M y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 227-242.

Oliveira, R y Da Silva, A. (2011). A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8.

Orozco, L y Carrizosa, M. (2004). Indicadores en biotecnología. Colombia. En: Orozco, L. y Chaves, F (Editores). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT. Pp. 49-83.

Orozco, L. y Chaves, F (Editores). (2004). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT.

Ortega, P. (2009). La pedagogía crítica: reflexiones en torno a sus prácticas y sus desafíos. *Pedagogía y Saberes*, 31, 26-34

Osseweijer, P. (2004). Campañas institucionales sobre Biotecnologías en Europa: ¿Funcionan? *Quark*, 33, 39-50.

Özden; M; Usak, M; Prokop, P; Türkoğlu, A and Bahar, B. (2008). Student teachers' knowledge of and attitudes toward chemical hormone usage in biotechnology. *African Journal of Biotechnology*, 7 (21), 3892-3899.

Pacios, A (1980). *Introducción a la didáctica*. España. Editorial Cincel-Kapelusz.

Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). (2012). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica.

Páramo, P y Arango, M. (2008). Cuestionarios. En: Páramo, P (Compilador). *La investigación en las ciencias sociales. Técnicas de recolección de información*. Bogotá:

Ediciones Universidad Piloto de Colombia. Pp. 55-72.

Páramo, P y Duque, E. (2008). Observación participante. En: Páramo, P (Compilador). *La investigación en las ciencias sociales. Técnicas de recolección de información*. Bogotá: Ediciones Universidad Piloto de Colombia. Pp. 30-42.

Páramo, P. (2009). Pedagogía Urbana: elementos para su delimitación como campo de conocimiento *Revista Colombiana de Educación*, 57, 14-27.

Parga, D y Mora, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25 (3), 332-342.

Park, S y Oliver, J. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research Science Education*, 38, 261–284.

Parra, C y Reguero, M. (2000). Algunas experiencias de la introducción de la Biotecnología en la educación básica y media. *Revista de Educación en Ciencias*, 1 (1), 13-16.

Pedrancini, *et al.* (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 299-309.

Perafán-Cabrera, A. (2013). Reflexiones en torno a la didáctica de la historia. *Revista Guillermo de Ockham*, 1 (2), 149-160.

Perafán–Echeverry, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional.

Perafán–Echeverry, G. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios*, 37, 83-93.

Pérez, E y Sánchez, J. (2005). La educación comunitaria: Una concepción desde la Pedagogía de la Esperanza de Paulo Freire. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 9 (2), 317-329.

Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*. España: Editorial Graó.

Perrenoud, P; Altet, M; Charlier, E; Paquay, L. (2012). Conclusión. Fecundas incertidumbres o cómo formar maestros antes de tener todas las respuestas. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 355-377.

Popper, K. (2011). *Realismo y el objetivo de la ciencia. Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*. Volumen I. Madrid: Editorial Tecnos

Porlán, R y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. España: Editorial Díada.

Porlán, R, *et al.* (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 31-46.

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185.

Porlán, R. y Martín, R. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 24, 49-59.

Porlán, R; Azcárate, P; Martín Del Pozo, R; Martín, J y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.

Porlán, R; Rivero, A y Martín Del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271–288.

Portnoff, A y Thomas, D. (2009). *Repensar las ciencias de la vida. Una mirada sistémica que revoluciona las biotecnologías*. Buenos Aires: Capital Intelectual.

Prados, M. (2013). Bogotá vista desde la pedagogía urbana. *Mediaciones*, (7), 97-106.

Prats, J. (2001). *Enseñar historia: Notas para una didáctica renovadora*. Mérida: Junta de Extremadura.

Prats, J. (2003). Líneas de investigación en didáctica de las ciencias sociales. *Historia & Ensino, Revista do Laboratorio de Ensino de História*, 9, 1-25.

Prentis, S. (1993). *Biología. Una nueva revolución industrial*. Barcelona: Savat Editores.


Prokop, P; Lešková, A; Kubiátko, M and Dirand, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29 (7), 895–907.

Puebla, M; Yrazola, M y Mercadal, R. (2012). Enseñar a enseñar biotecnología: Una mirada desde la química, la didáctica y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC's). *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 3 (1), 75-93.

Puigdoménech, P y Ruiz, L. (1993). Prólogo a la tercera edición. En: Prentis, S. *Biología. Una nueva revolución industrial*. Barcelona: Savat Editores. Pp IX.

Puigdoménech, P. (2000). Què és la Biotecnologia? *Revista Sostenible?* (2), 25-30.

Pulido, M; Roa, R; García, Y; Bolaño, P; Valbuena, E; López, S y Chavarro, C. (2006). Investigaciones escolares en Biotecnología una estrategia que involucra situaciones problemáticas. En Vasco, C. (Editor). *Ciencias, racionalidades y medio ambiente*. Editorial

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad y Transformación</small>	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 42 de 663</b>

Pontificia Universidad Javeriana. pp 139-145.

Quiceno, H. (2005). Michel Foucault ¿pedagogo? En: Zuluaga, O, *et al. Foucault, la pedagogía y la educación, pensar de otro modo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. Pp. 71-104.

Quiroz, P; y Díaz, M. (2011). La investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias Sociales y su dinámica de articulación en un grupo de universidades públicas en Colombia. *Uni-pluri/versidad*, 11 (2), 1-16.

Ramírez, R. (2008). La pedagogía crítica. Una manera ética de generar procesos educativos. *Folios*, 28, 108-119.

Real, M. (2002). *Sociología de la profesión de graduado social*. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante, España. En:

[http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/45706285432370541854679/012094\\_3.pdf](http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/45706285432370541854679/012094_3.pdf)

Reissig, J. (1983). *La genética y la revolución en las ciencias biológicas*. Washington, D.C: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Rengifo, L. (2012). Construcción del saber de los profesores de ciencias naturales en formación inicial, para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología. *Revista EDUCYT*, Volumen extraordinario, 22-39.

Richardson, V. (Editor). (2001). *Handbook of research on teaching, 4th Edition*. Washington, DC: AERA (American Educational Research Association).

Rico, L y Sierra, M. (2000). Didáctica de la matemática e investigación. En: Carrillo, J; y Contreras, L. (Eds.). *Matemática española en los albores del siglo XXI*. Huelva, España: Editorial Hergué. Pp. 77-131.


Rifkin, J. (1998). *The Biotech Century: Harnessing The Gene and Remaking the World*. EE. UU.: Putmann/Tarcher.

Rifkin, J. (2009). *El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*. Barcelona, Buenos Aires, México: Ediciones Paidós Ibérica.

Rivero, A and Porlán, R. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel enseignant souhaitable (Traducción en español: La naturaleza y organización del conocimiento profesional "deseable" del profesorado). *Recherches en didactique des sciences experimentales*, 32, 221-251.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de Ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. Un estudio de caso*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.



 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD AL SERVICIO</small>	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 43 de 663</b>

Roa (2012). Configuración del conocimiento didáctico profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología en Colombia. Propuesta de investigación. *Revista EDUCyT*, edición extraordinaria, 107-125.

Roa, R (2013). *Aproximación a la acción profesional docente y su autoeficacia*. Documento de trabajo.

Roa, R y Urbina, J. (2005). Reflexión en torno a la introducción de la Biotecnología en la educación media y básica. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número extra, 192-193.

Roa, R y Valbuena, É. (2009). Hacia la estructuración de la educación en Biotecnología como problema didáctico de investigación. *Primer Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. Asociación Colombiana para la Investigación en Ciencia y Tecnología, Bogotá.

Roa, R y Valbuena, É. (2009). Los límites de la profesión de ser profesor. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número extra, 163-168.

Roa, R. (2011). El control de la profesión docente: algunos apuntes y análisis. *Revista Nodos y Nudos*, 3 (31), 46-55.

Roa, R; García, G y Chavarro, C. (2008). Formación de profesores de biología a través de la biotecnología. *Revista Educación y Educadores*, 11 (2), 69-88.


Roa, R; Hernández, A; Vallejo, C; Morales, G; y Amórtegui, E. (2013). *Caracterización del conocimiento de profesores no licenciados vinculados a instituciones educativas de Bogotá en el área de ciencias naturales*. Informe de investigación. Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional.

Roa, R; Pulido, M; García, Y; Bolaño, P; Valbuena, E; López, S Y Chavarro, C. (2006). Una mirada de los proyectos escolares en ciencias bajo el marco de la enseñanza/aprendizaje como investigación. En: Vasco, C. (Editor). *Ciencias, racionalidades y medio ambiente*. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Pp. 131-137.

Roa, R; Vallejo, Y; Vargas, C; Zapata, P; Correa, M y Morales, G. (2011). Diseño de un sistema de categorías para caracterizar el conocimiento de profesores no licenciados y licenciados en Ciencias Naturales. *Revista Bio-grafías: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Edición Extra-Ordinaria, 351- 364.

Roa, R; Vargas, J; Hernández, A; y Vallejo, C (2012). Puntos de referencia para la construcción y constitución metodológica en una investigación sobre el conocimiento profesional de profesores no licenciados. *Revista EDUCyT*, volumen extraordinario, 197-213.

Roca, W. (2004). *Tendencias en el desarrollo de capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD AL SERVICIO</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 44 de 663</b>	

*Andina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

Rodríguez F y Guillén M. (1992). Organizaciones y profesiones en la sociedad contemporánea. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 59, 9-18.

Rodríguez, A. (1991). El objeto formal de la didáctica. *Aula. Revista de Enseñanza e Investigación Educativa*, (4), 105-114.

Rota, G and Izquierdo, J. (2003). Comics as a tool for teaching biotechnology in primary schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6 (2), 85-89.

Rotger, A. (1992). Hacia una Pedagogía comunitaria de la Pedagogía penitenciaria. *Pedagogía Social: Revista Interuniversitaria*, (7), 63-84.

Rousseau, J. (1762). *Emilio o de la educación*. En: <http://peuma.e.p.f.unblog.fr/files/2012/06/Emilio-ROUSSEAU.pdf>

Royal Society (1981). Biotechnology – an interdisciplinary curriculum for schools. *School Science Review*, 68: 699-701.

Royal Society (1981). *Biotechnology and education*. Informe grupo de trabajo.

Royal Society (1982). Biotechnology and education. *Journal of Biological Education*, 16 (1), 10-12.

Ruiz, A. (2013). Acerca del campo teórico de la educación. En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía*. Número 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 67-90.


Sabino, C. A. (1996). *El proceso de investigación*. Buenos Aires: Editorial Lumen/Hvmanitas.

Salleh, A. (2004). *Journalism at Risk: Factors Influencing Journalistic Coverage of the GM Food and Crops Debate (Australia, 1999-2001) and Prospects for Critical Journalism*. Unpublished PhD thesis. School of Social Sciences, Media and Communication, University of Wollongong, Australia.

Sanjurjo, L. (2009). Razones que fundamentan nuestra mirada acerca de la formación en las prácticas. En: Sanjurjo, L. (coordinadora). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Argentina. Ediciones HomoSapiens. Pp. 15-43.

Sasson, A. (1989). Biotecnologías y los países en desarrollo: promesas y desafíos. *Colombia. Ciencia y Tecnología*, 7 (1), 4-8.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona, Buenos Aires, México: Ediciones Paidós.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIZANDO EL TERCER PASO</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 45 de 663</b>	

Schrödinger, E. (1944). *¿Qué es la vida?* Tusquets editores.

Scott, D; Washer, B and Wright, M. (2006). A Delphi study to identify recommended biotechnology competencies for first-year/initially certified technology education teacher. *Journal of Technology Education*, 17 (2).

Seki, T; Yoshida, Y; Nihira, T y DaSilva, E. (2004). International experience in human resource development in biotechnology: achievements and lessons learnt. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (2), 91-103.

Serrano, M. (1993). Didáctica de las Matemáticas. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (8), 173-194.

Shulman, L (1999). Foreword. En: Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Editors). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Pp. IX-XII.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

Shulman, L. (1997). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. Una perspectiva contemporánea. En: Wittrock, M. (Editor). *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. España: Ediciones Paidós Ibérica. Pp 9-91.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

Sibilia, P. (2006). *El hombre postorgánico. Cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*. Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Skelton, C; Francis, B and Smulyan, L. (Editors). (1971). *Handbook of gender and education*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Soneira, A. (2006). La «Teoría fundamentada en los datos» (Grounded Theory) de Glaser y Strauss. En: Vasilachis de Gialdino (coordinadora). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa. Pp 153-173.

Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J. (2009). The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12 (3), 1-13.

Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M. (2012). The influence of intelligence and emotions on the acceptability of genetically modified organisms. *Electronic Journal of Biotechnology*, 15 (1), 1-11.

Soteras, S. (2004). La secuencia formativa: más allá de una programación rutinaria. En: *La planificación didáctica*. Barcelona: Editorial Laboratorio Educativo y Editorial Grao. Pp. 13-

21.

Sousa, C. (2014). History and Nature of Science enriched Problem-Based Learning on the origins of biodiversity and of continents and oceans. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 1 (2), 142-159.

Souto, X. M. (2000) La didáctica de la geografía: dudas, certezas y compromiso social de los docentes. Memorias: *XVI Congreso Colombiano de Geografía*. Santiago de Cali, ACOGE, 141-152.

Spencer, H (1992). Origen de las profesiones. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 59, 315-325.

Steele, F and Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology. *Research in Science Education*, 34 (4), 365-387.

Stenhouse, L. (1998). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Ediciones Morata.

Stephens, S. (2003). *Handbook for culturally responsive science curriculum*. Fairbanks, AK: Alaska Science Consortium and the Alaska Rural Systemic Initiative.

Stinnett, T. (1968). *La profesión de enseñar*. Argentina: Ediciones Troquel.

Strauss, A y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquía.

Streelman, J y Karl, S. (1997). Paradigms and the rise (or fall?) of molecular biology. *Nature Biotechnology*, 15, 696 – 697.

Strohman, R. (1997). The coming Kuhnian revolution in biology. *Nature Biotechnology*, 15, 194-200.


Suarez, E y Barahona, A. (1992). Física y biología en el nacimiento de la Biología molecular: la determinación de la estructura del ADN. *Llull*, 15, 395-414.

Suárez, E. (2005). La Biología molecular: el reto de formular explicaciones reduccionistas. En: Estany, A. (editora). *Filosofía de las ciencias naturales, sociales y matemáticas*. Enciclopedia iberoamericana de Filosofía. Madrid: Editorial Trotta. Pp. 225-260.

Subirats, M.A. (2011). La Investigación en Didáctica de la Expresión Musical. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 175-194.

Sürmel, H and Sahin, F. (2010). Examination of university students' attitudes towards biotechnological studies in terms of faculty and gender variables. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3999-4005.

Sürmeli, H y Şahin, F. (2012). Preservice science teacher's opinions and ethical

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD Y TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 47 de 663</b>	

perceptions in relation to cloning studies. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 41 (2), 76-86.

Taber, K. (2014). "Barry J. Fraser, Kenneth G. Tobin and Campbell J. McRobbie (Eds): Second International Handbook of Science Education". *Science & Education*, 1-19. En: <https://static-content.springer.com/lookinside/art%3A10.1007%2Fs11191-014-9725-7/000.png>

Taborda, M (2010). Tendencias de la Didáctica de la Geografía: Reflexiones para un debate en el país. *Uni-pluri/versidad*, 10 (3), 1-10.

Taguena, J. (2008). La opinión de los españoles ante las nuevas biotecnologías. *Papers*, 88, 31-44

Tambornini, E. (2003). *Biotecnología: la otra guerra*. Bueno Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Tardif, M y Gauthier, C. (2012). El maestro como actor racional: Racionalidad, conocimiento, juicio. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E; Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 309-354.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*, Madrid Narcea.

Testa, P. (2004). Análisis comparativo. Sobre las capacidades de la investigación en biotecnología en Colombia, Costa Rica, México y Venezuela. En: Orozco, L. y Chaves, F (Editores). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT. Pp. 21-48.

Tezanos, A. (2007). Oficio de enseñar – saber pedagógico: la relación fundante. *Revista del Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP*, 12, 7-26.

Tezanos, A. (2010). Didáctica-pedagogía-ciencia de la educación: la relación que confirma la

“excepción” francesa. *Revista Educación y Pedagogía*, 18 (46), 33-57.

Thuillier, P. (1976). Cómo nació la biología molecular. En: Jacob, F, *et al. Biología molecular. Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 9- 28

Tirado, J. (2009). Cine política cinevalor. La «gran transformación» de la biopolítica. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 93-114.

Tolvanen, S; Jansson, J; Vesterinen, V and Aksela, M. (2014). How to Use Historical Approach to Teach Nature of Science in Chemistry Education? *Science & Education*, 23

(8), 1605-1636.

Torres, A. y Jiménez, A. (2006). La construcción del objeto y los referentes teóricos en la investigación social. En: Torres, A. & Jiménez, A. *La práctica investigativa en Ciencias Sociales*. Santafé de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 13-26.

Toulmin, S. (1972-1977). *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Tovar-Gálvez, J. (2013). Pedagogía ambiental y didáctica ambiental como fundamentos del currículo para la formación ambiental. *Revista Brasileira de Educação*, 18 (55), 877-1061.

Travers, R (Editor). (1973). *Second handbook of research and teaching*. Chicago: Lawrence Erlbaum.

Trillo, F y Sanjurjo, L. (2012). *Didáctica para profesores de a pie. Propuesta para comprender y mejorar la práctica*. Argentina: Ediciones HomoSapiens.

Turkmen, L and Darcin, E. (2007). A comparative study of Turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (4), 125-131.

Ugarte, J. (2005). Las dos caras de la biopolítica. En: Ugarte, J. (Compilador). *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Editorial Anthropos. España. Pp. 43-72.

Ugarte, J. (2005). Presentación. En: Ugarte, J. (Editor). *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp 7-11.


Uribe, J. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategia de investigación en ciencias sociales. En: Páramo, P. (Compilador). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Pp. 195-210.

Uşak, M; Erdogan, M; Prokop, P and Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37 (2), 123-130.

Uzogara, S. (2000). The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: A review. *Biotechnology Advances*, 18, 179–206

Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.

Valbuena, E; Correa, M; y Cedeño, E. (2012). La enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008. *Tecné, episteme y didaxis*, 31, 67-90.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD Y TRANSFORMACIÓN</small>	<b>FORMATO</b>
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 49 de 663</b>

Van Driel and Barry, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge. En: Peterson, P; Baker, E y McGaw. *International encyclopedia of education*, 7, 656-661.

Van Driel and Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41 (1), 26–28.

Van Eijck, M. (2010). Addressing the dynamics of science in curricular reform for scientific literacy: The case of genomics. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2429–2449.

Varas, P. (2006). Biopolítica. Bases cognitivas para el entendimiento. *Revista Colombiana de Bioética*. 1 (2), 42-82.

Varela, J. (1994). Prólogo a la educación española. En: Ball, S. J. (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. IX-XV.

Vargas, C. (2011). *Metodología de investigación. Proyecto “Caracterización del conocimiento de profesores no licenciados vinculados a instituciones educativas de Bogotá en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental”*. Informe preliminar. Universidad Pedagógica Nacional.

Vasilachis de Gialdino, I. (1992) *Métodos Cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Vasilachis de Gialdino, I. (1997). El pensamiento de Habermas a la luz de una metodología propuesta de acceso a la teoría. *Estudios Sociológicos XV* (43). En: <http://www.ceil-piette.gov.ar/areasinv/metcuali/metcuali.html>


Vasilachis de Gialdino, I. (2006). La investigación cualitativa. En: Vasilachis, I. (Coordinadora). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa. Pp. 23-64.

Vasilachis de Gialdino, I. (2007). El aporte de la Epistemología del Sujeto Conocido al estudio cualitativo de las situaciones de pobreza, de la identidad y de las representaciones sociales. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 8 (3). En: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/290/638>

Vasilachis de Gialdino, I. (2009). “Ontological and epistemological foundations of qualitative research”, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 10 (2). En: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0902307>

Vázquez, A; Acevedo, J; Manassero, M y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.

Veal, W and MaKinster, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4), En: <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev3n4.html>.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD AL SERVICIO</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 50 de 663</b>	

Venville, G; Rennie, L and Wallace, J. (2012). Curriculum Integration: Challenging the Assumption of School Science as Powerful Knowledge. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editor). *Second International Handbook of Science Education*. Pp. 737-749.

Vera, L. (1990). *Estudiar bioquímica*. España: universitat de valència.

Vez, J. M. (2011). La investigación en didáctica de las lenguas extranjeras. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 81-108.

Vosniadou, S. (Editora). (2008). *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.

Watson, J. (2007). *La doble hélice*. Madrid: Alianza Editorial.

Weber, M. (2007). *La ciencia como profesión. La política como profesión*. España: Editorial Espasa Calpe.

Wells, J and Kwon, H. (2008). Inclusion of biotechnology in US Standards for technological literacy: Influence on South Korean technology education curriculum. *Proceedings of the 19th Pupil's Attitude Toward Technology Conference*, 315-333.

Wells, J. (1994). Establishing a taxonomic structure for the study of biotechnology in secondary school technology education. *Journal of Technology Education*, 6 (1), 58-75.

Wells, J. (1999). Biotechnology content organizers. *Journal of Industrial Teacher Education*, 36 (4).

Wilches, Á. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista Colombiana de Bioética*, 5 (2), 164-169.

Wilson, E; Kirby, B and Flowers, J. (2002). Factors influencing the intent of North Carolina agricultural educators to adopt agricultural biotechnology curriculum. *Journal of Agricultural Education*, 43 (1), 69- 81.

Wittrock, M. (Editor). (1986). *Handbook of research on teaching* (3rd edición). New York: Macmillan.

Wymer, P and Micklos, D. (1990). New Educational Journal Biotechnology Education. *Biochemical Education*, 18 (1), 57.

Wymer, P. (1990). Considerations for implementation. En: McInerney, J. (editor). *Teaching Biotechnology in School*. Paris. Unesco.

Wymer, P. (1992). Biotechnology in schools: the UK experience. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8, 473-476.

Wymer, P. 1986. A driving force in biotechnology. *New Scientist*, 1525, 63.

Wymer, P; (1992). Biotechnology in schools: the UK experience. *World Journal of*



*Microbiology and Biotechnology*, 8, 473-476.

Yager, R y Penick, J. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*. 5, 463-459.

Yarden, H and Yarden, A. (2006). Supporting learning biotechnological methods using interactive and task included animations. *SIG 2 Bi -Annual meeting "Text and graphics comprehension"*, 131-135.

Yarden, H and Yarden, A. (2010). Teachers' contribution to the enactment of animations in class while studying biotechnological methods. *Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era*, 94-99.

Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. España: Editorial Gram.

Zambrano, A. (2003). Las teorías pedagógicas, los modelos pedagógicos, los modelos disciplinares y los modelos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En: Zambrano, A. *Educación y formación del pensamiento científico. Cátedra ICFES "Agustín Nieto Caballero"*. Bogotá, Colombia: Universidad del Valle e Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Pp. 21-45

Zambrano-Leal, A. (2002). *Pedagogía, educabilidad y formación de docentes*. Colombia: Nueva Biblioteca Pedagógica.

Zambrano-Leal, A. (2005). *Didáctica, pedagogía y saber*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Zambrano-Leal, A. (2006a). *Contributions to the comprehension of the science of education in france concepts, discourse and subjects*. Tesis de Doctorado. Atlantic International University. Honolulu, Hawaii.


Zambrano-Leal, A. (2006b). Las ciencias de la educación y didáctica: Hermenéutica de una relación culturalmente específica. *Educere*, 10 (35), 593-599.

Zaragüeta, J. (1940). *Las directrices de la pedagogía de Juan Luis Vives*. Madrid: Editorial Magisterio Español.

Zeller, M. (1994). Biotechnology in the high school biology curriculum: The future is here! *The American Biology Teacher*, 56 (8), 460-464.

Zeller, M. (2002). Agricultural biotechnology education. *The Agricultural Education Magazine*, 74 (5), 22-23.

Zuluaga, O. (2005). Foucault: Una lectura desde la práctica pedagógica. En: Zuluaga, O, et al. *Foucault, la pedagogía y la educación, pensar de otro modo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. Pp. 11-37.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>REALIDAD AL SERVICIO</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 52 de 663</b>	

Zuluaga, O. (2007). Otra vez Comenio. *Revista de Educación y Pedagogía*, 19 (47), 99–118.

### 3. Contenidos

#### Objetivo general

- Configurar el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología.

#### Objetivos específicos

- Identificar los campos de la didáctica y la pedagogía en la configuración del conocimiento profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología.
- Analizar en general las publicaciones sobre educación en biotecnología -1987 a 2013-, y profundizar en el contenido de las que enfatizan sobre el profesor.
- Realizar análisis, en cuanto al profesor, que aproximen a las posibles características de la enseñanza de la biotecnología en Colombia.

#### Preguntas

- ¿Cómo configurar el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología?
- ¿Cuáles son las características generales de las publicaciones sobre la educación en biotecnología -1987 a 2013-, y en especial el contenido de las que enfatizan sobre el profesor?

**Capítulo I. Planteamiento y contextualización de la investigación:** se presentan los elementos que dan la razón de ser de esta tesis doctoral en la idea de bosquejar su planeamiento y contextualización, para ellos entonces se encuentran desarrollos referentes al enfoque del problema de investigación; el acontecer del conocimiento de profesor; la condición de la biotecnología; el por qué investigar la educación en biotecnología y las razones de la coexistencia de la educación y la biotecnología, lo que acontece nacionalmente e intencionalmente para estas –para la primera, formación de profesores, estándares de educación, grupos de investigaciones, para la segunda, la llegada de la educación en biotecnología en las escuelas, y en este sentido la conformación de redes-, se finaliza el capítulo con la explicitación de preguntas y objetivos de investigación.

**Capítulo II. Configuración y metodología: dos referentes convergentes en la constitución de conocimiento:** se realiza un acercamiento al posicionamiento que como investigador tomo respecto a la metodología y lo que esta significa en la configuración del conocimiento para esta tesis. En este sentido, se avanza en una aproximación a los preceptos y enfoque epistemológicos, ontológicos y metodológicos; a la función de la reflexión epistemológica y la

relación de investigador y el objeto de estudio. Se plantean los referentes para la construcción de conocimiento teniendo en cuenta los aspectos anteriores, y el campo desde donde se realiza la investigación y se constituye el objeto. Se expresa lo que es la teoría fundamentada en los datos, la investigación documental, lo que se entiende por categoría y dato, se identifican los criterios para la consecución y selección de artículos; por último, se realiza una síntesis respecto a la configuración y metodología, a propósito de la construcción de conocimiento en esta tesis.

**Capítulo III. Conocimiento sobre educación, disciplina, territorio y campo de conocimiento:** se inicia haciendo una presentación con respecto a la relación entre conocimiento y educación, seguidamente se recogen algunos referentes que sobre educación y profesor que han sido explicitados en algunos libros de autores tales como, Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Kuhn y Foucault; se continua con un análisis conjunto a los autores anteriores. Posteriormente, se identifican los conocimientos que en teoría se ha elaborado sobre disciplina, territorio y campo de conocimiento, a partir de lo anterior se realizan análisis a los conceptos.

**Capítulo IV. Constitución de la didáctica y la pedagogía como disciplinas de conocimiento:** se inicia con una breve exposición del panorama general del capítulo a explorar. Luego, de forma sucinta se identifican algunos elementos - *fundamento, el profesor y el alumno*- del *Tratado de la Enseñanza* de Luis Vives. Se continúa con la exposición de libro la *Didáctica magna*, de Juan Amós Comenio, se resaltan planteamientos en cuanto a: el papel de la religión y de los padres de familia; el alcance de la educación; los tipos de escuelas; las relaciones profesor y estudiante, y los fundamentos generales y específicos que orientan la enseñanza y el aprender. En el contexto de lo expuesto se realizan análisis generales. En otro apartado se describe la emergencia de la didáctica y la pedagogía, y se analizan a propósito de la *Didáctica magna*. Se avanza en explicitar el lugar de la didáctica como ciencia o disciplina de conocimiento, los elementos que la consolidan, el uso que la excluye o incluye, las dificultades devenidas de la construcción de su conocimiento, y las circunstancias para la producción teórica. Posteriormente, se abordan análisis respecto a la pedagogía como disciplina de conocimiento. Por último se exponen las convergencias y divergencias acontecidas de la didáctica y la pedagogía.

**Capítulo V. Conocimiento del profesor y la didáctica -de las ciencias- como disciplina de su conocimiento profesional:** está organizado en cinco apartados, el primero señala las didácticas que han emergido y las posibilidades de ser pensadas; el segundo apartado, pone de relieve, a propósito del posicionamiento para la tesis, los argumentos que algunos autores han esbozado para establecer la didáctica de las ciencias como disciplina -se destaca aspectos históricos, fundamentos epistemológicos, la función del capital simbólica, la conformación de los miembros y líneas de investigación; en el tercer apartado, se realizan algunas aproximaciones a la complejidad de la idea, naturaleza y razón de ser de las profesiones, y la relación con las disciplinas; en el cuarto apartado, se avanza en la profesión de profesor destacando su conocimiento especializado y que esto representa para didáctica y pedagogía, se esbozan las tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor; por último en el apartado cinco, se despliega la idea de meta-conocimiento/disciplina/cuestiones a propósito de pensar en el profesor, su conocimiento y el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, como fundantes del mismo.

**Capítulo VI. Examinando la biotecnología y la educación en biotecnología:** se abordan aspectos referentes al conocimiento de la biotecnología y la educación de la biotecnología, para esto se estructura en capítulo en cuatro apartados, grosso modo, en el primero se muestra a la biología como la ciencias de donde deviene la biotecnología; se realiza una aproximación a la historia de la biotecnología y la biología molecular; se describen las tensiones y tensiones entre los campos que investigan el material genético. En el segundo apartado, se avanza en poner evidencia lo que algunos autores han planteado representa la biotecnología como cambio de paradigma; la influencia de la biotecnología en varios sectores y lo que se ha indicado como aspectos positivos y negativos de los desarrollos y aplicaciones de esta; se abre el panorama en tanto las expresiones que señalan la continuidad o discontinuidad entre la biotecnología tradicional y la biotecnología moderna, y lo que de fondo se ha planteado, sobre todo filosóficamente, en cuanto a la producción o reproducción de la naturaleza, y a las implicaciones de la biotecnología en tanto biopoder. En el tercer apartado, se pone de manifiesto lo que se evidencia en 181 artículos sobre educación en biotecnología en lo referente a los años en que se realizan las publicaciones, países, nombres de las revistas, idiomas y autores; teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se caracterizan 48 artículos sobre educación en biotecnología que han enfatizado sobre los profesores -seleccionados de los 181 artículos anteriores-, se avanza en el análisis a profundidad en los contenidos de estos artículos teniendo en mente aspectos que les subyacen, tales como: las preguntas y objetivos de investigación, metodologías, resultados y sugerencias explicitadas, esto análisis se tejen en relación a categorías y subcategorías emergentes de los mismos contenidos de los artículos, tabla 6.2. El cuarto apartado, destaca elementos clave que devienen de los capítulos anteriores, que puedan aportar hacia una posible enseñanza de la biotecnología en Colombia.

**Capítulo VII. Conclusiones y proyecciones:** se presentan las conclusiones y proyecciones que resultan del ejercicio de la investigación en esta tesis.

#### 4. Metodología

Corresponde a una investigación de corte cualitativo, utiliza la metodología de la teoría fundamentada en los datos, para lo cual conceptualiza las categorías e interpreta a partir de los datos. Es una investigación documental en tanto se aborda y analizan a profundidad libros sobre filosofía, sociología, historia, educación y epistemología, y 181 artículos sobre educación en biotecnología, de estos, 48 artículos tienen como sujeto de estudio al profesor.

#### 5. Conclusiones

- La metodología de la teoría fundamentada en los datos constituye un referente adecuado para abordar investigaciones en la que los documentos escritos son la base para la toma de datos. En este sentido, para la construcción y reconstrucción de conocimiento en esta tesis, los libros, capítulos de libros, artículos sobre filosofía, epistemología y sociología de las ciencias, didáctica, pedagogía y educación, así como los artículos sobre educación en biotecnología y de estos los que enfatizaban en el profesor, dieron los enunciados y datos suficientes para desarrollar la investigación.
- Las explicaciones sobre la epistemología de las ciencias desarrolladas por Kuhn, Feyerabend

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE****Código: FOR020GIB****Versión: 01****Fecha de Aprobación: 10-10-2012****Página 55 de 663**

y Bachelard; y las explicaciones en perspectiva de la antropología y la sociología ofrecidas por Bourdieu y Becher, sobre las disciplinas, campos y territorios, me han permitido inferir lo que se ha manifestado por varios siglos en la pedagogía y la didáctica y lo fundamental que resulta para su miembros –investigadores y/o profesores- que estas se instituyan en un territorio académico propio.

- Las palabras pedagogía y didáctica no siempre han tenido el mismo significado ni sentido, están supeditadas a la historia que le subyace en cada cultura académica incluso del territorio de Estado. La historia deja ver que la pedagogía y didáctica han coexistido en los escritos desde hace por lo menos tres siglos atrás. El resultado de las presiones entre estos campos de investigación, y desde diferentes culturas académicas, ha conducido mayoritariamente a que la didáctica se tienda a entender como un asunto instrumental, y la pedagogía como un puro asunto ideológico que pone en el centro de análisis al sujeto, al ciudadano.

<b>Elaborado por:</b>	Roa Acosta, Robinson
<b>Revisado por:</b>	Valbuena Ussa, Édgar Orlay

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	29	11	2016
--	----	----	------



# INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

	Página
<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	1
<b><u>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</u></b>	7
<b>1. Planteamiento y enfoque del problema de investigación</b>	7
1.1. Encrucijada expuesta en el devenir del conocimiento profesional del profesor	7
1.2. Poder del conocimiento biotecnológico: economía, política, educación	9
<b>2. Razones que conducen a examinar la educación en biotecnología y a repensar su enseñanza</b>	14
<b>3. Educación y biotecnología: preludio de una relación obligada para su coexistencia</b>	20
3.1. Circunstancias nacionales e internacionales	25
3.1.1. El caso de Colombia respecto a la educación en biotecnología	25
3.1.1.1. Referentes respecto a la formación de profesores	25
3.1.2. Lineamientos estamentales relacionados con la educación en biotecnología	27
3.1.3. Grupos de investigación sobre educación en biotecnología	32
3.2. El caso internacional respecto a la educación en biotecnología	33
3.2.1. Aproximación a la introducción de la biotecnología en la escuela	33
3.2.2. Conformación de redes internacionales para la educación en biotecnología	35
<b>4. Preguntas de investigación y objetivos</b>	36
<b><u>CAPÍTULO II: CONFIGURACIÓN Y METODOLOGÍA: DOS REFERENTES CONVERGENTES EN LA CONSTITUCIÓN DE CONOCIMIENTO</u></b>	38
<b>1. Aproximación a preceptos epistemológicos, ontológicos y metodológicos de investigación</b>	39
1.1. Enfoques epistemológicos-ontológicos	39
1.1.1. Razón de la metodología de investigación en tanto epistemologías y paradigmas fundantes de conocimiento	43
1.1.2. El papel de la reflexión epistemológica	45
1.1.3. Sujeto y objeto: relación biunívoca	47
<b>2. Referentes para la constitución de conocimiento en ésta investigación</b>	48
2.1. Devenir ontológico, epistemológico y metodológico	48
2.2. Campo de conocimiento desde donde se realiza la investigación	49

2.2.1.	Elementos que orientan la configuración del conocimiento objeto de investigación	49
2.2.2.	Constitución del objeto para esta investigación	52
2.3.	Teoría fundamentada en los datos	53
2.3.1.	Conceptualización de proposición (dato) y categorías de investigación	54
2.4.	Investigación documental	55
<b>3.</b>	<b>Descripción de la metodología en la investigación</b>	<b>57</b>
3.1.	Criterios para la revisión y selección de artículos	57
3.2.	Sinergia entre configuración y metodología en la construcción de conocimiento	58

### CAPÍTULO III: CONOCIMIENTO SOBRE EDUCACIÓN, PROFESOR, DISCIPLINA, TERRITORIO Y CAMPO DE CONOCIMIENTO 64

<b>1.</b>	<b>Perspectiva general del devenir del conocimiento</b>	<b>65</b>
1.1.	Referentes sobre educación y profesor provenientes de Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Kuhn y Foucault.	68
1.1.1.	Elementos que concurren alrededor de los referentes de los autores citados.	89
<b>2.</b>	<b>Conocimiento sobre los conceptos disciplina, territorio y campo de conocimiento</b>	<b>94</b>
2.1.	Análisis de las posturas sobre disciplina, territorio y campo de conocimiento	101

### CAPÍTULO IV: CONSTITUCIÓN DE LA DIDÁCTICA Y LA PEDAGOGÍA COMO DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO 110

<b>1.</b>	<b>Panorama general al asunto en cuestión</b>	<b>112</b>
<b>2.</b>	<b>Los albores de la didáctica: Vives y Comenio</b>	<b>114</b>
2.1.	Esbozo del <i>Tratado de la Enseñanza</i> de Luis Vives y sus ideas para una didáctica	114
2.2.	Espíritu fundante de la <i>Didáctica magna</i> de Juan Amós Comenio	117
2.2.1.	La religión: medio y fin de la educación	117
2.2.2.	La educación en manos de los padres de familia en la escuela	120
2.2.3.	Educación para todos y de todo	122
2.2.4.	Descripción y clasificación de las escuelas	123
2.2.5.	Características y relación profesor y estudiante (s), descripción de los fundamentos generales y específicos: solidez y facilidad para enseñar y aprender	127
2.2.6.	La disciplina y los libros en la escuela	134
2.3.	Análisis general	136
<b>3.</b>	<b>Acercamiento a las encrucijadas y perplejidades entre didáctica y pedagogía devenidas de la <i>Didáctica magna</i></b>	<b>139</b>



3.1.	La educación y la emergencia de la pedagogía y la didáctica	145
<b>4.</b>	<b>Desarrollo de la didáctica como disciplina o ciencia de conocimiento</b>	162
4.1.	Elementos que se propagan e influyen en la consolidación de la didáctica	162
4.2.	Miradas y usos incluyentes y excluyentes a la palabra didáctica	175
4.3.	Establecimiento y ocupación en clave de ciencia o disciplina de la didáctica	177
4.4.	Intrínquilis en la construcción del conocimiento en la didáctica	183
4.4.1.	Circunstancias de la producción teórica	184
<b>5.</b>	<b>La pedagogía como disciplina de conocimiento</b>	190
<b>6.</b>	<b>Convergencias y divergencias devenidas de la didáctica y la pedagogía</b>	196

## **CAPÍTULO V: CONOCIMIENTO DEL PROFESOR Y LA DIDÁCTICA -DE LAS CIENCIAS- COMO DISCIPLINA DE SU CONOCIMIENTO PROFESIONAL** 200

<b>1.</b>	<b>De la didáctica a las didácticas: tensión y presión</b>	203
1.1.	Didáctica (s) específica (s) de las disciplinas	204
1.1.1.	Otras didácticas especiales o específicas	214
<b>2.</b>	<b>Surgimiento y consolidación de la didáctica de las ciencias</b>	223
2.1.	Posicionamiento para la tesis	223
2.1.1.	Didáctica de las ciencias en la <i>Didáctica magna</i>	226
2.2.	Fundamentos epistemológicos devenidos para la disciplina didáctica de la Ciencias Naturales	228
2.3.	Etapas del desarrollo histórico de la didáctica de las ciencias	231
2.3.1.	El poder del capital simbólico y la formación de sus miembros para mantener el campo de investigación	237
2.3.2.	Líneas de investigación	244
<b>3.</b>	<b>Coexistencia epistemológica entre las disciplinas y las profesiones</b>	250
3.1.	Aproximación a la idea de profesión	250
3.1.1.	Naturaleza de las profesiones	255
3.2.	Las profesiones y su razón de ser	257
3.3.	La ambigüedad y complejidad de la idea de profesión	261
<b>4.</b>	<b>Conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias</b>	265
4.1.	Una reflexión y concreción sobre la configuración de las <i>Ciencias Didácticas y Pedagógicas</i>	265
4.2.	Profesión de profesor y elementos de su formación	269
4.3.	Desconocimiento y desterritorialización del conocimiento especializado del profesor	284
4.4.	Pensamiento-conocimiento del profesor de ciencias: tendencias de investigación	291
4.4.1.	Presagio-producto	298

4.4.2.	Métodos de enseñanza	299
4.4.3.	Proceso-producto	300
4.4.4.	Competencias	301
4.4.5.	Toma de decisiones	302
4.4.6.	Conocimiento pedagógico del contenido	303
4.4.7.	Epistemología antropológica: transposición didáctica	314
4.4.8.	Práctica, investigación y reflexión del profesor	319
4.4.9.	Evolución del conocimiento del profesor: del mayoritario al deseable (hipótesis de progresión)	329
<b>5.</b>	<b>Conocimiento metadisciplinar del profesor de ciencias y su disciplina fundante: la didáctica de las ciencias</b>	<b>337</b>

## **CAPÍTULO VI: EXAMINANDO LA BIOTECNOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA** 357

<b>1.</b>	<b>Estatuto epistémico de la biotecnología</b>	<b>359</b>
1.1.	Una primera aproximación	359
1.2.	La biología como territorio de la biotecnología	361
1.2.1.	¿Historia de la biología, biotecnología, biología molecular? Algunas aproximaciones	365
1.2.1.1.	Eventos en la historia de la biotecnología	366
1.2.1.2.	Aproximación a la historia de la biología molecular	371
1.3.	Tensiones, presiones y emergencia de campos de investigación a propósito de las características visible e invisibles de los seres vivos y su manipulación	380
1.3.1.	¿Biotecnología, bioquímica, biología molecular, ingeniería genética? Momentos de emergencia según las condiciones y circunstancias	384
<b>2.</b>	<b>Desarrollo y alcance de la investigación en biotecnología</b>	<b>396</b>
2.1.	La biotecnología ¿Un caso de cambio de paradigma?	396
2.1.1.	¿Continuidad entre la biotecnología tradicional y la moderna?	401
2.1.2.	Producción o reproducción de la naturaleza a propósito de la biotecnología	403
2.2.	Aproximación a algunas sectores y la aplicación de la biotecnología	407
2.2.1.	Puntos de presión ante el desarrollo de la biotecnología	408
2.2.2.	Biopolítica y biotecnología	412
<b>3.</b>	<b>Curso de la investigación sobre la educación en biotecnología</b>	<b>417</b>
3.1.	Primer nivel de análisis: características generales de las publicaciones	419
3.1.1.	Intervalo de tiempo para la selección y sistematización de datos de artículos y, aproximación a la producción de artículos por décadas	419

3.1.1.1.	Cantidad de artículos publicados por país	420
3.1.1.2.	Distribución y cantidad de artículos en revistas y memorias, y propuesta de agrupación de las revistas según la relaciones entre campos	423
3.1.1.3.	Autores por país con más de un artículo publicado sobre educación en biotecnología	429
3.1.2.	Características de publicaciones que abordan específicamente al profesor	430
3.1.2.1.	Cantidad y comparación, por décadas, de artículos sobre educación en biotecnología y de los que enfatizan en el profesor	439
3.1.2.2.	Cantidad de artículos publicados por país	432
3.1.2.3.	Distribución y nombre de revistas y memorias sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, y agrupación por campos de investigación	434
3.1.2.4.	Autores más recurrentes en artículos de investigación sobre la educación en biotecnología con énfasis en el profesor, por país	437
3.1.3.	Segundo nivel de análisis: inspección a las preguntas/objetivos, metodologías, resultados y sugerencias	438
3.1.3.1.	Sobre las preguntas y objetivos	443
3.1.3.2.	Sobre las metodologías	447
3.1.3.3.	Resultados reportados en artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor (n=48)	455
3.1.3.3.1.	Resultados reportados para profesores en ejercicio: primaria y bachillerato	455
3.1.3.3.2.	Resultados reportados para profesores en formación inicial	468
3.1.3.4.	Sobre las sugerencias reportadas en los artículos sobre profesores	478
3.1.4.	Tercer nivel de análisis: subcategorías a propósito de la introducción, justificación y antecedentes reportados en los artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor	480
4.	<b>Análisis para Colombia a propósito de los artículos sobre educación en biotecnología y las <i>Ciencias Didácticas y Pedagógicas</i></b>	492

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y PROYECCIONES 501

## BIBLIOGRAFÍA 510

<b><u>ANEXOS</u></b>	539
<b>Anexo 1:</b> Lista de artículos seleccionados sobre educación en biotecnología	539
<b>Anexo 2:</b> Nombre de revistas y memorias de eventos que han publicado artículos sobre educación en biotecnología	551
<b>Anexo 3:</b> Lista de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en los profesores	553
<b>Anexo 3.1:</b> Sistematización de datos sobre preguntas y objetivos	556
<b>Anexo 3.2:</b> Sistematización de datos sobre metodologías	565
<b>Anexo 3.3:</b> Sistematización de datos sobre profesores en ejercicio	574
<b>Anexo 3.4:</b> Sistematización de datos sobre profesores en formación inicial	582
<b>Anexo 3.5:</b> Sistematización de datos sobre sugerencias	587
<b>Anexo 3.6:</b> Sistematización de datos sobre introducciones, antecedentes y justificaciones	593

#### INDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 5.1:</b> Territorio académico de las <i>Ciencias Didácticas y Pedagógicas</i>	224
<b>Figura 5.2:</b> Evolución de la didáctica de las ciencias (Tomada de Porlán, 1998)	235
<b>Figura 5.3:</b> Organización de la didáctica de las ciencias: énfasis y tendencias	298
<b>Figura 5.4:</b> Fuentes y componentes del conocimiento profesional (tomada de Porlán y Rivero, 1998:64)	331
<b>Figura 5.5:</b> La evolución del conocimiento profesional (tomada de Porlán y Rivero, 1998:95)	332

#### INDICE DE GRÁFICAS

	Página
<b>Gráfica 6.1:</b> Cantidad y porcentaje de artículos sobre educación en biotecnología por décadas.	419
<b>Gráfica 6.2:</b> Cantidad y porcentaje de publicaciones sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor, por décadas.	431

#### INDICE DE TABLAS

Página

<b>Tabla 1.1:</b>	Algunos resultados de conceptos más relacionados con la biotecnología (Tomados de Valbuena, 2007)	26
<b>Tabla 1.2:</b>	Selección de estándares básicos de competencia en Ciencia Naturales relacionados con la biotecnología a partir del MEN (2004)	27
<b>Tabla 1.3:</b>	Percepción y apropiación social de la biotecnología (Tomada de Colciencias, 2008:258)	31
<b>Tabla 2.1:</b>	Posturas de algunos epistemólogos relacionadas con la teoría y el hecho o realidad.	61
<b>Tabla 3.1:</b>	Comparativo general sobre posturas de autores en torno a los conceptos de campos, disciplina, territorio	100
<b>Tabla 4.1:</b>	Periodos, tiempo de duración de cada uno, y tipos de escuelas para la educación según Comenio (Tabla adaptada de la <i>Didáctica magna</i> )	127
<b>Tabla 4.2:</b>	Recopilación y síntesis de fundamentos, requisitos generales esclarecidos por Comenio para enseñar y aprender (Tabla elaborada a partir de la <i>Didáctica magna</i> )	130
<b>Tabla 4.3:</b>	Recopilación y síntesis de los fundamentos de la facilidad para enseñar y aprender (tabla elaborada a partir de la <i>Didáctica magna</i> )	131
<b>Tabla 4.4:</b>	Recopilación y síntesis de los fundamentos de la solidez para enseñar y aprender (tabla elaborada a partir de la <i>Didáctica magna</i> )	132
<b>Tabla 4.5:</b>	Recopilación de los problemas reconocidos por Comenio para enseñar y aprender (Tabla elaborada a partir de la <i>Didáctica magna</i> )	134
<b>Tabla 4.6:</b>	Argumentos y cuestionamientos desarrollados por Camilloni (2008) para ubicar la didáctica general como una disciplina. (Tabla elaborada a partir del capítulo I: Justificación de la didáctica)	180
<b>Tabla 5.1:</b>	Algunas didácticas específicas de las disciplinas, y pedagogías	206
<b>Tabla 5.2:</b>	Correspondencia entre didácticas especiales y específicas ejemplificadas a partir de Pacios (1980) y Camilloni (2008), respectivamente	214
<b>Tabla 5.3:</b>	Síntesis de las etapas de desarrollo histórico de la didáctica de las ciencias (Tabla elaborada a partir de Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002).	231
<b>Tabla 5.4:</b>	Algunas revistas de la didáctica de las ciencias (Tabla elaborada a partir de Gil, <i>et al</i> , 1999)	240
<b>Tabla 5.5:</b>	Handbooks que abordan la didáctica de las ciencias en términos generales	241
<b>Tabla 5.6:</b>	Handbooks que abordan tópicos específicos de la didáctica de las ciencias	243
<b>Tabla 5.7:</b>	Algunas características propuestas para la emergencia y/o consolidación de la didáctica de las ciencias como disciplina a propósito de Porlán (1998); Gil, <i>et al</i> (1999); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)	245
<b>Tabla 5.8:</b>	Líneas de investigación propuestas por Porlán (1998) y Gil, <i>et al</i> (1999)	247
<b>Tabla 5.9:</b>	Paradigmas en sociología de las profesiones (Rodríguez y Guillén, 1992, tabla elaborada por Real, 2002:56)	258
<b>Tabla 5.10:</b>	Recopilación y descripción de aspectos desarrollados por Fernández	273

	Pérez (2000) sobre profesionalización y práctica	
<b>Tabla 5.11:</b>	Identificación de tendencias de investigación, perspectivas de análisis y categorías sobre el profesor de ciencias	296
<b>Tabla 5.12:</b>	Distintos tipos de relaciones entre las disciplinas (Tomado de Zabala, 1999:27)	341
<b>Tabla 5.13:</b>	Algunos usos a la idea de meta-conocimiento/disciplina/cuestiones	349
<b>Tabla 6.1:</b>	Historia de la biotecnología según Malajovich (2012)	367
<b>Tabla 6.2:</b>	Estructura y niveles de análisis realizados a los artículos sobre educación en biotecnología, y de estos los que enfatizan en los profesores	418
<b>Tabla 6.3:</b>	Distribución, por países, de artículos sobre educación en biotecnología (n=181)	420
<b>Tabla 6.4:</b>	Distribución de los artículos sobre educación en biotecnología en revistas y memorias de eventos	423
<b>Tabla 6.5:</b>	Agrupación de revistas por campos de investigación	424
<b>Tabla 6.6:</b>	Nombre de revistas o memorias de eventos que ha publicado más de dos artículos sobre educación en biotecnología entre los años 1987 y 2013	427
<b>Tabla 6.7:</b>	Agrupación de autores con dos o más artículos por país sobre educación en biotecnología	430
<b>Tabla 6.8:</b>	Comparación por décadas, cantidad y porcentaje, entre artículos que enfatizan en el profesor (n=48) y los que no lo hacen (n=181)	432
<b>Tabla: 6.9:</b>	Distribución, por países, de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en profesores (n=48)	433
<b>Tabla 6.10:</b>	Distribución de los artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor en revistas y memorias de eventos	434
<b>Tabla 6.11:</b>	Cantidad de artículos, nombre de revistas y de memorias de eventos que han publicado artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en los profesores	436
<b>Tabla 6.12:</b>	Agrupación de autores con dos o más publicaciones por país sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor	437
<b>Tabla 6.13:</b>	Sistema y conceptualización de categorías y subcategorías emergentes de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor	439
<b>Tabla 6.14:</b>	Agrupaciones de preguntas obtenidas en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor	443
<b>Tabla 6.15:</b>	Agrupaciones de objetivos obtenidos en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor	444
<b>Tabla 6.16:</b>	Perspectivas de investigación identificadas en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor (n=48)	445
<b>Tabla 6.17:</b>	Descripción del campo de acción o de formación de los sujetos de estudio en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor	448
<b>Tabla 6.18:</b>	Instrumentos de investigación de autores que tienen citas en artículos sobre educación en biotecnología en particular sobre el profesor	453

**Tabla 6.19:** Definiciones de biotecnología encontradas en los artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor 481

# INTRODUCCIÓN

Referirse al *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias* implica necesariamente tener en cuenta aspectos de carácter social, político, contextual, histórico, epistemológico, filosófico y económico, entre otros, que vistos de manera compleja lo configuran y constituyen. La didáctica y la pedagogía como ciencias, fundamentan la enseñanza de conocimientos provenientes de otras disciplinas. La enseñanza misma, se ha convertido en objeto de investigación propio de la didáctica, en el que recíprocamente y convergente con la pedagogía se configuran en un territorio académico que fundamenta el *conocimientos profesional* del profesor de ciencias.

En sentido contrario a lo anterior, en la mayoría de los casos, las investigaciones y el devenir sobre el conocimiento del profesor de ciencias es pensado –cuando no es que se ignora al profesor- desde diferentes disciplinas -sociales, química, biología, física, historia-, que tienen amplio recorrido en la construcción de conocimiento, algunas de siglos, a partir de objetos de investigación –distintos al enseñar- consolidados por cada una de estas. Estos conocimientos, y otros desde luego, en la medida en que se han desarrollado, han sido puestos como contenidos de aprendizaje en las escuelas, colegios y universidades, en los *territorios soberanía de los Estados*, los cuales han revertido en la construcción de conocimiento que las sociedades han formado sobre diferentes fenómenos. Es decir, estas disciplinas han jugado un papel fundamental en la manera en que las personas piensan el conocimiento, su naturaleza y dinámica, al igual que en cuanto a quién es el profesor, qué significa enseñar y aprender, cuando menos.

Para el caso de los conocimientos recientes sobre la biotecnología, término propuesto en 1917 en Hungría por Karl Ereky (Bud, 1991), el cual empieza a tener un amplio espectro de investigación a partir de la segunda mitad del siglo XX con el reconocimiento del modelo teórico del Ácido Desoxirribonucleico, y en la que convergen, entre otros, conocimientos de diferente índole: biología, física, tecnología y química, se encuentra que precisamente por la dinámica que ha tomado (dicha ciencia) la biotecnología, algunos países han adoptado medidas apresuradas para llevarla a las instituciones de educación, prácticamente que en todos los niveles, sin haber realizado los consecuentes estudios respecto a las características de su contenido, el conocimiento previo de los profesores, y las implicaciones para y en la enseñanza, de la complejidad que subyace.

El surgimiento y crecimiento acelerado del conocimiento biotecnológico y su aplicación en la producción de productos y servicios derivados de seres vivos, que han incursionado en los mercados ha sido y es uno de los sectores que más ha predominado y que ha prometido a las economías en las últimas décadas. Las razones son evidentes, el *statu quo* de la biotecnología –Aramendis (1999)- ha cubierto muchas esferas de la vida humana, sus aplicaciones han sido ampliamente investigadas por la medicina, industria, agricultura y el derecho internacional, desde lo que tiene que ver con la modificación de los seres vivos mediante procedimientos técnicos, marco legal que regula los procedimientos y aplicaciones, patentes, comercialización, bioética y calidad de vida, ambiente, hasta medidas de bioseguridad.

Hacer alusión a este conocimiento tiene en esta tesis alcance en uno de los tantos campos específicos de la didáctica y pedagogía, en mi concepto luego de los resultados de esta tesis, didáctica de la biotecnología. La cual, una vez escrutada, examinada desde publicaciones realizadas en diferentes



latitudes –países- sobre la educación en biotecnología –como suele ser llamado este campo de investigación- y el análisis en particular sobre el conocimiento del profesor, arroja elementos que en armonía con el seguimiento a algunos conceptos estructurantes de corte teórico, que se destacan en el siguiente párrafo, aportan para el territorio colombiano.

En este documento de disertación de tesis doctoral, realizada en el Doctorado Interinstitucional en Educación -Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Universidad del Valle; y Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, siendo esta última la sede, Énfasis en Educación en Ciencias, Línea de investigación *Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias*, se encuentran análisis de elementos y estructuras teóricas y conceptuales que sobre el profesor –pensamiento, conocimiento- se han construido desde investigadores que tienen posturas muy particulares pero que en sí no dejan de nutrir el campo de investigación en didáctica y pedagogía. Iniciar esta revisión y preguntarme sobre la naturaleza del conocimiento profesional del profesor en la idea de la enseñanza de la biotecnología, me fue dirigiendo a abordar conceptos estructurantes: disciplina, campo y territorio, didáctica, pedagogía y educación, profesión y profesión del profesor, metacognición –metadisciplinar-, biotecnología y educación en biotecnología.

Ante esto es de expresar que es contradictorio que muchos autores, no obstante de abordar elementos teóricos tan profundos y tan dicentes de lo que a mi parecer es lo que se debería pensarse sobre la pedagogía y la didáctica y/o conocimiento del profesor para proyectar aún más su teorización y epistemologización, en términos de lo que han plasmado algunos autores como lucha de tensiones y presiones entre los campos o disciplinas de conocimiento (Bourdieu) siempre que por sus naturalezas tienen un territorio académico desde el cual se fraguan maneras de pensar y naturalizar ciertos objetos, de concebirlos y seguir sus propias tradiciones y creencias sobre este fetiche, suelen localizar y posicionar el conocimiento y teorías en territorios académicos con naturaleza distinta a la que deviene de la didáctica y la pedagogía como disciplinas de conocimiento, lo cual implica problemas para éstas en cuanto a su estatus epistemológico y de paso para el conocimiento profesional del profesor.

Siendo osado, he propuesto establecer el *conocimiento profesional didáctica del profesor* en el territorio académico que denomino *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, en la idea de que sus disciplinas específicas –didáctica de la matemática, de la biología, música, etc.- no sean establecidas en otras ciencias, es decir que sean reconocidas no en otras ciencias sino en sus propias ciencias.

Con esto entonces se hace visible *per se*, según sus propios objetos, miembros y lógica de investigación, no solo ante otros territorios académicos sino también los *territorios, soberanía de los Estados*. Lo anterior tiene sentido, en cuanto a que la profesión de enseñar –de ser formado como profesor, *strito sensu*- no debería seguir siendo la profesión de todas las otras profesiones ni el resultado de los designios emanados únicamente por los Estados. En el marco de las tensiones lo que suele ser óbice en las configuraciones emergentes de territorios académicos, es la invisibilidad que tanto los territorios académicos como los territorios de Estados suelen mantener.

Así pues, dicho de otra manera, gradualmente y de manera sinérgica, el seguimiento y análisis a los constructos anteriores me han conducido a proponer la categoría *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, como territorio académico que configura, en general, el *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias*, y en específico, y como ejemplo, la enseñanza de la biotecnología. En congruencia con esto, cabe también manifestar que siendo la realidad del mundo tan

compleja no se puede desconocer que la enseñanza formal en las instituciones de educación no lo sea, mucho menos que el conocimiento del profesor no advierta sobre la misma ante los contenidos a enseñar. A juzgar por lo que caracteriza la realidad, el conocimiento del profesor se puede reconocer que este es metadisciplinar.

El andamiaje que construyo para esta tesis doctoral es resultado del abordaje de documentos escritos que fueron las fuentes para la recolección de datos, que sin duda dieron muchos de los significados y sentidos –en relación biunívoca con quien investiga- a los conceptos estructurantes que instituyen los capítulos. En particular en el capítulo VI se analizan 181 artículos sobre educación en biotecnología, y de estos, 48 que enfatizan en el profesor; los demás capítulos beben de libros o artículos especializados.

Para la escritura he tenido sumo cuidado de citar puntualmente algunas ideas esenciales de los autores ya sean de fuente primaria o secundaria, esto con el fin de no distorsionar lo que de fondo han tenido como gramática y semántica para explicitar el contenido de su pensamiento. En otros casos he procedido a parafrasear los contenidos de conocimiento propendiendo por mantener la lógica, de lo que el autor quiso decir.

Las citas textuales tienen la finalidad de no caer en la plena subjetividad, se convierten en las pruebas empíricas que no dejan desviar lo que quieren decir y/o expresar. Hago uso de las citas para recusar y escribir en sentido contrario a las mismas o para admitirlas en tanto aportan a sostener el planteamiento de esta tesis. Es decir, el hecho de citar puntualmente o parafrasear enunciados, no quiere decir siempre que esté en total acuerdo con todos los planteamientos y razonamientos del autor, sino más bien que reconozco en el enunciado elementos de discusión que aportan a los análisis, interpretaciones y argumentos que intento nutrir. En consecuencia, reconozco que las ideas, conceptos o teorías de los autores aportan para fundamentar y avanzar en la investigación desarrollada, no obstante que la orientación de la tesis deviene de los propios intereses y concepciones de quien investiga.

En consonancia con el problema de investigación, las tesis explicitadas y objetivos propuestos, el enfoque metodológico es fundamentalmente cualitativo interpretativo, sin desconocer que en algunos momentos se presentan resultados de corte porcentual. El tipo de investigación es documental teniendo en cuenta que los insumos para esta investigación corresponden a documentos escritos (artículos y libros) que abordan las ideas de: campo, disciplina y territorio; posicionamiento frente al conocimiento del profesor, y a la naturaleza de la biotecnología; específicamente artículos especializados en relación con la educación en biotecnología –y de estos los que enfatizan en el conocimiento del profesor-, los cuales fueron seleccionados, organizados y sistematizados según categorías provenientes de los mismos.

En todo caso, la investigación buscó que la metodología, teoría (s), objeto y objetivos –con su consecuente problema-, y tesis, estén puestos en escena de manera sinérgica para que al unísono se constituyan y sean constituyentes a lo largo de la escritura del documento, es decir, propendí por tener una mirada compleja, en la que los conceptos analizados se correlacionan para dar cuenta de la lógica que se fragua al estructurarlos en su conjunto, esto no empero de presentar el escrito de la investigación por capítulos, que a la vez busco sean entendidos como un todo, en el que los apartados no son más que una manera de profundizar en unos aspectos que se encuentran rondando todo lo demás y que facilita al escritor y al lector hacer un seguimiento y elaboración de la esencia de la disertación.

El contenido de este documento se encuentra organizado en siete capítulos, los cuales descritos de manera general corresponden a:

**Capítulo I:** se presentan los elementos que dan la razón de ser de esta tesis doctoral en la idea de bosquejar su planeamiento y contextualización. Para ello entonces se encuentran desarrollos referentes al enfoque del problema de investigación, el acontecer del conocimiento del profesor; la condición de la biotecnología, el por qué investigar la educación en biotecnología y las razones de la coexistencia de la educación y la biotecnología, junto con lo que acontece nacionalmente e internacionalmente para estas. Sobre la primera, en lo que tiene que ver con la formación de profesores, estándares de educación, grupos de investigación; para la segunda, la llegada de la educación en biotecnología a las escuelas, y en este sentido la conformación de redes. Se finaliza el capítulo con la explicitación de preguntas y objetivos de investigación.

**Capítulo II:** se realiza un acercamiento al posicionamiento que como investigador tomo respecto a la metodología y su significado en la configuración del conocimiento para esta tesis. En este sentido, se avanza en una aproximación a los preceptos y enfoques epistemológicos, ontológicos y metodológicos; a la función de la reflexión epistemológica y la relación de investigador y el objeto de estudio. Se plantean los referentes para la construcción de conocimiento teniendo en cuenta los aspectos anteriores, y el campo desde donde se realiza la investigación y se constituye el objeto. Se expresa lo que es la teoría fundamentada en los datos, la investigación documental, lo que se entiende por categoría y dato, se identifican los criterios para la consecución y selección de artículos; por último, se realiza una síntesis respecto a la configuración y metodología, a propósito de la construcción de conocimiento en esta tesis.

**Capítulo III:** se inicia haciendo una presentación con respecto a la relación entre conocimiento y educación, seguidamente se recogen algunos referentes sobre educación y profesor que han sido explicitados en algunos libros de autores tales como, Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Kuhn y Foucault; se continua con un análisis conjunto a los autores anteriores. Posteriormente, se identifican los conocimientos que en teoría se ha elaborado sobre disciplina, territorio y campo de conocimiento, a partir de lo anterior se realizan análisis a los conceptos.

**Capítulo IV:** se inicia con una breve exposición del panorama general del capítulo a explorar. Luego, de forma sucinta se identifican algunos elementos - *fundamento, el profesor y el alumno*- del *Tratado de la Enseñanza* de Luis Vives. Se continúa con la exposición del libro la *Didáctica magna*, de Juan Amós Comenio, resaltando planteamientos en cuanto a el papel de la religión y de los padres de familia, el alcance de la educación, los tipos de escuelas, las relaciones profesor y estudiante, y los fundamentos generales y específicos que orientan la enseñanza y el aprender. En el contexto de lo expuesto se realizan análisis generales. En otro apartado se describe la emergencia de la didáctica y la pedagogía, y se analizan a propósito de la *Didáctica magna*. Se avanza en explicitar el lugar de la didáctica como ciencia o disciplina de conocimiento, los elementos que la consolidan, el uso que la excluye o incluye, las dificultades devenidas de la construcción de su conocimiento, y las circunstancias para la producción teórica. Posteriormente, se abordan análisis respecto a la pedagogía como disciplina de conocimiento. Por último se exponen las convergencias y divergencias acontecidas de la didáctica y la pedagogía.

**Capítulo V:** Se organiza en cinco apartados. El primero señala las didácticas que han emergido y las posibilidades de ser pensadas; el segundo apartado, pone de relieve, a propósito del posicionamiento para la tesis, los argumentos que algunos autores han esbozado para establecer la didáctica de las ciencias como disciplina -se destaca aspectos históricos, fundamentos epistemológicos, la función del capital simbólico, la conformación de los miembros y líneas de investigación; en el tercer apartado, se realizan algunas aproximaciones a la complejidad de la idea, naturaleza y razón de ser de las profesiones, y la relación con las disciplinas; en el cuarto apartado, se avanza en la profesión de profesor destacando su conocimiento especializado y qué esto representa para didáctica y pedagogía, se esbozan las tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor; por último en el apartado cinco, se despliega la idea de meta-conocimiento/disciplina/cuestiones a propósito de pensar en el profesor, su conocimiento y el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, como fundantes del mismo.

**Capítulo VI:** se abordan aspectos referentes al conocimiento de la biotecnología y la educación de la biotecnología, estructurando el capítulo en cuatro apartados. En el primero se muestra a la biología como las ciencias de donde deviene la biotecnología; se realiza una aproximación a la historia de la biotecnología y la biología molecular; se describen las tensiones y presiones entre los campos que investigan el material genético. En el segundo apartado, se avanza en poner evidencia lo que algunos autores han planteado representa la biotecnología como cambio de paradigma; la influencia de la biotecnología en varios sectores y lo que se ha indicado como aspectos positivos y negativos de los desarrollos y aplicaciones de esta; se abre el panorama en tanto las expresiones que señalan la continuidad o discontinuidad entre la biotecnología tradicional y la biotecnología moderna, y lo que de fondo se ha planteado, sobre todo filosóficamente, en cuanto a la producción o reproducción de la naturaleza, y a las implicaciones de la biotecnología en tanto biopoder. En el tercer apartado, se pone de manifiesto lo que se evidencia en 181 artículos sobre educación en biotecnología en lo referente a los años en que se realizan las publicaciones, países, nombres de las revistas, idiomas y autores. Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se caracterizan 48 artículos sobre educación en biotecnología que han enfatizado sobre los profesores -seleccionados de los 181 artículos anteriores-, se avanza en el análisis a profundidad en los contenidos de estos artículos teniendo en mente aspectos que les subyacen, tales como: las preguntas y objetivos de investigación, metodologías, resultados y sugerencias explicitadas; estos análisis se tejen en relación a categorías y subcategorías emergentes de los mismos contenidos de los artículos, tabla 6.2. El cuarto apartado, destaca elementos clave que devienen de los capítulos anteriores, que puedan aportar hacia una posible enseñanza de la biotecnología en Colombia.

**Capítulo VII:** se presentan las conclusiones y proyecciones que resultan del ejercicio de la investigación en esta tesis.



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

En este capítulo se ponen de manifiesto los elementos que de manera sinérgica constituyen los demás capítulos de esta tesis. Es decir se exponen los elementos generales que son la razón de ser de realizar esta tesis y que promueven categorías que emergen de los planteamientos de varios autores sobre los conceptos abordados y de la propia idiosincrasia de quien aborda los análisis, interpretaciones y argumentos en este escrito. Así pues, el capítulo esboza en un primer momento el planteamiento y enfoque del problema de investigación; para ello se presenta lo atinente a los conceptos que rondan la naturaleza del conocimiento del profesor y las tensiones y presiones que se pueden percibir en torno al mismo en cuanto a los territorios académicos y de Estado. También se bosquejan algunas ideas sobre lo que representa el conocimiento biotecnológico en términos de lo económico, la educación y la política. Se prosigue con la presentación sobre el accionar del avance de la biotecnología y su comercialización y cómo entonces este conocimiento se torna indispensable de incorporar a la educación. Posteriormente, se abre paso a un apartado que establece cómo la biotecnología y la educación son prácticamente que inseparables, desarrollando aspectos en cuanto a la formación de profesores en Colombia, los grupos de investigación y los objetivos estatales sobre la educación en ciencias, seleccionando los más atinados a la biotecnología. Se exponen algunos de los antecedentes internacionales en cuanto a la introducción de la biotecnología en las escuelas y la conformación de redes para promover la educación en biotecnología. Por último, se explicitan las preguntas y objetivos de investigación.

### **1. Planteamiento y enfoque del problema de investigación**

#### **1.1. Encrucijada expuesta en el devenir del conocimiento profesional del profesor**

Iniciar esta investigación me evocó rápidamente a preguntar sobre la naturaleza del conocimiento profesional del profesor máxime si se tiene en mente lo que Valbuena (2007) ya expresaba:

“Una de las principales limitaciones y dificultades, tanto del desarrollo profesional docente, como de la formación inicial del profesorado, es el considerar que los profesores son simples transmisores de conocimiento. Subvalorando así, o en el peor de los casos, desconociendo la existencia del conocimiento específico que identifica a

---

<sup>1</sup> Algunos apartados de este capítulo ya corresponden a algunos de los desarrollos de los resultados sobre artículos de educación en biotecnología, o al seguimiento realizado a biotecnología y al conocimiento del profesor que serán motivo de mayores análisis en profundidad en capítulos posteriores.

los docentes y que les faculta para ejercer de una manera profesional la enseñanza, diferente a como lo podría hacer un profesional de otra área.” (p.21)

La negación de un estatuto epistémico propio a la profesión de enseñar, sin duda deriva en múltiples alcances, en cuanto al estatus profesional, la identidad en la misma, la presión directa y sin obstáculos que ejerce el Estado sobre la profesión al estar en su territorio, al igual que la presión que mantienen territorios académicos externos al territorio de la didáctica y la pedagogía, cuando abiertamente integran profesionales de todas las disciplinas.

Entonces, los análisis sobre las características del conocimiento del profesor de ciencias a la vez que abordar inicialmente el tópico específico de enseñanza de la biotecnología, me fue dirigiendo a localizar conceptos estructurantes - disciplina, campo y territorio, didáctica, pedagogía y educación, profesión y profesión del profesor, metaconocimiento –metadisciplinar-, biotecnología y educación en biotecnología- que posibilitaran entender el juego que se da tanto en interior como en exterior, de los territorios académicos, y de estos con el territorio de los Estados.

En este sentido, entiendo y sostengo que a la didáctica y a la pedagogía se les ha interpretado y/o reinterpretado, por lo general, desde diferentes lugares, tanto académicos y de Estado, de manera poco asida a un territorio académico propio a la naturaleza de producción de su conocimiento y acción en la práctica. Se han dejado a la deriva no obstante de que se han desarrollado argumentos que las proponen como disciplinas o incluso ciencia (s). Durante varias décadas la didáctica y la pedagogía han sido incluidas en territorios académicos que, haciendo uso de sus lógicas para pensar sus objetos, han tomado el de estas para pensarse a sí mismas. La de “más vieja data” y de mayor acogida es las ciencias de la educación propuesta por Kant, que con el tiempo fue tomando distintas maneras de ser entendida. Otras ciencias no fueron indiferentes, egoístas y cedieron un espacio a la pedagogía y a la didáctica, dentro de sus territorios, tal es el caso de las ciencias sociales y las ciencias humanas.

No era para menos que esto ocurriera, dado que la didáctica y la pedagogía no eran pensadas como disciplinas, mucho menos como ciencias, en el sentido que tiene hacer uso propio de un territorio que blinda al conocimiento que produce por las características del o de los objetos que investiga, y por la exigencia del derecho de admisión al campo. Luego entonces los referentes teóricos que explican la naturaleza de las disciplinas, y en clave de estas el seguimiento que se tiene sobre la didáctica y la pedagogía y su razón de ser en el devenir del conocimiento del profesor, además de lo que representa en la actualidad la biotecnología para los Estados, más claramente para el capitalismo, y lo que en principio evidenció sobre la educación en biotecnología, como brevemente presentaré, luego de lo que sigue, me ha conducido a proponer y sostener –quizá de manera osada, atrevida- las siguientes tesis que se encuentran estrechamente relacionadas, a saber:

**Tesis I:** El conocimiento del profesor se ha configurado en territorios académicos distintos al de la didáctica y pedagogía, siendo entonces ampliamente dependiente no solo de estos territorios sino también del *territorio de los Estados*.

**Tesis II:** Las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* podrían ser la razón ontológica y epistemológica para la formación de futuros profesores de ciencias y la cualificación de los que están en el ejercicio de la profesión de enseñar, en particular, la biotecnología. A decir por los resultados de varias investigaciones, las características del conocimiento del profesor de ciencias conducen a reconocerlo como metadisciplinar.

**Tesis III:** Las investigaciones sobre educación en biotecnología que tienen como énfasis al profesor se han fundamentado en las lógicas de ciencias distintas a *las Ciencias Didácticas y Pedagógicas*.

Estas tesis, que son defendidas en esta investigación no son pensadas de manera aislada las unas de las otras sino todo lo contrario en una atmósfera y ambiente de complejidad y sinergia que inunda todos los capítulos construidos, todos están en función de todos. Precisamente, la producción de dichos capítulos que se revisten en la configuración, tienen transversalmente una metodología que conduce todo el quehacer de la investigación, no obstante que hay un acento especial en cada uno de los capítulos.

Vale aclarar que abordar los análisis de cada uno de los posibles *territorios académicos y territorios de Estados*, o incluso establecer las posibles relaciones entre estos, desborda con creces las posibilidades para esta tesis. Lo que considero si se encuentra alcanzable, es abordar los conocimientos que se ha elaborado sobre estos para ponerlos a la luz de las tesis anteriores y a la luz de los objetivos y preguntas de investigación que unas páginas más adelante explicito.

Realizar dicho abordaje tiene sentido en cuanto permite reconocer la dinámica que se fragua en el interior de un *territorio académico* –campo, disciplina- a propósito de este y su relación con el exterior, la presión de otros territorios académicos y territorios de Estado. Así pues, esto favorece acercarse a comprender las diferencias y/o coincidencias en argumentos, objetos, hechos, etc., de los territorios académicos, sus cercanías, gramáticas, discurso; no obstante, va más allá, dado que facilita entender la dinámica de producción de conocimiento, las tensiones, presiones, al igual que el lugar que por lo general ha ocupado el profesor y su conocimiento a la luz de la dinámica de lucha por el territorio.

Ciertamente, reconozco las complejidades que encierra el devenir de la didáctica y la pedagogía en cuanto a cómo emergen en epistemologías de naturaleza heterogénea, en conceptos, principios, teorías, que aportan a su constitución en diferentes momentos, por lo que curiosamente nace, en parte, la fabricación y defensa de las tesis ya bosquejadas.

En función de lo anterior y que es otro constructo de esta tesis, tiene el asidero en el conocimiento biotecnológico, y la educación en biotecnología -enseñanza, *stricto sensu* para mí- promulgada en varios países en aras de incorporar contenidos de biotecnología en los currículos en las instituciones escolares para formar a los futuros profesores, o a los que ya están en ejercicio, y promover la concientización de las personas.

Bajo estas premisas, se puede decir que pensar en la palabra *configuración* –en el capítulo II, busco profundizar en esta palabra- me condujo inevitablemente a realizar revisiones literarias de naturaleza filosófica, epistemológica, histórica, sociológica y de educación, en la intención de entender los conceptos estructurantes antes mencionados, fundamentar y sostener las tesis que dimensionan lo que he referenciado como *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias*, el cual identifiqué en el territorio académico que denominé *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, en la idea de que estas disciplinas no sean establecidas en otras ciencias, es decir que sean reconocidas no en otras ciencias sino en sus propias ciencias. Con esto entonces se hace visible *per se*, según sus propios objetos, miembros y lógica de investigación, no solo ante otros territorios académicos sino también los *territorios de los Estados*. Lo anterior tiene sentido, en tanto la profesión de enseñar del profesor *stricto sensu*, no debería seguir siendo la profesión de todas las otras profesiones ni el resultado a



ultranza de los diseños emanados por los Estados, sin mayores objeciones como ocurre bajo la idea instalada de Ciencia (s) de la Educación.

## **1.2. Poder del conocimiento biotecnológico: economía, política, educación**

El conocimiento y su valor económico con la entrada del capitalismo en la modernidad ha generado diferentes dinámicas en las sociedades del mundo, tanto en lo relacionado con su producción como en su utilización para dar solución a diferentes problemas: desde los sociales pasando por los medicinales y ambientales, hasta los económicos. En tal sentido, el conocimiento se ha convertido en uno de los bienes más representativos para su propio desarrollo y el de las personas, sociedades y Estados que los entienden como propios y propicios para su desarrollo científico-tecnológico y económico.

Los cambios en la dinámica de la construcción del conocimiento, los objetos y/o sujetos sobre los cuales se investiga y el usufructo que se persigue, la forma como se ha transformado la sociedad por la incidencia de los adelantos de la ciencia y la tecnología, ponen de manifiesto la necesidad de adelantar investigaciones sobre las características de dichos conocimientos, para de tal manera poder analizar los objetivos de enseñanza que son diseñados en y para la formación de las personas.

Precisamente, la biotecnología ha sido reconocida como un conocimiento que está interrelacionado con otros conocimientos que influyen y tienen sentido en la configuración y dinámicas de las sociedades y economías del mundo actualmente (Edmondston, Dawson y Schibeci 2010). Moses (2003) haciendo un análisis en el contexto de la Unión Europea ya explicitaba que “La biotecnología está lista para hacer un impacto progresivamente significativo en las economías de los países ricos y pobres, y en las vidas de sus ciudadanos.” (p.220). Por su parte, Narasimharao (2010) pone de relieve que:

“Los gobiernos de todo el mundo adoptan la biotecnología como el próximo motor tecnológico importante para el crecimiento económico. La biotecnología, con su compleja y acumulativas tecnologías que cubren casi todas las principales áreas de la vida humana, desde el dormitorio a la sala de juntas, tiene una influencia inequívoca en el desarrollo socio-económico.” (p.73).

Según Orozco y Chaves (2004:7):

“A partir de la década de los ochenta la biotecnología empieza a tener un papel importante en las políticas de algunos países, especialmente los desarrollados, que le apuestan a este campo como un elemento clave para consolidar la competitividad y el desarrollo económico. En Latinoamérica el tema tiene relevancia especialmente en Argentina, Brasil y México, que implementaron programas nacionales y políticas de apoyo específico para articular desde la política nacional el desarrollo integral de la biotecnología<sup>2</sup>.”

La política y la economía son indisociables, como también lo es la educación cuando tiene relación con la investigación, desarrollo y comercio de la biotecnología, esto dadas las implicaciones filosóficas, bioéticas y ambientales, por la necesidad de formación de talento humano para la investigación y la construcción de concepciones, actitudes, creencias, representaciones e intereses en el público sobre los

---

<sup>2</sup> “México no tiene un programa nacional de biotecnología, como si lo tiene Argentina, que lo creó en 1982, y Brasil, que lo creó en 1981.” (Orozco y Chaves, 2004:7).

adelantos científicos. Entonces, la educación en biotecnología se convierte en un punto central para el crecimiento y mantenimiento de la biotecnología como lo indican publicaciones de algunos países: Argentina (Occelli, *et al*, 2011); Australia (Kidman, 2007 y 2009); Brasil (Rota e Izquierdo, 2003); Colombia (Valbuena, 1998); Estados Unidos de América (Zeller, 2002); Hong Kong (Lui, y Chan, 1999); Israel (Herskovic, 2002); Malasia (Firdaus-Raih, *et al*, 2005); Reino Unido (Jenkins, 1999); Turquía (İncekara and Tuna, 2011); Unión Europea (Moses, 2003); entre otros.

Sin duda, muchos países han visto en las investigaciones en biotecnología y la educación, un punto de anclaje de sus economías sobre todo los que cuentan con avances científicos significativos, otros están apenas empezando, no obstante de tener una alta riqueza en biodiversidad. Como manifiestan Firdaus-Raih, *et al* (2005):

“La educación en biotecnología en los países en desarrollo sigue siendo uno de los factores de limitación en la realización óptima de capacidad de recursos humanos para impulsar y aprovechar los recursos biológicos de estas naciones. Muchos países en desarrollo se encuentran dentro de enclaves de rica biodiversidad.” (p 10).

Como es sabido, el material de investigación de la biotecnología moderna tiene su asidero en el uso de células, tejidos u organismos para ser modificados genéticamente, especialmente, por parte de algunas empresas multinacionales que abarcan el comercio mundial, lo cual comprende el poder de control sobre lo vivo. En razón de esto se puede entender, desde la filosofía, lo que Lemm (2009:118) ya declaraba como “biopolítica negativa” (política sobre la vida) y “biopolítica positiva o afirmativa” (política de la vida). En este sentido, la polémica y debate por el impacto que puede tener en el ambiente la producción agrícola y el control de enfermedades, además de las discusiones de tipo bioético, tienen diferentes niveles de complejidad, máxime las connotaciones de convertir a los seres vivos en objetos de explotación económica (Hernández, 2008). Según Sibia (2006:194):

“En varios países, desde la década de 1980, se suceden tentativas para frenar o prohibir los más diversos experimentos de la tecnociencia fáustica, especialmente los proyectos de clonación y las investigaciones genéticas en la línea germinal humana...El impulso que guía estos saberes parece desconocer todo y cualquier límite.”<sup>3</sup>

Por las implicaciones que tiene la biotecnología en las *concepciones de vida y vivo* en las personas, empresa o Estado (políticas de investigación y educación) y la manera como se reconfigura con otros campos de conocimiento, *stricto sensu* la enseñanza didáctica de la biotecnología puede adquirir complejidades de diferente calado según sea el tema que se trate: gen, transgénicos, terapia génica, clonación, control de plagas, información genética, fitomejoramiento, xenotransplantes,

---

<sup>3</sup> Para desarrollar su argumento respecto a dos posibles maneras de entender la tecnociencia Sibia (2006) recurre a dos figuras míticas de la cultura occidental: Prometeo y Fausto. Para cada una de estos escribe que “La tradición prometeica y la tradición fáustica constituyen dios líneas de pensamiento sobre la técnica que pueden rastrearse en los textos de teóricos y científicos de los siglos XIX y XX. [p. 44]...Si la tradición prometeica pretende doblegar técnicamente a la naturaleza, lo hace apuntando al “bien común” de la humanidad y a la emancipación de la especie, sobre todo de las “clases oprimidas. Apostando al papel liberador del conocimiento científico, este tipo de saber anhela mejorar las condiciones de vida a través de la tecnología.” [p. 45]... los devotos del prometeismo consideran que hay límites con respecto a lo que se puede conocer, hacer y crear. Se percibe en sus discursos un espacio reservado a los misterios del origen de la vida y de la evolución biológica, todas cuestiones que excederían la racionalidad científica...ciertos asuntos pertenecen exclusivamente a los dominios divinos. [p. 46]. En cuanto a la perspectiva fáustica, la autora señala que “...los procedimientos científicos no tendrían como meta la verdad o el conocimiento de la naturaleza íntima de la cosas, sino una comprensión restringida de los fenómenos para ejercer la previsión y el control; ambos propósitos estrictamente técnicos. Es inevitable asociar los criterios fáusticos a la tecnociencia contemporánea. Hasta podríamos insinuar que existe una cierta afinidad entre la técnica fáustica –con su impulso hacia la apropiación ilimitada de la naturaleza (humana y no humana) y el capitalismo, con su impulso hacia la acumulación ilimitada de capital.

bioremediación, bioseguridad, biodiversidad, eugenesia, células madre, patentes, uso de suelos, comercio y consumo de productos, entre otros.

Hasta aquí, se refleja que la biotecnología tiene fuertes connotaciones sociales que abarcan dilemas de corte ambiental, alimentario, bioético, médico, político, geográfico, investigativo y económico. Ante esto, tiene sentido lo que Braun y Moses (2004) advertían en cuanto a que la biotecnología es una de las áreas en la que muchas personas se encuentran insuficientemente informadas y claramente tienen dificultades para enfrentarse con la realidad y el significado procedente. Debido a que algunos de sus aspectos ofrecen vínculos para distintos grupos de interés, para defender sus propias agendas sectoriales, la biotecnología se presta para la distorsión y tergiversación en la cual la desconfianza y las perplejidades de la población, juegan en el logro de objetivos políticos y comerciales, entre otros.

En concordancia, Moses (2003) escribe:

“... el enorme ritmo de los avances en la genética inevitablemente seguirá desconcertando, generando dolores de cabeza y quizás asustando a los no especialistas, sobre todo si él o ella tienen una mala comprensión de la ciencia subyacente. Será aún más esencial en el futuro que en el presente que un ciudadano informado conozca sobre la biotecnología y comprenda algo de su base científica.” (Moses, 2003:220).

Para DaSilva (2004), los científicos y medios de comunicación, radio, televisión, cine y arte, al igual que periódicos nacionales e internacionales e internet, tienen un papel fundamental en la divulgación de los avances de investigación en biotecnología, los cuales les resultan de gran interés por las connotaciones sociocientíficas. Disintiendo con DaSilva, no obstante que tiene razón en lo que plantea, también es razonable que no se les puede delegar la función de enseñar a los científicos y a los medios de comunicación, mucho menos si se propende por alcanzar que el ciudadano (Moses, 2003) comprenda algo de las bases científicas de la biotecnología.

Existe la constante por informar, “distraer”, entretener, caricaturizar, ocupar el tiempo, generar confianza en la compra y consumo de productos<sup>4</sup> pero no por enseñar didácticamente el conocimiento conducente, según France (2000); Dori, Tal y Tsaushu (2003); Leslie y Schibeci (2006); Garritz y Velázquez (2009), Kidman (2009), a la comprensión de los avances científicos, su aplicación e implicación.

Las instituciones y profesiones tienen objetos sociales desde los cuales desarrollan y orientan miradas respecto al derecho, la medicina, la economía, etc., pero cuando se trata de educación esta es posible de ser revisada, propuesta y desarrollada desde cualquier atalaya –no se distingue el objeto social (aunque se puede decir que es la educación) de las instituciones educativas y de la profesión del profesor y su conocimiento específico, por lo que todo el mundo se inmiscuye-, esto es tanto más verdad en cuando se refiere a resultados de investigaciones que se sabe tienen un amplio interés por las industrias y empresas –por el masivo comercio de servicios y productos- y por las instituciones de investigación que reciben financiación del o de los Estados según sean nacionales o internacionales. La asociación entre investigación y empresa es un hecho ineludible al igual que su relación con la educación –llamada por algunos “científica”- para el desarrollo de talento humano y para disminuir el impacto que

---

<sup>4</sup> Tirado (2009), ya ponía de presente que “La dinámica de los públicos obliga a una gestión que pasa por el control de la opinión, del lenguaje, de la producción de regímenes de signos, de la circulación de saberes, de criterios para el consumo y de la memoria.”(p. 104).

puede tener la misma en la sociedad máxime cuando se trata de manipular información genética para obtener ganancias. Por el momento se puede poner de relieve que la educación atraviesa la integridad de las personas, porque la misma está en función de todas las personas.

Un espejo de lo que otros países han propuesto y desarrollado para la educación en biotecnología es lo que se propone para nuestro país en las directrices establecidas en el libro “*La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015*” publicado en 2008 por el *Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”* (Colciencias). En uno de los apartados de este libro se señala la necesidad de capacitar a los periodistas para la divulgación de la biotecnología; sin embargo, no se evidencia la necesidad prioritaria de actualizar a los profesores de ciencias en ejercicio en la enseñanza de la biotecnología como tampoco en la formación de los futuros profesores; no es una preocupación mayor el análisis de la enseñanza y la fundamentación de la didáctica, como tampoco lo fue, se puede asegurar al indagar el mismo libro- en otros países desde donde se toman las experiencias.

Ahora, el hecho que instituciones y profesiones de diferente naturaleza se inmiscuyan en la educación tiene que ver con la imprecisa imagen que se tiene de quién es en si el profesor y la relación de su conocimiento con una profesión y su consecuente enseñanza. Se excluye del foro académico al profesor, o se lo ubica desde disciplinas ajenas a su disciplina de conocimiento –la didáctica y la pedagogía-, se desconoce su conocimiento especializado, poniendo al servicio de la economía los dispositivos más rápidos y potentes de control social, los cuales desechan las posibilidades del discernimiento y de desarrollo dialéctico de las personas. En este sentido el profesor es algo así como un instrumento para alcanzar metas, las características del conocimiento *a enseñar* y las del conocimiento del profesor son poco investigadas.

Se puede entender que en esencia lo que ha primado es dar información efímera y rápida sobre la biotecnología ya que ni los periodistas ni los científicos pueden detenerse a enseñar, explicar, profundizar sobre los temas tratados dado el tiempo y/o espacio, según sean medios auditivos/visuales, escritos (periódicos, folletos) o televisivos, y porque tampoco su objetivo es enseñar. Lo mismo ocurre con quienes ingresan a ser profesores desde profesiones distintas a la profesión de enseñar conocimiento.

En todo caso, resulta contradictorio que en los discursos políticos se suele declarar que la educación es la base del desarrollo de los Estados, y a veces también reconocer que el profesor es un actor esencial para alcanzar tal desarrollo, no obstante, es una constante que se entienda al profesor y la enseñanza del conocimiento como si fuera traído directamente de las disciplinas llamadas científicas, por lo que entonces se espera que el aprendizaje sea producto de estas. En esta perspectiva y ante la poca claridad sobre la naturaleza del conocimiento biotecnológico y su estatus epistemológico, y a su amplia divulgación, se puede señalar que los aprendizajes no son más que información o datos sobre los avances de las investigaciones y su correlación con la comercialización de la biotecnología.

Considero que la pedagogía y didáctica de las ciencias, como disciplinas, podrían contemplar la enseñanza de la biotecnología como un problema legítimo de investigación. Por lo que se torna fundamental analizar desde estas, las aristas –epistemológicas, socioculturales, ambientales y económicas- desde donde puede ser entendido *el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología*.

Desde luego que esto tiene que ver con la concepción de qué persona se quiere y para qué se quiere en la sociedad, lo cual puede comprender matices que pueden ir desde posturas que defienden la formación de personas conscientes y que comprendan y entiendan el conocimiento, medios y fines de la biotecnología (Kidman, 2009), hasta los que tienen el interés de cambiar posibles actitudes de rechazo hacia los desarrollos científicos y la comercialización de productos y servicios (Zeller, 1994; Lui y Chan 1999; Zeller, 2002; Turkmen y Darcin, 2007; Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009).

Es indudable la riqueza que se encuentra en las publicaciones sobre la educación en biotecnología de varios países, las cuales son para esta investigación un insumo, junto con la teorías sobre el conocimiento del profesor y las propuestas para entender la didáctica de las ciencias como una disciplina, aunque no como el conocimiento disciplinar del profesor, el germen que estructura y genera el desarrollo de esta investigación doctoral.

## **2. Razones que conducen a examinar la educación en biotecnología y a repensar la enseñanza**

La educación en ciencias ha cambiado como consecuencia de los desarrollos científicos y tecnológicos; el conocimiento ha adquirido nuevas connotaciones, las ciencias y disciplinas se están configurando y reconfigurando, la manera de relacionarse las personas con el conocimiento se tensiona entre la función que cumplen las instituciones de educación, las científicas y los medios de comunicación en la formación ciudadana.

Es previsible que se estén manejando paradigmas, sostenidos por siglos en la ciencia, para ser pensada la educación, la enseñanza, el aprendizaje. Como lo expresaba Bourdieu (2003) en sus razonamientos sobre los campos de investigación:

“Todo lleva a pensar que las presiones de la economía son cada vez más abrumadoras, en especial en aquellos ámbitos donde los resultados de las investigaciones son altamente rentables, como la medicina, la biotecnología (sobre todo en materia agrícola) y, de modo más general, la genética, por no hablar de la investigación militar.” (p.8).

En suma como lo señala este mismo autor “...la ciencia está en peligro, y, en consecuencia, se vuelve peligrosa.” Es casi axiomático que la ciencia tiene un fuerte peso en los Estados y sus instituciones (y desde luego que en la educación, aunque Bourdieu no lo destaque, por lo menos no en el escrito que estoy referenciando), pero también es cierto que la manera tradicional de pensar al profesor, al conocimiento “científico”, la enseñanza, que desde antaño con Comenio se venía desarrollado en las escuelas, colegios y universidades, está en proceso de transformación hoy más que nunca. Los territorios disciplinares, las fronteras de los conocimientos están “perdiendo la autonomía” –que ha sido mal entendida-, el control y la regulación interna.

Analizar la función que tiene el conocimiento en el contexto de la globalización y la complejidad, en el andamiaje y fuerzas mercantilistas que generan nuevas maneras de entender a las personas, la materia (viva o muerta), lo inmaterial (valores, moral), las relaciones entre los países y las relaciones de las personas con lo vivo (plantas, bacterias, animales, etc.) y con el conocimiento, ha creado condiciones distintas para comprender y entender la función que el capitalismo tiene en el mundo de la vida y el mundo del trabajo.

En estos puntos, además de lo ya destacado superfluamente sobre el conocimiento biotecnológico, que se interrelacionan directa o indirectamente, se debería fraguar la función que tiene la educación para ayudar a comprender los posibles sentidos, significados, tendencias o enfoques, valor (es) que el conocimiento tiene para el desarrollo de las personas (intelectual, económico, emocional), sociedades y economías.

Suele hacerse ver la biotecnología de forma reducida, ya sea desde esta *per se*, bien desde lo económico, social, comercial o bioético, o determinista al hacerla ver como medio y fin para solucionar problemas de enfermedades, control de plagas, control ambiental; etc., negándose su presentación desde su naturaleza compleja, no solo en su configuración como campo de investigación, su nominación y estatus epistemológico sino además en cuanto a las interrelaciones con el mundo exterior.

Así pues, el conocimiento que se enseña no puede ser ingenuo, es decir, no puede ser enseñando sin conocer su origen, por qué, para qué, a quién, en dónde, cuándo y cómo se enseña. Es precisamente en función de lo que hasta el momento he planteado sucintamente, que toma vigor y significado el conocimiento del profesor, ya que debe entender la epistemología, filosofía, antropología, sociología e historia de las ciencias en función de lo que enseña, a la vez que relacionar y aproximarse a entender ontológicamente a quien aprende, en términos generales debe ser consciente de la orientación que está dando al conocimiento y de lo que está buscando sea aprendido.

Esto requiere del profesor, una formación profesional circunscrita en una ética, autonomía y conocimiento especializado complejo –metaconocimiento- que tiene consanguinidad con un objeto concreto de estudio: la *enseñanza* (Camilloni, Cols, Basabe y Feeney, 2008), que para el caso de esta investigación es el de la biotecnología.

Se avizora que el conocimiento biotecnológico es complejo, por lo que es de esperar que su enseñanza tenga ciertos niveles de dificultad. El reconocer que el conocimiento no se enseña ni aprende en *stricto sensu* de la biotecnología, no es sinónimo de que entonces se enseñe y aprenda de manera reduccionista, mecanicista, fragmentada o determinista. Ni mucho menos puede ser resultado de decisiones apresuradas, desprovistas del análisis sobre lo que implica la formación a través de conocimientos que tienen marcadas características de tipo bioético, político, económico y de mercado, etc., que conducen a transformar concepciones respecto a la vida y lo vivo dados los adelantos y alcances de la biotecnología, la cual desde la década de los cincuenta del siglo XX propende por la manipulación bioquímica de lo vivo mediante procedimientos técnicos y tecnológicos (bioinformática).

Las características esenciales de los seres vivos ya no son únicamente comprendidas desde posturas teológicas sino que también coexisten explicaciones resultantes y comprobables a partir de la manipulación de la información genética representada en una estructura molecular denominada ácido desoxirribonucleico (ADN). Esto ha derivado en la modificación genética de algunos seres vivos – bacterias, vacas, cerdos, plantas, etc.-, en la adjudicación de patentes y creación de empresas biotecnológicas, y desde allí en el lanzamiento al mercado de servicios y productos biotecnológicos. Los productos son los mismos organismos y/o los productos que estos producen –derivados- una vez modificados, los cuales son utilizados, *grosso modo*, en medicina, agricultura, remediación ambiental,

entre otros.<sup>5</sup> Desde la década de los setenta hasta la actualidad, el crecimiento de tales actividades ha sido acelerado.

Una década después de los setenta, países como Inglaterra y Estados Unidos de América llevan los contenidos de la biotecnología a las escuelas (Wymer, 1986), esto dado el desconocimiento de la sociedad sobre lo que es la biotecnología. De esta manera se busca evitar el rechazo que podrían recibir los productos y servicios biotecnológicos.

Desde los ochenta los análisis sobre las características del conocimiento biotecnológico, el por qué, para qué y cómo enseñarlo, suelen quedar relegadas a un asunto de detalle menor. Las implicaciones de enseñar conocimiento derivado de la biotecnología suele tener preocupaciones centradas en mostrar contenidos terminados y determinados, reducidos y fragmentados, presentados fundamentalmente a través de experimentos escolares que buscan cambiar o desarrollar actitudes positivas hacia la biotecnología como propenden Zeller (1994), Lui y Chan (1999) y Zeller (2002) al llevar contenidos biotecnológicos a la educación secundaria y media.<sup>6</sup>

En sentido contrario, Kidman (2009) plantea claramente que la educación en biotecnología no debe tener la intención de promover la biotecnología o formar estudiantes con actitudes positivas hacia ella. Una buena educación en biotecnología se da al proporcionar a los estudiantes conocimientos actuales y correctos, y las oportunidades para formar sus propios puntos de vista, basado en su comprensión de los riesgos, los beneficios y las desventajas de la biotecnología moderna.

Mclnerney (1990), como editor del libro *Teaching Biotechnology in School*, patrocinado por la Unesco, recoge la experiencia de Inglaterra y Estados Unidos de América, y análisis realizados con universidades de varios países -Bulgaria, Singapur, India, Alemania, Finlandia, China y Estado Unidos de América-, y destaca que dada la conformación y avances acelerados de la investigación e industria de la biotecnología, se acordó la necesidad de introducir algunos conceptos de estos en la formación de profesores y en la actualización de los que están en ejercicio, ponen de relieve la necesidad de introducir la biotecnología en la escuelas. Así por ejemplo se escribe:

“...el miedo al potencial impredecible de la biotecnología, así como la falta de confianza y aceptación en el público en general, han impedido la inclusión de la biotecnología en la educación escolar. Un obstáculo adicional podría ser que la escuela no tiene fácil acceso a la literatura para explicar qué es la biotecnología, qué de sus conceptos pueden ser enseñados a través de las disciplinas escolares ya existentes, y cómo algunas actividades prácticas pueden ser diseñados para enseñar las técnicas básicas de seguridad en los laboratorios escolares en la mayoría de países.” (Mclnerney, 1990:14).

Ahora, no obstante que en algunos apartados del libro Mclnerney (1990) hace alusión a que “La biotecnología combina la ciencia y la tecnología, y frecuentemente plantea temas socioeconómicos, políticos y éticos.” (p. 14), al igual que se señala que los profesores carecen de confianza y formación para el manejo de resolución de problemas y de temas controversiales, el referente es desdibujado, solo queda expresado en apartados sobre las implicaciones sociales de la biotecnología y la metas de la

---

<sup>5</sup> Desde este punto se podrían desarrollar otros aspectos sobre la aplicaciones biotecnológicas, que fueron, a propósito, motivo para llevar los contenidos a la escuela.

<sup>6</sup> Corresponde al high school.

educación, ya que el componente más desarrollado es el de sugerencias para la enseñanza, que se enfoca en la descripción de los materiales y equipos, necesarios para hacer experimentos con los estudiantes. De hecho se resalta que “Los experimentos están destinados a presentar la naturaleza de la biotecnología como una disciplina práctica, experimental.” (McInerney, 1990:108).

Veinte años después los objetivos prevalecen, el cambio no ha sido mucho. Los aspectos sociales, políticos, ambientales, históricos, económicos y bioéticos de la biotecnología, su complejidad no son presentados, aun cuando son evidentes no son la mayor preocupación, como tampoco lo son los profesores, por cuanto su conocimiento no se pondera como fundamental para la formación de las personas respecto al surgimiento e incluso de conocimientos tradicionales que han o pueden generar cambios de diversa índole.

Por lo general se piensa el conocimiento de manera simplificada y que por medio de experimentos es suficiente para superar la complejidad de los mismos, las características del conocimiento del profesor en la construcción del conocimiento de las personas, su idoneidad para abordar la enseñanza de manera profesional queda por lo general relegada a los periodistas y los científicos, quienes tienen un sentido, un objeto profesional distinto –informar- a la de un profesional formado como profesor: enseñanza de conocimiento.

Vale la pena destacar algunos de los riesgos que Castiel y Sanz (2006) han escrito respecto a la comunicación pública de contenidos biotecnológicos:

- Desde el punto de vista ético, concepciones consagradas como vida y su valor inviolable, reproducción, nacimiento, cuerpo, vienen siendo desechadas por la biotecnología.
- A partir del momento en el cual los mamíferos pueden ser (re)producidos artificialmente, la clonación del *Homo sapiens* y de sus tejidos y células, plantean muchos y complejos problemas no solo éticos, sino también psicológicos y sociales.
- En la perspectiva biológica contemporánea, el objeto de la disciplina no es la vida en sí, sino aspectos particulares relativos a los fenómenos físico-químicos que explicarían el funcionamiento de los seres vivos.
- Un último riesgo, señala que bajo la óptica de la economía de mercado ocurre una operación de doble aspecto incluyente/excluyente, que llevó, a) a la creación de un territorio de actividades de investigación biológica vinculada a la iniciativa privada, y b) como consecuencia de los anteriores, retirada del “monopolio” genético del foro estrictamente académico y restricción de su correspondiente margen de actuación, frente a la alta competitividad económica.

En estos cuatro puntos señalados se puede encontrar la alerta respecto a los efectos que la biotecnología puede generar en las personas –en cuanto a lo ontológico y su psicología-, al cambio de enfoque sobre el estudio de la vida y al acaparamiento del sector privado de las investigaciones que redundan en la producción de un mercado cada vez más poderoso. Así pues, se denota la importancia que ha adquirido la biotecnología y las implicaciones que tiene en varios sentidos, los cuales aunados a los objetivos de educación centrados en los experimentos y en enfoques que muestran solo la parte técnica, dejan ver el interés por formar personas más para el consumo que para que entiendan en sus múltiples dimensiones de alcance.



La manera de entender la educación y la enseñanza tienen implícito el ciudadano que se busca formar. Se puede pensar que las decisiones que se toman para la educación y la enseñanza formal tienen intereses más del costo *per cápita*, competitividad y desarrollo económico que de tipo analítico y reflexivo respecto a la naturaleza del conocimiento *que se busca enseñar, a quién se le enseña y cómo se le enseña*.

Se puede decir que prima, agresivamente, la lucha de los países por mantener su dominio y acaparar los mercados, las investigaciones científicas y tecnológicas; la competitividad económica entre los países es extrema por lo que se piensa que el fin justifica los medios. Ante este panorama las decisiones son tomadas sin sopesar suficientemente las características de la educación que se persigue.

Considero que muchas veces quienes dan las directrices sobre la política en educación son expertos que tienen concepciones enraizadas en campos distintos a la educación, ni hablar con respeto a la didáctica y pedagogía, aunque puede también ocurrir que sean denominados expertos de la educación pero en verdad sean economistas, abogados, etc., que han incursionado en la educación. Si se tiene en mente el crecimiento acelerado de la biotecnología, pues es un hecho que la educación formal es un proceso más lento, el estudio sobre *cómo enseñar, qué, por qué, para qué y en dónde enseñarlo* requiere de tiempos más prolongados, asunto que las industrias y empresas no toleran dado que les es apremiante tomar decisiones rápidas, el mercado y conocimiento es extremadamente dinámico, no hay tiempo para detenerse a analizar la naturaleza e implicaciones del conocimiento que se quiere llevar a la educación formal, la eficacia y la eficiencia son el interés que moviliza el diseño de las políticas en educación.

Ante esto es interesante el señalamiento que hace Rifkin (2009) en cuanto a que:

“Estamos yendo de la edad de la pirotecnología a la de la biotecnología. La velocidad de los descubrimientos es verdaderamente fenomenal. Se calcula que el conocimiento biológico se duplica en estos momentos cada cinco años, y en el campo de la genética la cantidad de información se duplica cada veinticuatro meses. Las posibilidades comerciales, según los científicos, están limitadas sólo por el alcance de la imaginación humana y los dictados y caprichos del mercado.” (p.38).

La brecha entre la ciencia y la sociedad es cada vez mayor dada la dispersión rápida de la ciencia y la tecnología (Nader, 2005). Por lo que, tratando de ir al ritmo del mercado y de las investigaciones científicas, investigadores de varios países desde mediados de los ochenta del siglo XX, pero sobre todo a inicio de los noventa –Argentina (Occelli *et al*, 2011); Australia (Garret, 2009; Steele y Aubusson, 2004); España (Jiménez, 2001); Estados Unidos de América (Wells, 1994; Brown, *et al*, 1998; Dunham, *et al*, 2002; Kwon, 2009); Hong Kong (Lui y Chan, 1999); Inglaterra (Wymer, 1992; Madden, 2005), Holanda (van Eijck, 2010); Nueva Zelanda (France, 2000); Turquía (Türkmen y Darcin, 2007; Usak, Erdogan, Prokop y Ozel, 2009), en la tabla 6.2 se pueden encontrar otros países- han avanzado en las investigaciones sobre educación en biotecnología en varios sentidos, como se evidenciará en el capítulo VI con los 181 artículos abordados.

Sin la intención de profundizar por ahora, cabe subrayar que en las publicaciones sobre la educación en biotecnología que enfatizan en el profesor -48 examinadas- están dando diferente estatus epistemológico a la biotecnología: disciplina (Aznar, 2000), multidisciplinar (Hernández, 2008),

interdisciplinar (Seki, Yoshida, Nihira y DaSilva, 2004). De tal forma se está relacionando la biotecnología en varios sentidos. También se evidencia el uso de diferentes nombres para referirse, en apariencia, a lo mismo, tales casos son: biotecnología, ingeniería genética, biología molecular, bioquímica.

Puntualmente en el caso colombiano, según Grevechova, *et al* (1995), Valbuena (1998), Parra y Reguero (2000), el nivel de desarrollo de la biotecnología es exigua, en gran parte debido a la insuficiente formación profesional e investigativa, así como también a los escasos contenidos estructurados que se ofrecen en la educación básica y media, lo cual se ve reflejado en la información superficial de las personas sobre los resultados de investigaciones y en el poco conocimiento y comprensión formal de las aplicaciones e implicaciones de la revolución biotecnológica.

Continuando, Colciencias (2008) presenta la experiencia de la política pública en biotecnología y su implementación en diferentes países y la relaciona con el desarrollo de la misma en nuestro país. Explicitan, que

“Colombia necesita de la biotecnología para su desarrollo económico y social y cuenta con la capacidad para construir la experiencia y la calidad científica necesaria para crear sus propias tecnologías e incidir con ellas en el desarrollo industrial y en el nivel de vida como lo han logrado otros países.” (p. 12).

Estos autores elaboran un apartado destinado al planteamiento del direccionamiento estratégico de la biotecnología, en el cual se reserva un espacio para la estrategia: *Evaluación de la percepción pública y la promoción de la apropiación social de la biotecnología*. Entre las acciones destinadas a la realización de la estrategia, se encuentran: encuestas periódicas sobre la percepción pública, el uso de programas radiales o televisivos, capacitar a periodistas para la difusión de información, e incluir en el currículo de la educación básica cursos de biotecnología.

Para justificar tales acciones se determina que:

“Para los países líderes, es una prioridad dentro de su política en biotecnología la difusión de información clara, pertinente y veraz hacia la sociedad. En los estudios de percepción del tema realizados en algunos países se evidencia que la comunidad científica es la que tiene mayor credibilidad para la sociedad en general. En Colombia, podría decirse que la situación es similar, pero en realidad no se han establecido mecanismos para evaluar la percepción pública de los productos de la biotecnología.” (Colciencias, 2008:258)

Ante esto, es de expresar que debe ser una exigencia sopesar profundamente las experiencias de otros países que tienen maneras particulares de construir la realidad de la educación de acuerdo a su entender sobre lo que es el conocimiento, su enseñanza y aprendizaje, incluso lo vivo y la vida, y las funciones que los profesores tienen en la formación de los ciudadanos. Es evidente que las condiciones de Colombia respecto a la biotecnología y su educación son diferentes. Esto no niega lo importante que es conocer las experiencias e investigaciones realizadas en otras latitudes, como de hecho se busca hacer con la presente investigación.

Grevechova, *et al* (1995) señalan que Colombia es uno de los países del mundo que cuenta con mayor diversidad de especies tanto animales como vegetales, y que es necesario desarrollar conciencia de este potencial natural y realizar un gran esfuerzo educativo en la enseñanza de la biotecnología para lograr una adecuada utilización de dichos recursos. Por su parte, Valbuena (1998) advierte que, no empero, las aplicaciones biotecnológicas están introduciéndose como elemento cultural de la humanidad, existe como problemática la deficiente formación en lo que concierne a los aspectos básicos de la biotecnología en la mayor parte de la población colombiana, lo cual hace necesario el trabajo pedagógico desde los niveles de educación básica y media, por lo que se requiere abordar también la situación relacionada con el deficiente nivel de actualización de los profesores en ejercicio, máxime cuando los avances en este campo son tan acelerados.

Aunque estos autores hacen un llamado importante, para incluir la enseñanza de la biotecnología en Colombia en los diferentes niveles de educación, es relevante destacar que no solo se trata de incluir los contenidos sino también de investigar cómo incluirlos para ser enseñados y aprendidos. Alrededor de esto, Roa, García y Chavarro (2008) preguntan si las aplicaciones y alcances que tiene la biotecnología en lo económico, político, cultural, social y ambiental, van acompañados de un aumento en los niveles de comprensión por parte de los estudiantes, la ciudadanía y los profesores. Para el caso de los dos primeros, para tomar decisiones sobre los usos alimenticios, médicos y ambientales, y adicional para los profesores, para enseñarla y contribuir a la formación en los estudiantes, desde una visión cercana a la naturaleza del conocimiento biotecnológico, con posturas críticas y propositivas.

En este orden de ideas, el conocimiento de los profesores de ciencias sobre la enseñanza de la biotecnología debe ser puesto en análisis minucioso buscando establecer las relaciones con los contextos, objetos de investigación, cultura, epistemologías, historia y filosofía que dibujan los “rostros reales” y no los que se quieren imponer como tradición de países que viven otras realidades. Como parte de la investigación documental aquí realizada, se evidencia que en Colombia no se encuentran investigaciones que aborden el referente del conocimiento del profesor de ciencia para la enseñanza de la biotecnología, aun cuando se pueden encontrar propuestas de incluirla en la formación de profesores de ciencias (Grevechova, *et al*, 1995; Castellanos, *et al*, 1996; Valbuena, 1998; Parra y Reguero, 2000; Roa, *et al*, 2008); para el caso de otros países se puede encontrar que se ha anunciado la necesidad de abordar la educación en biotecnología pensando en la inclusión de la misma en los currículos y, aunque de manera escasa, en la formación inicial y en ejercicio de los profesores, como se mostrará mucho más adelante.

Pero el único asunto no es incluirla en los currículos de formación de profesores, o en los diferentes niveles de educación o “capacitar” a los profesores en ejercicio con prácticas de laboratorio; el asunto es preguntarse de fondo ¿De qué conocimiento se está hablando? ¿Qué implicaciones socioeconómicas, culturales, ambientales y políticas contempla la biotecnología? y ¿Cuál es la manera de organizar y estructurar el currículo?

En concreto, aspectos como los resaltados en esta justificación -naturaleza de la biotecnología; sus múltiples dimensiones de alcance; uso de denominaciones como semejantes para referirse a la biotecnología (biología molecular, bioquímica, etc.); mirada reducida y determinista (desde y para), bien desde lo económico, social, comercial, etc.; falta de claridad sobre su estatus epistemológico; desconocimiento del profesor y de su conocimiento específico (profesional)- y la polisemia que se

presenta frente al concepto de biotecnología, dejan entrever un primer panorama sobre lo que se evidencia de la biotecnología y la educación en biotecnología. .

### **3. Educación y biotecnología: preludeo de una relación obligada para su coexistencia**

En tono a la premura con que la ciencia y la tecnología, en los últimos tiempos, han acentuado la competencia por conocer más a fondo la materia, desde el nanocosmos, microcosmos hasta el macrocosmos, y con ello su estructura, contenido, forma y expresión de evolución, el querer dar un uso técnico, práctico y productivo al conocimiento, y en particular a la biotecnología, surge el menester de preguntar si la sociedad está siendo conocedora de los resultados científicos, si atiende, comprende y entiende su contenido formal y sus múltiples alcances.

Iniciar un desarrollo de formación ciudadana sobre la biotecnología implica el reconocimiento de su conocimiento; esto necesariamente significa pensar en la importancia de establecer la epistemología y la filosofía que minimicen el riesgo de fundar concepciones distorsionadas, dando a conocer los adelantos, fracasos, beneficios o procesos que modifican la naturaleza bio-lógica. Si se reconoce que el mundo se encuentra dominado por la tecnociencia, evidenciada como una actividad social, la biotecnología desempeña, entonces, un papel preponderante en la transformación gradual de lo que se concibe como sociedad. Por ello, todos los sectores, sin lugar a dudas también el educativo, están llamados a ser actores dinámicos en la construcción de códigos y significados.

Es posible poder encontrar, en algunos contextos de países denominados más desarrollados, industrializados, cómo la educación en biotecnología ha sido uno de los aparatos propuestos para sus propios desarrollos, así pues, ya desde 1990 la Unesco y IUBS<sup>7</sup> -McInerney (1990)- tienen dentro de sus objetivos direccionar el mejoramiento de la educación biotecnológica en las escuelas por diez años, para mejorar su cantidad y calidad en las escuelas de secundaria en todo el mundo. Esclarece que, como resultado del incremento significativo de la biotecnología, las universidades alrededor del mundo ya ofrecían variedad de cursos sobre el tema, y el número de inscripciones para estos aumentaba. Señala que aunque mucho se ha escrito acerca de la necesidad de introducir la biotecnología en el currículo escolar, relativamente poco había sido alcanzado.

Este mismo autor declara que ha habido algunos éxitos, particularmente en Estados Unidos de América, el Reino Unido, y otros países avanzados industrialmente, donde se han hecho esfuerzos progresivamente por introducir variedad de conceptos de biotecnología en las escuelas y proporcionar un programa especial de formación a profesores para la enseñanza de estos conceptos. No obstante, la biotecnología no ha sido introducida como tema de estudio en las escuelas, por lo que es posible que los profesores carezcan de conciencia y de formación necesaria para enseñarla. Agrega, que existe el temor por el impredecible potencial de la biotecnología, lo cual genera poca confianza y aceptación por parte del público en general. Un obstáculo adicional puede ser que la escuela no tiene acceso a la literatura explicativa sobre qué es la biotecnología, cuáles conceptos pueden ser fácilmente enseñados a través de las asignaturas escolares, y cómo algunas actividades prácticas pueden ser diseñadas para enseñar sus técnicas básicas de seguridad en los laboratorios de escuela en la mayoría de los países.

Bisang, *et al* (2009) asienten que desde antes de iniciar el cultivo de organismos transgénicos, a mediados de los noventa del siglo XX, ya las universidades, en primera instancia, estaban proponiendo

---

<sup>7</sup> Unesco: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. IUBS: International Union of Biological Science.

y desarrollando programas académicos que formaran los profesionales que sostendrían la investigación y la industria biotecnológica<sup>8</sup>; puntualmente Bisang, *et al* (2009) señalan que:

“Los primeros avances de la biotecnología, en sus etapas pre-competitivas se desarrollaron en las grandes universidades norteamericanas y europeas. La modificación en la Ley de Patentes de EE.UU. (Acta Bayh-Doyle) de 1982 facilitó enormemente los trámites de patentamiento por parte de las Universidades y los institutos públicos, lo cual se constituyó en un impulso para la investigación y el desarrollo en las denominadas nuevas tecnologías.” (p.31)

Es decir, una vez existían resultados de investigaciones que se veían promisorias era necesario desarrollar toda una plataforma universitaria que sirviera de fuente de conocimientos formales, organizados y estructurados, que condujeran a formar profesionales que continuaran con las investigaciones, y obtener más desarrollo de conocimiento científico que debería tener el corolario siempre presente de volverlo un conocimiento con valor productivo y económico, que posteriormente se industrializaría y comercializaría.

Los países de la región andina, señala la Cepal-Caf (2003) que en el *Tercer Encuentro de Biotecnología de Ecuador y el Primer Curso Regional de Bioseguridad*, realizados en 1999, se recomendó, entre otras cosas, la puesta en marcha de programas regionales de capacitación de postgrado en seguridad de la biotecnología y derechos de propiedad intelectual relacionados con los seres vivos. Se formularon planes para organizar cursos de bioética en los países andinos, en forma coordinada con la *Federación Latinoamericana de Bioética* (FELAIBE). En la reunión también se invitó a los organismos gubernamentales a que elaboraran estrategias nacionales dirigidas a promover la educación en seguridad de la biotecnología y bioética y difundir las cuestiones más relevantes a toda la sociedad.

En consonancia, otro aspecto recomendado consistió en incorporar la enseñanza de la biotecnología y de la diversidad biológica al sistema escolar en los niveles primario y secundario. Lo cual serviría para proporcionar información a los jóvenes educandos que pueda servirles para su orientación vocacional y para convertirlos en participantes informados, y con ellos a sus padres y familiares. Continúa Cepal-Caf (2003) declarando que la industria, el Estado y las universidades deben trabajar mancomunadamente con las escuelas primarias y secundarias y hacer hincapié en la enseñanza y el aprendizaje de la biotecnología. Se propone, elaborar programas de estudio escolares que incluyan tanto los contenidos científicos relacionados con la biotecnología como sus aspectos sociales y éticos. Esto debería apoyarse mediante la ampliación de las bibliotecas a fin de facilitar el acceso a una amplia gama de materiales en formato impreso, electrónico y visual (Cepal-Caf, 2003).

En este orden de ideas, se encuentra que la educación básica llega tarde, después de las investigaciones y la incidencia de la universidad a la vez que se constituye la empresa o industria biotecnológica, debido en parte a que la producción de conocimiento biotecnológico y la comercialización fue y es mucho más rápida que la posibilidad de que la ciudadanía tenga y tuviera los elementos conceptuales mínimos para poder comprender en qué consistían, por lo que la desconfianza en los productos no se hacía esperar, máxime cuando el producto es resultado de manipulaciones genéticas, las cuales tienen

---

<sup>8</sup> Bisang, *et al* (2009:31) resalta que “En el mundo empresario, en abril del año 2006 se cumplieron treinta años del lanzamiento de Genentech, empresa considerada como la primera firma biotecnológica (moderna).” Para el 2006 el número de empresas públicas y privadas era de 4275 para Estados Unidos, Europa, Canadá y Asia-Pacífico.

de trasfondo, además de investigaciones científicas, un dilema bioético, biopolítica y económico sobre la mercantilización.

Es importante anotar que en principio la educación en biotecnología no fue tomada en cuenta como un aspecto fundamental para el desarrollo económico y social, no obstante, tiempo después se evidencia cómo la educación es la base para que la biotecnología moderna se pueda mantener tanto en las investigaciones como en el mercado. Así también, se puede recalcar que aun cuando se abre la conexión entre la formación profesional en biotecnología, no ocurre lo mismo para la formación profesional del profesor de ciencias sobre este tipo de conocimiento.

En cuanto al deficiente conocimiento de la biotecnología de los ciudadanos y de los profesores sobre la biotecnología, y la necesidad de promoverla comercialmente, se ha buscado utilizar los medios de comunicación como estrategia para informar a la sociedad, así por ejemplo en Europa, resalta Osseweijer (2004), que durante mucho tiempo la biotecnología ha sido considerada como una tecnología importante con la promesa de poder mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos. Sin embargo, en el desarrollo de esta nueva tecnología se han criticado sus métodos, lo que ha provocado una preocupación social. Han surgido inquietudes sociales y éticas en cuanto a la ingeniería genética. Otras personas han centrado su preocupación en las posibilidades de elección que tienen los consumidores. A su vez, muchos grupos de interés público han intentado poner obstáculos llamando la atención de los medios de comunicación hacia los posibles (a menudo imprecisos) riesgos y beneficios. El debate político se ha tomado seriamente estas preocupaciones que han dado como resultado una disminución de los desarrollos científicos.

Osseweijer, continúa planteando que al principio, cada vez un mayor número de científicos (a menudo *seniors*) empezaron a colaborar en las reuniones públicas sobre el tema. La mayoría de países europeos contaba con unos pocos científicos muy conocidos, que regularmente aparecían en la televisión o en los periódicos. Estas iniciativas individuales con frecuencia eran pasivas, es decir, los medios de comunicación sólo pedían a los expertos que hicieran sus comentarios. Estas actividades nunca se evaluaron adecuadamente.

En Europa, según Osseweijer (2004), durante la década de los noventa, se desarrollaron las primeras campañas institucionales, como una estrategia de comunicación emitida desde una institución dedicada a la investigación con un objetivo concreto y que implicaba un número de actividades de comunicación relacionadas y planificadas (proactivas). Estas primeras campañas fueron pragmáticas e intentaban demostrar los beneficios de la investigación académica y aplicada. Esto se llevaba a cabo a través de la organización de días de puertas abiertas, la producción de *kits* para escuelas de enseñanza secundaria, facilitando autobuses con laboratorios que iban a los colegios, divulgando materiales informativos, etc. Algunos estudios, como las encuestas del Eurobarómetro 1996, demostraron que el conocimiento general del público era escaso. Los científicos sostenían que si se proporcionaba más información, el público entendería los beneficios potenciales de la biotecnología e incrementaría su apoyo a la misma.

Para la región andina la situación no es muy distinta pues como lo mostraba la Cepal– Caf (2003):

“...el nivel de conciencia, interés y comprensión de los problemas de la biotecnología por parte del público en general varía de un país a otro. En algunos, esto ha provocado una reacción negativa cuya consecuencia fue la aplicación de restricciones y barreras al comercio. Para

evitar este tipo de reacciones es fundamental asegurar que la gente perciba que existe una transparencia absoluta con respecto a los problemas de la biotecnología y sus aplicaciones y una comprensión cabal de los conceptos relacionados con la diversidad biológica, su protección y su utilización sostenible. Las diferencias de niveles de alfabetización y educación en los países pueden originar dificultades en la comunicación.” (p 17).

Hasta aquí se concibe que existe la necesidad imperiosa de alfabetización, culturización o ilustración en torno a la biotecnología, que permita a los ciudadanos tomar decisiones, a partir del conocimiento de fondo, investigaciones y sus resultados, los efectos que tiene para la vida y lo vivo, por lo que deja entrever la falta de articular los diferentes componentes -escuela, universidad, industria, comercio-, actores -estudiantes, profesores, científicos, empresarios-, sobre todo estos últimos para que de manera conjunta y con la ilustración que se requiera ayuden a regular y controlar la biopolítica que se adelanta para el manejo de lo vivo y de la vida.

Teniendo en cuenta lo que se acaba de explicitar, se puede encontrar que la biotecnología y su enseñanza es un tema sin duda apasionante, adentrarse en las posibles constituciones y relaciones epistemológicas -organización y estructuras sintáctica y sustantiva-, filosóficas, históricas, sus dinámicas sociales, económicas, pedagógicas y didácticas de su conocimiento, así como, abordar los tópicos ambientales, bioéticos y políticas, se vuelve un reto muy interesante no solo por lo que representa para la vida y lo vivo por sí mismas, sino también por los objetos de investigación de las ciencias o disciplinas -incluida la didáctica- sobre los cuales es necesario aproximarse para poder abordar su análisis.

En este sentido, los niveles de desarrollo de los conocimientos y conceptos que se entrecruzan, como por ejemplo: lo vivo, la vida, el conocimiento del profesor de ciencias, la profesión del profesor, la enseñanza de las ciencias y la biotecnología, así como los que se ponen de manifiesto por los estados para su desarrollo, funcionamiento y control: ciudadano, investigación, conocimiento, ética, poder, educación, economía y política, se convierten en elementos que emergen constantemente con mayor o menor fuerza. No obstante, no se pueden ignorar por cuanto hacerlo sería caer en reduccionismos, máxime si se pretende abordar el conocimiento que constituye la enseñanza profesional del profesor de ciencias sobre la biotecnología.

En relación a lo anterior, se puede evidenciar que desde la segunda mitad de siglo XX las investigaciones con seres vivos han buscado modificar sus características no deseables y aumentar las posibilidades de que expresen aquellas que respondan, por una parte, a solucionar o reducir problemas ambientales y de salud, y por otra, que conlleven al aumento de producción industrial a gran escala de sustancias farmacológicas, preservantes de alimentos vegetales o animales, al igual que su cultivo (transgénicos).

Esta nueva mirada sobre el uso de los seres vivos, ha influido cada vez con mayor fuerza en los mercados y sociedades de varios países, abriendo a su vez polémicas respecto a los efectos, consecuencias que podría tener esta nueva manera de usar los seres vivos.

La incertidumbre frente a los efectos que podría tener modificar los seres vivos desde sus constituyentes genéticos, lo que puede representar para el planeta en términos ambientales y para su vida, para la sociedad en tanto la nueva forma de relacionarse con seres “artificiales”, al igual que el

cambio que tiene el percibir algunos seres vivos como un capital valioso por los genes que ostentan, ha impulsado a varios países (tabla 6.2) a que incluyan la educación en biotecnología en colegios y universidades.

Ante el hecho de que las investigaciones en biotecnología “van de la mano” con la industria biotecnológica en las llamadas potencias mundiales, y de que se ha vuelto poco a poco uno de los ejes de sus economías, por el poder que toma en el mercado<sup>9</sup>, evidentemente, la educación ha ocupado un lugar neurálgico en varios países a decir por la cantidad de publicaciones en algunos de estos (tabla 6.2), luego queda la pregunta sobre ¿qué educación en biotecnología se ha planteado desde la publicaciones?

### **3.1. Circunstancias nacionales e internacionales**

#### **3.1.1. El caso de Colombia respecto a la educación en biotecnología**

##### **3.1.1.1. Referentes respecto a la formación de profesores**

En Colombia la formación académica e investigación en biotecnología<sup>10</sup> en pregrado y postgrado es exigua (Castellanos, Jiménez y Montañez, 2006). En un estudio sobre indicadores en biotecnología para Venezuela, Costa Rica, México y Colombia, auspiciado por la OCyT y la OEA, Testa (2004) destaca que, para el caso de instituciones de educación superior vinculadas al conocimiento en biotecnología, “En general, hay muy pocas carreras, maestrías y doctorados orientados de manera específica a la biotecnología. Únicamente en México se pueden identificar algunas carreras y posgrados directamente relacionados con la biotecnología.” (p. 36).

Para nuestro país la estadística entregada para el estudio, según Orozco y Carrizosa (2004), incluyó

“...además de las que se consideran relacionadas (biología, medicina, microbiología, química e ingenierías relacionadas), otras áreas como economía, derecho e ingeniería, que son esenciales para la biotecnología en el estudio prospectivo, la planeación estratégica, el desarrollo de normas y regulaciones, el escalamiento industrial y la puesta en el mercado de productos... (p.57).

---

<sup>9</sup> El poder de este mercado se inicia desde los años noventa cuando “...el mercado de capitales de Estados Unidos experimentó una euforia especulativa... El símbolo de esa euforia fue el Nasdaq Stock Exchange. En ese mercado se listaron la mayor parte de las nuevas empresas de biotecnología e Internet (denominadas ambas *acciones tecnológicas*). El Índice Composite (que mide la evolución de todas las compañías que cotizan en el Nasdaq) registró una rentabilidad positiva del 22% en 1996, mientras que en 1997 experimentó una ganancia de 21% y en 1998 el 39%... En 1999 el Índice Composite registró una ganancia del 85%. Pero en 2000 comenzó a revertirse el ciclo especulativo y los valores de las acciones tecnológicas comenzaron a derrumbarse de manera estrepitosa.” (Tamborini, 2003:37).

<sup>10</sup> “Las primeras actividades para institucionalizar un programa de Ciencia y Tecnología en este campo específico se iniciaron en Colciencias en el año de 1986, cuando se creó un grupo de trabajo y se elaboraron los primeros documentos sobre un Programa Nacional de Biotecnología” (Castellanos, Jiménez y Montañez (2006:2).



Ante este conjunto de posibles relaciones de campo de conocimiento afines a la biotecnología desde la cual se realiza formación de pregrado y postgrado, que se presentó de manera similar en Venezuela, Costa Rica y México, Villaveces y Orozco (2004) declaran que no hay acuerdo “...ni siquiera en la noción de biotecnología...la medición de las capacidades en biotecnología en una sociedad no es algo que está normalizado todavía.” (p.15).

Ante el hecho de que la biotecnología se encuentra inmersa en varias disciplinas de formación profesional, es clara la confusión para poder establecer el número de carreras con especificidad en la biotecnología. Sin la intención de darle mayor alcance a buscar tener claridad al número de carreras específicamente de biotecnología, cabe destacar que, según Almonacid (2014) Colciencias ha identificado en Colombia 114 grupos de investigación con conocimientos en biotecnología, ubicados mayoritariamente.

Ya Grevechova, *et al* (1995), justificando la necesidad de educación en biotecnología en Colombia, subrayaban que puesto que en la actualidad circulan por el mundo entero una serie de conocimientos propios de la biotecnología, es necesario introducir una formación inicial en este nuevo campo de conocimiento en los programas de la educación básica, lo cual permitiría a los alumnos, por una parte, comprender los fundamentos moleculares de la vida, y por otra, tener una visión clara sobre aquellos modos concretos a los cuales recurre la naturaleza y las personas para resolver sus problemas. Agregan que la biotecnología puede jugar un papel importante en la educación científica y contribuir a la formación de una adecuada cosmovisión de los ciudadanos; además de aportar al conocimiento de las leyes biológicas, lo cual permite valorar en toda su dimensión problemas fundamentales de la humanidad como la conservación de la naturaleza y la salud de la población. Aclaran que el entendimiento de las complejas relaciones entre crecimiento, satisfacción de necesidades y equilibrio ecológico, exige de cualquier persona educada, independiente de la actividad que realice, el estudio de las bases de la biotecnología.

Para Castellanos, *et al* (1996) existen nuevas exigencias en la formación de profesores para las futuras asignaturas involucradas con la biotecnología, o con la biotecnología misma, destacan, entre otras cosas:

- Los programas educativos en sus diferentes niveles no permiten un desarrollo integral de la biotecnología en Colombia. Gran parte del problema puede ser solucionado estructurando los programas de formación a todo nivel, teniendo en cuenta sus connotaciones reales, presentes y futuras.
- Es inminente la creación de una asignatura en el nivel de educación básica con carácter teórico-práctica que como objetivo principal tenga la divulgación de los principios y procesos fundamentales de la Biotecnología. En nuestro país lograr este objetivo es posible partiendo de las necesidades y condiciones reales de nuestro medio.
- A nivel universitario actualmente no existen programas dedicados a formar profesionales con el perfil requerido para asumir la responsabilidad del desarrollo integral de la biotecnología.
- La proyección de investigaciones tendientes a lograr escalafones de maestría y doctorado, deben enfocarse al desarrollo de tópicos fundamentales de la biotecnología teniendo en cuenta resolver problemas concretos de la sociedad colombiana contemporánea.

En la tesis doctoral realizada por Valbuena (2007), sobre el conocimiento didáctico del contenido biológico de futuros profesores de biología (23 estudiantes), es notable el resultado de que la biotecnología no es tenida en cuenta; los campos de conocimiento que se encontraron más próximos son: genética 32% y biología celular y molecular 16%. Al indagar los conceptos que se consideran contenidos fundamentales de la biología se obtuvo un total de 62 conceptos. Se han seleccionado para mostrar aquí, sólo los que se consideran más ligados a la biotecnología como se muestra a continuación:

**Tabla 1.1:** Algunos resultados de conceptos más relacionados con la biotecnología (Tomados de Valbuena, 2007)

Concepto	Inicio*	Final*	Concepto	Inicio	Final
ADN	8 %	12 %	Nucleótidos	4 %	4 %
ARN	4 %	4 %	Clonación	4 %	-
Herencia	4 %		Lo vivo- lo no vivo	16 %	4 %
Biomoléculas	8 %	4%	Enzimas	4%	-
Proteínas	8 %	4 %	Ácidos nucleicos	4 %	-

\*Se contrastaron los resultados obtenidos al inicio y al final de un semestre durante un seminario de Pedagogía y Didáctica I de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

Como se observa en la tabla 1.1, es muy bajo el porcentaje de conceptos para contenidos relacionados con la biotecnología al inicio, incluso al final, en la mayoría de conceptos se encuentra una variación de disminución del porcentaje hasta llegar a 0%, a excepción del ADN que aumenta mínimamente del 8% al 12%, y el ARN que queda igual (4%). Un concepto general pero fundamental para comprender la biología, y desde luego la biotecnología, -lo vivo- lo no vivo- tiene un porcentaje muy bajo al final, paso del 16% al 4%.

Es de resaltar, que otros conceptos, no presentados aquí, obtuvieron al inicio porcentajes altos: célula 46%, reino 24% y origen de la vida 16%, no obstante, en el seguimiento final el porcentaje disminuye a 36%, 8% y 8% respectivamente para cada concepto.

Al respecto, Valbuena (2007) resalta claramente que:

“Para la construcción del Conocimiento Profesional y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, es muy importante que el profesor identifique los principales conceptos y campos de la Biología, necesarios para la formulación de objetivos, la selección y organización de los contenidos y actividades de enseñanza al igual que para la gestión de los recursos.” (p. 387).

### 3.1.2. Lineamientos estamentales relacionados con la educación en biotecnología

Es evidente que los contenidos y actividades que se han llevado a la primaria, secundaria y media están directamente relacionadas con contenidos de los textos escolares y con algunos estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004) que indirectamente podrían ser vistos como orientadores de la educación en biotecnología, más adelante se presentarán en detalle. Ello no obstante,

que *Colombia cuenta con alta riqueza en biodiversidad* (Aramendis, 1999 y Colciencias, 2008), recurso del cual carecen muchos países que tienen avanzados desarrollos científicos en este campo de conocimiento.

Seleccionado de los “*Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*”, MEN (2004), en Colombia, que podrían estar vinculados con la biotecnología desde el grado primero a undécimo, se encuentran 5 de 75 para el nivel octavo a noveno y 4 de 79 para el nivel décimo a undécimo (tabla 1.2).

**Tabla 1.2:** Selección de estándares básicos de competencia en Ciencia Naturales relacionados con la biotecnología a partir del MEN (2004)

<b>Octavo a noveno</b>	
1.	Reconozco la <u>importancia del modelo de la doble hélice</u> para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.
2.	Establezco <u>relaciones entre los genes</u> , las proteínas y las funciones celulares.
3.	Identifico la <u>utilidad del ADN</u> como herramienta de análisis genético.
4.	Argumento las <u>ventajas y desventajas</u> de la manipulación genética.
5.	Indago sobre <u>aplicaciones</u> de la microbiología en la industria.
<b>Décimo a undécimo</b>	
6.	Explico <u>la relación entre el ADN</u> , el ambiente y la diversidad de los seres vivos.
7.	Verifico la <u>utilidad de microorganismos</u> en la industria alimenticia.
8.	Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.
9.	Me informo sobre avances tecnológicos para discutir y asumir posturas fundamentadas sobre sus implicaciones éticas.

En la tabla 1.2 se observa que el estándar 1 está buscando resaltar la importancia del ADN para explicar la función del material genético en cuanto al almacenamiento y transmisión; los estándares 2 y 6 están orientados a establecer y explicar relaciones, entre los genes, proteínas y funciones celulares – octavo y noveno- y el ambiente y la diversidad de seres vivos –décimo y undécimo-. Los estándares 3 y 7 hacen referencia a la utilidad ya sea del ADN para el análisis genético o de los microorganismos en la industria alimentaria. Muy cercano a estos dos últimos estándares está el 5 solo que no hace referencia a las utilidades sino a las aplicaciones de la microbiología en la industria.

Quizá el estándar 4 es el que más se acerca a una situación que relativiza el conocimiento al dejar presentada la idea de las ventajas y desventajas de la manipulación genética. Aunque el estándar 9 hace referencia a la ética, este representa una mirada simplista por cuanto el asunto no es sólo de informarse sobre los avances tecnológicos para discutir y tomar posturas éticas; el estándar 8 también enuncia la necesidad de informarse, solo que es puesto en términos de debate de temas de interés general en ciencias.

Ante esto se denota que los conocimientos sobre el ADN, y con ello los aprendizajes de los estudiantes, se encuentran establecidos en los estándares de manera poco relacionada con aspectos externos al campo de producción de la biotecnología, como por ejemplo, con lo económico, social, político, legal y cultural, esto no obstante que los estándares, según el MEN (2004) tienen orientaciones en la relaciones ciencia, tecnología y sociedad.

En cambio las relaciones internas parecen ser una prioridad en cuanto a lo biológico, químico y físico. La perspectiva de los estándares no tienen un sentido amplio y global, por lo que entonces, no se trata solo de informarse sino de entender el conocimiento en lo epistemológico, lo filosófico, lo histórico, lo social, etc., en analizar los resultados de las investigaciones de manera compleja, es decir, en las interrelaciones que se suman con otros objetos de investigación de las ciencias, que dan cuenta de un tema particular, si se quiere.

En la fundamentación de los estándares del MEN (2004) se encuentran algunas concepciones que valen la pena resaltar, como por ejemplo las siguientes: "...los estudiantes se acercan a los conocimientos de las ciencias –Naturales o Sociales- de la misma forma como proceden quienes las estudian, utilizan y contribuyen con ellas a construir un mundo mejor." MEN (2004:10).

En esta cita se puede encontrar una fuerte tendencia a pensar que el conocimiento, los contenidos que el profesor lleva a la escuela son los de los científicos, y es más se considera que los estudiantes van a aprender a partir de y de la misma manera que los científicos. Se debe aclarar que realmente el profesor y su enseñanza no hacen parte del sustento presentado por el MEN.

En clara coherencia con la cita anterior, en un apartado titulado "Formar gente de ciencia desde el comienzo", se escribe: "Buscamos que los estudiantes, maestros y maestras se acerquen al estudio de las ciencias como científicos y como investigadores, pues todo científico –grande o chico- se aproxima al conocimiento de manera similar..." (p. 8). "La institución escolar desempeña un papel privilegiado en la motivación y en el fomento del espíritu investigativo innato de cada estudiante y por ello puede constituirse en un "laboratorio" para formar científicos naturales y sociales." (p. 9).

En estos párrafos se reflejan brevemente los referentes desde los cuales se entiende se generan las condiciones para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, de qué contenidos –científicos-, qué epistemología se plantean los estándares. En verdad el conocimiento del profesor no es entendido en el sentido de la enseñanza de contenidos didácticos que serían resultado de la transposición del conocimiento (Chevallard, 1991). De las citas anteriores, se puede inferir que la escuela se vuelve una reproductora de conocimientos científicos; parece ser que todo lo que provenga con tal naturaleza es deseable *per se*.

Continuando, es oportuno citar a Colciencias (2008) que ha subrayado el papel de la biotecnología en el desarrollo de Colombia; poniendo como punto clave los recursos naturales. Al respecto señalan que:

"Las recomendaciones contempladas en el estudio, [del 2003 al 2005] serán la base para la formulación de políticas de estado...para el establecimiento de agendas e instrumentos que incentiven la generación de conocimiento y la valoración y uso sostenible de los recursos naturales disponibles en el país, y que incorporen la biotecnología a la sociedad y a la economía del conocimiento como factor crítico para el desarrollo del país." (p. 12).

Lo anterior refleja la importancia que puede tener la biotecnología en la sociedad y la economía colombiana, al igual que ha ocurrido en varios países del mundo. Igualmente, advierte Colciencias sobre la necesidad de, entre otras cosas,

“...la implementación de estrategias y mecanismos para fortalecer la capacidad nacional académica y empresarial, y al señalamiento de las brechas tecnológicas y de conocimiento que será necesario desarrollar o adaptar con el objetivo de *promover el desarrollo y uso de la biotecnología en el país para la generación de bienes y servicios, con el fin de contribuir a mejorar la competitividad y ampliar los mercados de la producción nacional...*” (Colciencias, 2008:25).

Ciertamente, Colciencias (2008) hace un buen compilado de las experiencias y estadísticas que países extranjeros han obtenido respecto a las herramientas de gestión para el direccionamiento de la biotecnología. Con base en ello, y el estado de la biotecnología en Colombia, han establecido prioridades para sectores tales como el agrícola, el pecuario y la industria de alimentos. También han señalado el direccionamiento estratégico en términos de lo que denominan componentes estructurales:

1. Desarrollo empresarial industrial.
2. Marco legal: fortalecimiento e implementación adecuada.
3. Capacidad científica y tecnológica del país.
4. Desarrollo de mercados en biotecnología.
5. Percepción y apropiación social de la biotecnología.
6. Gestión de recursos.

Dichos componentes están subdivididos en estrategias y estas a su vez en acciones. Son de interés aquí los componentes 3 y 5, y de estos algunas acciones.

Del componente 3 -Capacidad científica y tecnológica del país-, vale la pena destacar que de seis estrategias formuladas, dos corresponden directamente a la formación de recurso humano especializado, a saber: estrategia 4: Modernización y fortalecimiento de programas académicos y formación pertinente de recurso humanos y la estrategia 6: fortalecer capacidades doctorales del país.

Para la estrategia 4 se establecen 3 acciones:

1. Evaluación periódica y actualización de los programas de pre y posgrado afines a la biotecnología, para garantizar su pertinencia con las necesidades del país.
2. Fortalecimiento de la formación en ciencias básicas a través de la revisión de currículos y la inclusión de componentes de pertinencia para la biotecnología.
3. Formación de técnicos para empresas biotecnológicas.

Para la estrategia 6 se establecen 4 acciones, de las cuales resalto solo una:

1. Fortalecer y ampliar la oferta de los programas de doctorado afines a la biotecnología y crear nuevos programas en áreas necesarias para su desarrollo.

Según las acciones resaltadas de este componente, se encuentra un claro interés por formar personal en los niveles técnico, pregrado y postgrado de programas afines a la biotecnología, al igual que fortalecer, evaluar y ampliar los programas doctorales, lo cual resulta lógico ya que la posibilidad del mantenimiento y desarrollo del campo de la biotecnología se debe a, en buena medida, contar con personas formadas y actualizadas constantemente en los avances de la biotecnología. Esto desde luego

no niega lo fundamental que es también, por lo menos, la financiación, la infraestructura y la normativización de la biotecnología.

En cuanto al componente 5 -Percepción y apropiación social de la biotecnología-, puntualmente Colciencias (2008) expresa:

“La percepción y la aceptación de la sociedad es esencial para el posicionamiento de los productos de la biotecnología. Para Colombia, éste es un factor clave, pues aún existen grandes vacíos en el conocimiento de los beneficios y riesgos de estos productos. Por ello, es necesario generar procesos de difusión de información clara y veraz a todos los componentes sociales, y de apropiación de los desarrollos biotecnológicos.” (Colciencias, 2008:258).

Este componente se encuentra organizado en una estrategia y 6 acciones como se presenta en la tabla 1.3. Se escogió este componente porque es el que más se aproxima al tema de la educación. Ante esto es importante expresar que la educación es vista como algo que es necesario, sin embargo es de subrayar que sobre esta no hacen explícitas acciones que permitan conocer las características del conocimiento biotecnológico, los obstáculos epistemológicos, la necesidad de formación de los profesores, el desarrollo de infraestructura en los colegios, la importancia de analizar los contenidos de manera compleja, que respondan al verdadero asunto que se está tratando, por lo que representa este conocimiento en la transformación de las concepciones de las personas –sobre la vida y lo vivo, entre otras cosas-, manejo de los recursos naturales, poner en el centro de la economía la manipulación y comercialización genética de la vida.

**Tabla 1.3:** Percepción y apropiación social de la biotecnología  
(Tomada de Colciencias, 2008:258)

<b>Estrategia 1: evaluación de la percepción pública y promoción de la apropiación social de la biotecnología</b>	<b>Acciones</b>
Para los países líderes, es una prioridad dentro de su política en biotecnología la difusión de información clara, pertinente y veraz hacia la sociedad. En los estudios de percepción del tema realizados en algunos países se evidencia que <u>la comunidad científica es la que tiene mayor credibilidad para la sociedad en general</u> . En Colombia, podría decirse que la situación es similar, pero en realidad no se ha establecido mecanismos para evaluar la	1. Aplicar encuestas periódicas para evaluar la percepción de los diferentes sectores de la sociedad sobre la biotecnología y sus productos.
	2. Destinar una parte del presupuesto de los proyectos para difundir los desarrollos logrados.
	3. Crear programas radiales o televisivos para educar a la comunidad en general sobre los riesgos y beneficios de los productos de la biotecnología.
	4. Incluir dentro del currículo de educación básica cursos en biotecnología.
	5. Capacitar a periodistas y comunicadores en temas de biotecnología, con el fin de que informen al público de manera

percepción pública de los productos de la biotecnología.	acertada.
	6. Exigir que se destine el 2% de los recursos de proyectos financiados por recursos del Estado a fortalecer la apropiación social de la biotecnología.
<b>Resultados esperados:</b> implementación de las mejores prácticas de evaluación de la percepción pública de diferentes sectores de la sociedad. Aumento en el conocimiento de diferentes sectores de la sociedad acerca de los beneficios y riesgos de los productos de la biotecnología.	

El componente deja ver como la educación en sí misma –no se hace referencia a la enseñanza-, el conocimiento de la biotecnología y el conocimiento del profesor para su enseñanza, no resultan ser ni tener sentido dentro las acciones como sí lo tienen la aplicación de encuestas sobre la percepción pública, capacitar a periodistas y comunicadores, y reconocer a los científicos como expertos con mayor credibilidad en la divulgación de los resultados de la biotecnología. Existe preocupación por conocer si las personas están informadas más que por si conocen y entienden la biotecnología: se proponen realizar encuestas de percepción y “Crear programas radiales o televisivos para educar a la comunidad en general sobre los riesgos y beneficios de los productos de la biotecnología.” (Acción 3, Tabla 1.3).

En ninguna de las acciones (tabla 1.3) se explícita el formar una sociedad crítica desde las escuelas, los planteamientos parecen indicar que es importante, por una parte, formar personas que trabajen con o para la biotecnología –educación superior-, y por otra, formar a periodistas que informen y encuentren maneras de divulgación de los adelantos biotecnológicos. Existe el interés por implementar evaluaciones que permitan conocer la percepción pública de la sociedad, y aumentar el conocimiento de la misma en términos de los beneficios y riesgos de la biotecnología. Los mecanismos pues ya se han presentado: aplicar encuestas, mayor presupuesto para difusión de desarrollos, creación de programas radiales y televisivos, incluir cursos de biotecnología en la educación básica, capacitar a periodistas y comunicadores.

Ahora, al hacer el ejercicio de revisar detalladamente la bibliografía consultada por Colciencias no se encuentran rastros de investigadores que han realizado publicaciones desde varios países sobre la educación en biotecnología. Por lo que se puede decir que las acciones referentes a la educación del componente 5 no tienen un sustento conceptual desde la revisión de documentos específicos sobre esta.

No debería ser plausible que el mercado domine la formación de los estudiantes de la educación básica, media y superior, de los ciudadanos. No se trata solamente de ver la biotecnología como motor para el desarrollo, a través de la investigación y el consumo de productos y servicios, sino también de formar ciudadanos ilustrados capaces de hacer uso de su entendimiento –*sapere aude*- tal como lo señalaría Kant en su ensayo *¿Qué es la ilustración?*, ciudadanos críticos, que tomen decisiones frente a la biotecnología con fundamento en este conocimiento y su relación con el mundo de la vida, y en el razonamiento que emerge de los mismos.

### 3.1.3. Grupos de investigación sobre educación en biotecnología

Respecto a la investigación en educación en biotecnología, se pueden encontrar dos grupos que han realizado algunas propuestas y estudios preliminares con fines diferentes por la naturaleza de las universidades desde donde se conformaron. Uno de estos grupos, Línea de Investigación en Biotecnología y Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, conformado en 1998, propone la

biotecnología, dadas sus características -carácter interdisciplinar, estrategia para abordar la enseñanza de las ciencias; ser un ejemplo claro de conexión entre ciencia, tecnología, sociedad, ambiente; debate de interés sobre información que circula en medios de comunicación y en diferentes contextos respecto a las repercusiones bioéticas, políticas y económicas en cuanto a servicios y productos; y análisis sobre distancia entre ciencia y tecnología-, como elemento importante para la enseñanza de las ciencias. Ha descrito e interpretado proyectos escolares sobre biotecnología en varias instituciones de educación básica y media; propuesto unidades didácticas bajo el modelo de enseñanza aprendizaje como investigación; desarrollado en el programa de Licenciatura en Biología, trabajos de tesis de grado relacionadas con la producción de material didáctico y propuesto actividades de laboratorio para el trabajo con material biológico (plantas *-in vitro* e *in situ*- y microorganismos: hongos y bacterias); además ha diseñado cursos electivos a futuros licenciados en biología, queriendo de esta manera acercarlos a la naturaleza de las ciencias, el conocimiento de la biotecnología y el establecimiento de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (Bolaño, *et al*, 2003; Melo, *et*, 2005; Roa y Urbina, 2005; Pulido, *et al*, 2006; Roa, *et al*, 2006; Roa, *et al*, 2008; Camelo, García y Roa, 2009).

El otro grupo, Bio-Educación del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia tiene sus orígenes en el grupo Biosec<sup>11</sup>, que cuenta con experiencia en aplicaciones de la biotecnología en la educación secundaria (Caro, 2008), tiene su horizonte en la educación básica, media y superior, buscando adaptar e implantar un modelo pedagógico para incorporar elementos de biotecnología en los currículos de Ciencias Naturales a través de cultivos de tejido *in vitro*, transformación de frutas y hortalizas en alimentos procesados mediante prácticas de manufactura, y bioprocesos aplicados en la producción de bio-insumos para la agricultura orgánica. Esto lo han llevado a cabo en varios colegios de algunos municipios y regiones del país (Buitrago, *et al*, 2007). También han realizado esfuerzos por socializar los conocimientos sobre las herramientas de uso frecuente en la biotecnología, a través de programas integrales para actualizar los conocimientos de los profesores del área de Ciencias Naturales (Parra y Reguero, 2000).

### **3.2. El caso internacional respecto a la educación en biotecnología**

#### **3.2.1. Aproximación a la introducción de la biotecnología en la escuela**

Haciendo seguimiento a las primeras publicaciones derivadas de organismos internacionales, se evidencia que fue la Unesco en 1990, con participación de la Comisión de Educación en Biología de la *International Union of Biological Science* (IUBS), quien de manera oficial publicó el libro *Teaching Biotechnology in School* - editado por Joseph D. McInerney-, como resultado en gran parte de una conferencia en mesa redonda sobre biotecnología y educación, llevada a cabo en 1989 en Asendorf, República Federal Alemana, en la cual participaron universidades de varios países como Bulgaria, Singapur, India, Alemania, Finlandia, China y Estado Unidos de América.

Según Wymer (1992), antes de que la Unesco publicara dicho libro, la biotecnología había ganado una significativa presencia en las escuelas y universidades del Reino Unido durante la década de los

---

<sup>11</sup> Según Camelo *et al* (2009) el grupo Biosec surge hacia el año 1987 en medio de un desafío que emprendieron el Ibum, Univalle y Colciencias, en relación a un proyecto formulado por la OEI que buscaba enseñar algunos aspectos de este campo del saber en los niveles de educación básica y media.



ochenta como resultado de la iniciativa del gobierno central, instituciones y ayudas individuales, aportando de esta manera a la alfabetización biotecnológica.

Años antes, Wymer (1986) escribe que David Micklos, del *Cold Spring Harbort Laboratory*, en New York, había señalado la escasez de enseñanza de la biotecnología en las escuelas, por lo que planeó para su difusión realizar viajes desde las escuelas de California hasta las de New Hampshire en una camioneta plateada la cual llamó “the Vector Mobile DNA Laboratory”, con el propósito de que profesores y estudiantes pudieran recibir capacitación y tuvieran la posibilidad de visitar el laboratorio y realizar prácticas sobre técnicas de recombinación de ADN, al igual que observar las instalaciones y exhibiciones de informática.

Comenta Wymer (1992), que este antecedente sirvió como parte de la justificación en el Reino Unido para la creación del *National Centre for Biotechnology Education* (NCBE), (antes *National Centre for School Biotechnology*) del cual él fue cofundador y director en 1985, al igual que editor de la revista: *Biotechnology Education* - lanzada por Pergamon Press en 1989-. Otro elemento que justificó la creación del centro fue el informe sobre una investigación dirigida por el *Department of Trade and Industry* (DTI) del Reino Unido (1984-1985) para conocer el nivel de conciencia de la biotecnología en las escuelas.

Parte de las conclusiones del informe expresan que si bien muchos profesores conocen sobre el potencial e importancia económica de la biotecnología, y están interesados en la incorporación de aspectos de la misma en su enseñanza, pocos tienen la formación, experiencia o incentivos educativos para formar en sus estudiantes una conciencia sobre el tema, así como también para incorporar en los planes de estudio las técnicas y los procesos, la subyacente ciencia y el contexto económico de la biotecnología. Adicionalmente, encontraron evidencia de que la inclusión de palabras tales como: artificial, clonación, terapia génica, ingeniería genética y productos industriales, en cualquiera de las declaraciones dadas, generaba desaprobación (Wymer, 1992).

Expresa Wymer (1992), que el NCBE y otras entidades tales como *The University of Reading School of Education*; *The London Centre for Biotechnology*; y la *Division of Education at the University of Sheffield*, apoyadas por industrias locales, sociedades científicas o instituciones académicas, se interesaron porque la enseñanza de la biotecnología mejorara en las escuelas, particularmente en la secundaria y el bachillerato, por lo que dedicaron esfuerzos al diseño y realización de cursos de actualización a profesores, poniendo en discusión asuntos polémicos, paquetes de experimentos y material de divulgación de aspectos biotecnológicos.

Apoiando la causa de incluir la enseñanza en la educación, se evidencia que James Watson, en un boletín de noticias de la edición inaugural de la NCSB, publicó un escrito titulado *School Biotechnology: An issue of Primary importance*, en el cual señalaba que el “*National Centre for School Biotechnology* representa el primer compromiso nacional para actualizar la enseñanza pre-universitaria teniendo en cuenta el dramático aumento de la ciencia del ADN.”<sup>12</sup>

Continuando con lo descrito por Wymer (1992), este centro (NCBE), tomó el liderazgo en Europa y en el Lejano Oriente en la promoción de la educación en biotecnología en las escuelas. De hecho fue

---

<sup>12</sup> En: <http://www.ncbe.reading.ac.uk/NCBE/NCBE/history.html>. Según comenta Dean Madden, Watson estuvo interesado en el intento de establecer un "centro de aprendizaje de ADN", similar al NCSB, en su laboratorio de *Cold Spring Harbor*.

invitado como institución por la Unesco para participar en la conferencia de mesa redonda realizada en 1989 en Asendorf, Alemania.

Dean Madden del NCBE, integrante del grupo que reemplazó a Paul Wymer en 1990, en el 2005 en su publicación *The English patient Biotechnology education in the UK*, pone en discusión de manera crítica los verdaderos alcances del programa y se pregunta ¿Qué lecciones se pueden aprender de la experiencia inglesa que pueda servir de modelo para otras iniciativas? Haciendo referencia a lo anterior destaca la disminución en la cobertura de los currículos escolares en biotecnología desde mediados de los 80, cuando fue el Reino Unido un líder mundial reconocido.

De manera parecida a como Wymer (1992) ya lo había explicitado, Madden (2005) presenta brevemente los materiales de lectura y de laboratorio, videos y programas informáticos desarrollados, laboratorios móviles, entre otras cosas. Además, describe que varios profesores fueron adscritos a un proyecto en la Universidad de Sheffield durante tres años para estudiar las metodologías de enseñanza, prestando especial atención a cómo la experiencia de los profesores afectaba su práctica en el aula al desarrollar temas polémicos de la biotecnología; finalmente manifiesta que hubo falta de consenso sobre la definición de la biotecnología llevada a la educación, lo cual generó con el tiempo poco interés y temor.

Para Madden (2005), el proyecto en Sheffield estaba más interesado en capacitar en aspectos de la biotecnología que en la educación en biotecnológica. Así mismo, el autor referencia varios cursos y estrategias de difusión de la biotecnología que con el tiempo no continuaron por falta de financiación, señala el poco acuerdo sobre los contenidos a desarrollar en la secundaria en cuanto a si serían enseñados en sentido estricto o solamente se trataría de conceptos básicos.

Al respecto, y buscando llegar a un conceso, recuerda Madden (2005), se realizó una conferencia nacional en la Universidad de Kent en Canterbury en 1986 a la cual asistieron, asesores de ciencia de autoridad en educación local, representantes de la industria y las universidades. Previo a la conferencia ya se habían celebrado reuniones similares en Cardiff y Londres. Comenta Madden, que el profesor Paul Black, del King's College London, advirtió sobre la necesidad de definir los planes de estudio sobre la biotecnología en la escuela y cómo esta podría ser evaluada.

Madden (2005) señala que en 1989, el gobierno británico implementó el plan de estudios nacional de biotecnología en Inglaterra y Gales, especificando qué enseñar a todos los estudiantes entre 5 y 16 años de edad. Dicha versión del plan de estudios había incorporado sólo algunos aspectos de la biotecnología. En términos generales, las políticas en educación fueron variando y cambiando la dinámica de las escuelas lo cual afectó las primeras iniciativas de introducción de la biotecnología en la escuela. En este orden de ideas, se combinaron aspectos atinentes a la alarma de los empresarios sobre el mercado, la percepción pública y la tensión con las escuelas.

### **3.2.2. Conformación de redes internacionales para la educación en biotecnología**

Otro aspecto importante en la consolidación de la biotecnología en la escuela fue la creación de la *European Initiative for Biotechnology Education* (EIBE) en 1991 (de la cual también fue promotor Paul Wymer) con el objetivo de desarrollar habilidades, aumentar la comprensión y facilitar el debate público informado a través de una mejor enseñanza de la biotecnología en escuelas, institutos de

enseñanza secundaria y universidades de la Unión Europea. Su principal actividad ha sido generar materiales didácticos para personas entre los 16 -19 años de edad. Las unidades de enseñanza elaboradas consisten en un conjunto de actividades con variedad de protocolos experimentales, actividades prácticas, juegos de rol, información y debates. A estos materiales se tiene acceso en internet en varios idiomas, se pueden encontrar 20 unidades elaboradas desde 1996 hasta el 2000.

La EIBE se había convertido en una red europea activa, multidisciplinar, conformada por algunos expertos en educación, procedentes de 20 centros ubicados en varios países europeos: Bulgaria, Estonia, Polonia, Suiza, República Checa, Grecia, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, España, Francia, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Suecia, Reino Unido<sup>13</sup>. Según Parra y Reguero (2000), Tailandia, Japón y Filipinas han implementado estrategias biotecnológicas para mejorar la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Para el caso de Latinoamérica y España se ha configurado desde el 2006, la *Red Iberoamericana de Educación en Biotecnología Agroalimentaria*, Bioeducar<sup>14</sup>, con el apoyo de CYTED y RedBio/FAO<sup>15</sup>, esta tiene como principal objetivo coordinar fortalezas y oportunidades disponibles de educación en biotecnología agroalimentaria en Iberoamérica, para fomentar y facilitar la comunicación entre científicos y sociedad en los campos de las ciencias de la vida. También se pretende el desarrollo de proyectos conjuntos en diferentes instancias de trabajo, discusión, exposición y análisis, en beneficio de la calidad y pertinencia de la enseñanza, al igual que un cambio de percepción pública de las nuevas tecnologías aplicadas a la producción de alimentos.

En este marco, la red espera generar intercambios de experiencias, definir y coordinar temas de investigación de relevancia social y/o económica; desarrollar programas neutros, con base científica y bioética para la educación en biotecnología agroalimentaria (escuela primaria, secundaria, profesionales de la salud y la educación, comunicadores sociales, gestores de política y público en general); proponer el desarrollo y presentación de un proyecto conjunto. En esta red participan 9 países de Iberoamérica: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Cuba, Ecuador, España, México y Venezuela.

Hasta este punto, se puede decir que la biotecnología es un conocimiento que empieza a ser puesto en análisis y circulación, incorporándolo a la educación en el siglo XX, desde inicio de los ochenta en el Reino Unido y Estados Unidos, teniendo estos dos países influencia al compartir a sus experiencias de inclusión de la biotecnología en la educación.

#### **4. Preguntas de investigación y objetivos**

En fin, sin más preludeo e insinuaciones a las razones para el desarrollo de esta tesis doctoral, he formulado dos preguntas y objetivos concatenados, a saber:

- ¿Cómo configurar el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología?

---

<sup>13</sup> En: <http://www.eibe.info/>

<sup>14</sup> En: <http://www.upv.es/VALORES/Documentaci%F3n/CYTED/Convocatoria.pdf>

<sup>15</sup> El apoyo de CYTED y RedBio/FAO está acordado del 2004 al 2007, a partir de esta fecha se espera poder contar con otras entidades para la sostenibilidad de la Red.

- ¿Cuáles son las características generales de las publicaciones sobre la educación en biotecnología -1987 a 2013-, y en especial el contenido de las que enfatizan sobre el profesor?
- **Objetivo general**
- Configurar el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología.
- **Objetivos específicos**
- Identificar los campos de la didáctica y la pedagogía en la configuración del conocimiento profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología.
- Analizar en general las publicaciones sobre educación en biotecnología -1987 a 2013-, y profundizar en el contenido de las que enfatizan sobre el profesor.
- Realizar análisis, en cuanto al profesor, que aproximen a las posibles características de la enseñanza de la biotecnología en Colombia.

## **CAPÍTULO II: CONFIGURACIÓN Y METODOLOGÍA: DOS REFERENTES DE CONVERGENTES EN LA CONSTITUCIÓN DE CONOCIMIENTO**

Este capítulo puede ser entendido como la médula, el núcleo de la investigación en tanto pone de manifiesto, explícitamente, cómo la metodología y configuración del conocimiento está supeditada por varios aspectos, entre los que se encuentran: la manera como se entiende la dinámica que subyace al conocimiento teórico construido –sobre las disciplinas, campos, territorios, didáctica, pedagogía, educación, el conocimiento del profesor, la profesión, la biotecnología, y la educación-; la concepción de objeto y sujeto y sus posibles distancias y relaciones para la construcción de los mismos; el papel de las categorías y los datos en la emergencia y constitución de conocimiento y el papel de las teorías preexistentes en su configuración.

En términos de lo anterior se pone en evidencia que la metodología y la configuración son elementos coexistentes, que conviven desde el primer abordaje embrionario de esta investigación –ideas iniciales y transformación de las mismas hasta la aproximación a una propuesta-, pasando por sus etapas de desarrollo hasta la maduración de un objeto de investigación. Desde luego que en todo el transcurso el objeto y el sujeto que investiga, al igual que el manejo de los datos derivados de los documentos y las teorías, fueron constituyentes y constituidos para la configuración del cuerpo teórico de conocimiento didáctico para la enseñanza de la biotecnología.

En concreto, la configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor para la enseñanza de la biotecnología, fue hecha y desarrollada, en la medida y al unísono que los datos, sujeto-objeto y teorías sobre el conocimiento del profesor fueron tomando sentido en función de cada uno. La metodología configura el conocimiento y viceversa, al configurar el conocimiento se configura la metodología, no es posible su separación -la dicotomía-, como tampoco es posible pretender hacer ruptura entre el observador y lo observado.

Las características de la teoría que se funda en este escrito no se aísla de otras elaboradas por otros investigadores; es decir, esta teoría busca explicar las razones por la que ésta misma tiene sentido en función del objeto que constituye –*conocimiento profesional didáctico y pedagógico para la enseñanza de la biotecnología*-. La cercanía, aproximación de la teoría configurada a la realidad está dada por la relación que el investigador mantiene con la realidad y con otras teorías ya propuestas; como se presentará más adelante (tabla 2.1), las teorías son elaboradas y puestas ante la comunidad de expertos para ser debatidas, interpretadas; estas se acercan más a la realidad -o se alejan- en tanto son puestas a prueba, al escrutinio riguroso de la razón humana. Las teorías alternan entre el ser, en tanto existen, y el deber ser, en tanto existen y se mezclan con la realidad que buscan teorizar.

Así pues, en este capítulo se presentan análisis y reflexiones epistemológicas y filosóficas concurrentes que faciliten poner de manifiesto lo que subyace a esta investigación para su realización (apartados del numeral 1), enfoques epistemológicos-ontológicos; la metodología a propósito de la epistemología y paradigmas; la reflexión epistemológica y la relación biunívoca del investigador con el objeto para la modelización teórica del objeto de investigación. Los restantes apartados –numerales 2 y 3-, movidos por los primeros, son atinentes a la investigación desarrollada, son específicos, descriptivos en la función que cumplen el sujeto investigador y el objeto de investigación, para dar cuenta de las categorías y datos. Para esto, los apartados abordan elementos concernientes a la constitución del conocimiento teniendo en cuenta lo ontológico, epistemológico y metodológico en tanto su devenir y campo desde el cual se piensa el objeto de estudio. Se prosigue con algunos esbozos atinentes a la teoría fundamentada en los datos, la conceptualización sobre categoría y dato, lo que caracteriza la investigación documentada, la metodología desarrollada para la consecución y revisión de artículos y por último la concreción sobre lo que se entiende de manera sinérgica entre la metodología y configuración, para producción de conocimiento en la tesis.

## **1. Aproximación a preceptos epistemológicos, ontológicos y metodológicos de investigación**

### **1.1. Enfoques epistemológicos-ontológicos**

El conocimiento puede tomar diferentes rumbos según se piense en su constitución y en lo que lo constituye. La existencia de lo externo al sujeto influye en la construcción de éste, y hace que éste afecte lo externo. Es decir, lo externo e interno se configuran de manera recíproca para dar cuenta del hecho y de lo hecho.

La realidad y la manera como se construye por los sujetos, la relación que mantienen estos dos, son puntos divergentes o convergentes según el entendimiento subjetivo de quien las piensa desde un contexto y momento histórico y filosófico dado. En este particular momento se ciernen filosofías y epistemologías en las que el conocimiento es reflexionado y construido según concepciones sobre el mismo. La relación del sujeto con la realidad puede convertirse en un obstáculo según se ancle en modelos teóricos que pueden ser comprendidos como fijos, estáticos, transformables o flexibles. Agrietar, abrir, fracturar las miradas dogmáticas, tradicionales, bien puede ser entendida desde los planteamientos Kunnianos en términos de las revoluciones científicas.

Nuestra naturaleza de seres pensantes nos ha conducido a crear y recrear el mundo a construir explicaciones en la medida en que se aceptan o niega la herencia de conocimientos que han permitido acercarse o no a la realidad; en este ir y venir hay conocimientos que se mantienen, se conservan, otros han sido “adsorbidos” por otras teorías, otros se han olvidado, no han soportado razones culturales o científicas que conduzcan a su aceptación. En esto juega un papel fundamental las creencias que se mantienen y son mantenidas, pero que también pueden ser desmaterializadas, contradichas según el momento y el avance que se tenga, incluso, a veces así no se tengan un avance.

Las posturas respecto a qué tanto lo que se dice sobre la realidad, objetos o fenómenos son verdad, tienen diferentes matices que van desde quienes consideran que lo que se dice sobre lo que se estudia tiene tanto de quien lo aborda como de lo abordado. Es muy probable que se puedan hacer preguntas sobre si las cosas ya están construidas, o incluso como preguntaría y señalaría más de fondo Latour (2001):

“... ¿has construido tú mismo las cosas, o son autónomas? ... Cuando un hecho es algo fabricado, ¿quién es el responsable de la fabricación? ¿El científico? ¿La cosa? Si contestamos la «cosa», es que somos unos obsoletos realistas. Si contestamos el «científico», entonces seremos constructivistas. Si contestamos «ambos», entonces es que nos apuntamos a uno de esos trabajos de restauración conocidos con el nombre de dialéctica y que parecen ser, durante algún tiempo, capaces de poner algunos parches a la dicotomía, aunque únicamente logren ocultarla y sean los causantes de que se ahonde la ulcera que provoca, ya que la convierten en una contradicción que ha de ser resuelta y superada. Y sin embargo, hemos de decir que la respuesta adecuada *es* ambas, por supuesto, aunque no lo afirmemos con el aplomo, la certeza o la arrogancia que parece acompañar a las respuestas del realista o las del relativista. De hecho, tampoco lo afirmamos con ningún tipo de sutil ambigüedad que oscile entre las posiciones del uno y del otro. ... ¿Acaso nos dejamos engañar por lo que hacemos? ¿Estamos controlados, poseídos, alienados? No, no siempre, no del todo. Aquello que nos supera ligeramente resulta *también* ligeramente superado y modificado a su vez, debido a nuestra agencia, debido al *clinamen* de nuestra acción...” (336-337).

Una postura un poco diferente, por lo que pone en términos de la afectación que la teoría tiene sobre la realidad de manera directa o indirecta, es la planteada por Giere (1992:106), quien escribe:

“La mayoría de las teorías de la ciencia, viejas o nuevas, suponen que cualquier relación representacional entre la teoría y la realidad ha de entenderse como una “correspondencia” entre los enunciados científicos y el mundo. El destino de cualquier concepción de las teorías como algo que representa la realidad ha sido asociado, de esta forma, con los destinos de la teoría de la correspondencia de la verdad. Es en este punto donde se entabla generalmente la batalla. ... En nuestra explicación no existe relación directa entre los conjuntos de enunciados y la vida real. La relación es indirecta por intermediación de un modelo teórico...”

En una relación distinta en cuanto a la relación de la teoría con la realidad, Popper (2011:23), manifestaba: “Mi propuesta es que un enunciado (una teoría, una conjetura) cumple las condiciones para pertenecer a las ciencias empíricas si, y sólo si, es falsable.” Ponía como requisito para ser falsable el conocimiento la siguiente sentencia: “Un enunciado o teoría es falsable, según mi criterio, si y sólo si, existe como mínimo un falsador potencial –al menos un enunciado básico que esté en conflicto con él-.” En este sentido, la teoría se acerca tanto más a la realidad en cuanto resista ser falsada.

Un elemento adicional a este intríngulis lo explicita Foucault (2010) al poner de manifiesto el papel del vaticinio, predicción, augurio en la construcción de las cosas en tanto se conocen e interpretan por un sujeto cognoscente, en tal sentido pone de relieve:

“...conocer será interpretar: pasar la marca visible a lo que se dice a través de ella y que, sin ella, permanecería como palabra muda, adormecida entre las cosas. La adivinación no es una forma concurrente del conocimiento; forma parte de este mismo.” (p.51-52).

Esto resulta claramente interesante si se piensa que este autor plantea, en cuanto a *las palabras y las cosas*, que estas son puras maneras de asignar rótulos, nombres, códigos a las cosas que de por sí pueden ser llamadas de forma diferente en contextos, en culturas diferentes. El entendimiento de las cosas está supeditada al sujeto y a la cosa misma, la cosa habla por sí misma de sus características, dinámicas, propiedades, por lo que *quien habla habla de la cosa*, en esto último subrayado se daría peso al realismo y al constructivismo que señala Latour, la cosa hace hablar al pensante, la cosa depende de quien la hable. Tanto quien habla como de lo que se habla se constituyen, no son contrarios, no se niegan.

En clave de lo anterior y de la aproximación que puede hacer quien investiga, Bachelard (2010) enfatiza que “El científico cree más en el realismo de la medida que en la realidad del objeto. El objeto puede entonces variar de naturaleza cuando cambia el grado de aproximación... Hay que reflexionar para medir y no medir para reflexionar.” (p.251).

Este planteamiento nos sitúa en el papel de los instrumentos para medir un objeto lo cual conduce a pensar sobre la función que los instrumentos tienen para abordar al objeto y dar cuenta del mismo, esto no obstante, que el instrumento es construido por un sujeto que construye a partir del mismo. Si se piensa en la idea de que hay objetos, cosas que siempre han existido pero también los hay construidos por el hombre a partir de la realidad que construye, entonces toma acento el pensar que el sujeto controla lo que quiere decir según sus propios intereses, en consecuencia, construye, fabrica, configura conocimientos que son explicaciones, comprensiones que buscan dar cuenta de un objeto no necesariamente observable pero que tiene la intención de pensarlo en la realidad.



Salirse de la realidad, sin perder la mirada en el hecho *–de facto–* es la posibilidad que tiene el hombre pensante para salirse de lo superficial, de lo común, de la relación con lo evidente con lo que todos ven, perciben, sienten, por la manera como el objeto, las cosas se presentan. Si esto fuera un axioma *–como muchas veces se quiere hacer ver–* entonces la construcción del conocimiento habría permanecido estancada, anquilosada, atrofiada.

Las dinámicas que se mantienen en las posibilidades de entrar a analizar el conocimiento y su construcción se mueven básicamente dentro de categorías filosóficas respecto al empirismo y racionalismo, y a partir de allí se funda la idea de si se construye conocimiento siendo desprovisto de la experiencia o lo contrario, se construye en dependencia con la experiencia, en cuanto a esto Bachelard (2009) ya ponía de presente que:

“Si se pudiese entonces traducir filosóficamente el doble movimiento que anima en la actualidad al pensamiento científico, se advertiría que la alternancia de lo *a priori* y de lo *a posteriori* es obligatoria; que el empirismo y el racionalismo están ligados dentro del pensamiento científico por un extraño lazo, tan fuerte como el que une el placer y el dolor. En efecto, *cada uno de ellos triunfa justificando al otro*: el empirismo necesita ser comprendido y el racionalismo necesita ser aplicado. (p.11)...La ciencia, suma de pruebas y de experiencias, de reglas y de leyes, de evidencias y de hechos, necesita, pues, una filosofía con dos polos. Más exactamente, necesita un desarrollo dialéctico, porque cada noción se esclarece en forma complementaria con dos puntos de vista filosóficos diferentes.” (p.12)

Según lo que escribe el autor hay una coexistencia de paradigmas de pensamiento filosófico en el que no es posible pensar en uno sin hacer referencia al otro, hacer alusión a los opuestos para explicar resultados de investigación y para desarrollarla ha sido muy marcado en el pensamiento científico. Bachelard propone superar tal condición a través de la dialéctica.

En coherencia, como también ocurriría si solo se fuera descriptivo y se ignorara lo prescriptivo. En este aspecto cabe citar a Thomas Kuhn quien luego de pasados siete años de haber publicado su libro *-en 1962- La estructura de las revoluciones científicas*, elabora una posdata que busca expresar sus acuerdos, desacuerdos y equivocaciones, al igual que las interpretaciones mal realizadas por parte de sus críticos, entre los asuntos que se permitió argumentar se encuentra el que en este momento emerge para citarlo:

“Algunos críticos afirman que yo he estado confundiendo la descripción con la prescripción, violando así el antiguo y honorable teorema filosófico según el cual “es” no puede implicar “deber ser”.<sup>20</sup> [ver pie de página anterior en<sup>16</sup>]. Sin embargo, tal teorema, en la práctica, ha pasado a no ser más que un marbete, y ya no se le respeta en ninguna parte. Un buen número de filósofos contemporáneos han descubierto importantes contextos en que lo normativo y lo descriptivo quedan inextricablemente entrelazados. “Es” y “debe ser” están lejos de hallarse siempre separados como parece. (p.315)...La teoría tiene consecuencias para el modo en que deben proceder los científicos si quieren que su empresa triunfe. Aunque no tiene que ser correcta, como ninguna otra teoría, si aporta una base legítima para reiterados “debe ser” y “tiene que ser”. A la inversa, un conjunto de razones para tomar en serio la teoría es que los

---

<sup>16</sup> <sup>20</sup> *Must We Mean What We Say?* De Stanley Cavell (Nueva York, 1969), cap. I.” (p.315)

científicos, cuyos métodos han sido desarrollados y seleccionados de acuerdo con su éxito, en realidad si se comportan como la teoría dice que deben hacerlo.” (2001:316)

Las razones esbozadas por el autor tienen de fondo la concepción de que la ciencia no se encuentra estática sino que todo lo contrario se encuentra en una constante de transformación que la conduce a que las explicaciones dadas a los fenómenos sean diferentes según el conocimiento que se tenga o conjeturas que se construyan que darían cuenta del progreso del conocimiento en cuanto responden, de manera cada vez más próxima, a la realidad que les da validez. Kuhn (2001), aunque no hace referencia directa a la dialéctica para superar la disputa, como lo haría Bachelard (2009), si hace claridad a la complementariedad que encuentra entre los supuestos opuestos: descripción - prescripción.

Así pues, en lo que se ha presentado se pueden encontrar elementos puntuales respecto a la relación sujeto-objeto (Latour, 2001), teoría-realidad (Popper, 2011), empirismo-racionalismo (Bachelard, 2009), descriptivo-prescriptivo (Kuhn, 2001), coincidiendo todos en las aproximaciones que se fraguan para ser entendidas, no de manera dicotómica sino todo lo contrario, en términos de coexistencias en la medida que se encuentran haciendo parte de la disquisición del vivir y las vivencias de quienes las presentan. Las apreciaciones citadas de estos autores urden perspectivas que tienen alcance en tanto se entiende la construcción del conocimiento como generador de más conocimiento en la medida en que nos aproximamos a la realidad, a los hechos, objetos, en la medida que unos y otros explican y son explicados, interpretan y son interpretados, constituidos e instituidos, es decir, en la medida que unos y otros se complementan para dar cuenta de algo pensado, el sujeto no está solo como tampoco el objeto, todo está con todo. Bourdieu (2003:141) señalaría, con razón, que “Las cuestiones externas afectan a la elección entre diferentes marcos lingüísticos, elección que obedece a criterios puramente pragmáticos de ajuste a tal o cual fin.”

No obstante lo anterior, es oportuno de todas maneras expresar que quien habla o es hablado (relación objeto-sujeto-teoría-realidad) es el sujeto, es él quien sirve de medio, quien es juzgado, quien se atreve a proponer, sugerir, a plantear para el debate de diferentes tesis que surgen de la realidad en la que vive o de la realidad que quiere construir o de las dos. En este sentido, toma razón de ser la función que cumple el sujeto en cuanto a vaticinar, augurar o como ya se había señalado en la parte de arriba con la expresión de Foucault (2010) “...La adivinación no es una forma concurrente del conocimiento; forma parte de este mismo.” (p.51)

Los objetos pueden ser construidos a partir de lo que se evidencia desconfigurado o a partir de lo ya configurado, constituido desde lugares tradicionales, fundados en campos clásicos, reconocidos por su credibilidad ante las comunidades científicas o sociales, por lo que existe la tendencia a creer ciegamente. En esto juega un papel importante el nivel de producción de conocimiento, teorías, metodologías y evidencias empíricas obtenidas hasta este momento, así como también de quien se cuestiona en un momento histórico.

Luego entonces, sabiendo de las características que se ciernen en esta tesis doctoral, en especial en lo que tiene que ver con lo que implica abordar el análisis e interpretación de teorías, metodologías y objetos de estudios explícitas en artículos y libros con conocimientos de diferente naturaleza, es una realidad que como investigador interactúe con estos y sostuve un diálogo constante en el que entro a sopesar hasta qué punto soy influido por lo escrito o hasta qué punto influyo sobre lo ya escrito. Es

decir, encuentro que no me ha sido posible delimitar, separar, ni alinear las teorías, por ejemplo sobre el conocimiento del profesor o sobre el campo de conocimiento de biotecnología o la didáctica y la pedagogía, como muy probablemente ocurre en cualquier otro campo.

En si lo que parece ser una constante es precisamente no poder separar, generar dicotomías entre la teorías, conceptos, ideas y la realidad, como tampoco desconocer la coexistente relación entre lo investigado y quien investiga. La configuración del conocimiento es tal según el punto de vista que se tenga de un lugar particular de producción del conocimiento en el que se tienen concepciones sobre los objetos, sujetos, teorías, metodologías que responde a las lógicas del campo. Para el caso del conocimiento del profesor es posible identificar cierta tendencia a constituirlo en campos distintos a la pedagogía y la didáctica, por lo que entonces considero que este deviene desconfigurado de la realidad de la práctica de enseñar del profesor.

### **1.1.1. Razón de la metodología de investigación en tanto epistemologías y paradigmas fundantes de conocimiento**

Existe la tendencia en la investigación a reducir y a determinar la producción de conocimiento bajo esquemas, recetas, algoritmos, que de cierta manera se convierten en fetiches. Es decir, se pretende hacerle culto a cierta manera de proceder para pensar la investigación, ello amparado en disciplinas tradicionales que han sido presentadas como las “ciencias madre”. La epistemología y paradigma que los “moviliza” suelen estar anclados, definidos y delimitados; se encuentra preestablecida la manera de conocer. En la teoría que soporta la investigación y la metodología, muchas veces los resultados son conocidos de antemano, porque de lo que se trata es de reproducir o comprobar, la posibilidad de crear algo nuevo es reducida, de ser posible, deberá pasar mucho tiempo y de ocurrir movimientos contrarios al paradigma vigente para que se produzca el cambio del mismo.

Afirma Feyerabend (2010:7) que:

“...no hay una sola regla, por plausible que sea, y por firmemente basada que esté en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión u otra. Resulta evidente que esas infracciones no son sucesos accidentales, que no son consecuencia de una falta de conocimiento o de atención que pudiera haberse evitado. Por el contrario, vemos que son necesarias para el progreso.”

La consciencia o no de la aberración en la consecución de conocimiento suele ser muy criticada, por no decir rechazada, por quienes forman parte de las comunidades de investigadores que se han formado de manera clara y precisa desde una epistemología que orienta su pensamiento y metodología antes de fugarse de tales asuntos, muchas veces axiomáticos; implica necesariamente cambios tanto ontológicos y epistemológicos en la comunidades científicas que tienen siglos de tradición en cuanto a su (s) objeto (s) de investigación.

Vasilachis de Gialdino (2009) se pronuncia expresando que el conocimiento científico observa solo la realidad que ha construido previamente como cognoscible, que ha definido como objeto. Se autolimita y restringe la posibilidad de conocer aquello que, aún, no puede ser conocido por exceder a esas formas de conocimiento que gozan de legitimación. “Su control institucional opera en todo el desarrollo de la

investigación, y alcanza tanto al investigador, determinando sus opciones, como a aquello que pretende analizar, especificando qué es lo que se puede conocer "validamente".” (p.2).

Así pues, es persistente el querer acuñar, utilizar metodologías y teorías ya establecidas, afincadas en la idea de que si no se hace de esta manera pueden no ser reconocidos los resultados de una investigación. Concebir los objetos como estáticos, universalizarlos y buscar generalidades, leyes, son premisas esenciales en esta perspectiva. Sin embargo, no se puede dejar de reconocer la función y los alcances que ha tenido y tiene esta manera de concebir la construcción de conocimiento para las Ciencias Naturales, en tanto los objetos que abordan, sobre los cuales han cambiado las explicaciones debido a la dinámica del o de los paradigma (s) al interior de estas comunidades científicas, al igual que por la diversificación del conocimiento y la fundación de nuevos campos de conocimiento que han derivado en nuevas perspectivas para hacer investigación, especialmente desde la segunda mitad del siglo XX a propósito de la aparición de nuevas disciplinas.

En efecto, en la bibliografía es posible encontrar varias gamas de posibilidades sobre la metodología de la investigación en las cuales se proponen técnicas, instrumentos, perspectivas, enfoques, que deteniéndose a examinarlos y contrastarlos, en tanto conceptos o definiciones, no se encuentra una unidad ni unificación de los mismos sino más bien pluralidad de miradas y justificaciones para poder dar sentido y entendimiento a las investigaciones desde distintos campos de conocimiento (Ciencia Sociales, Humanas, ingeniería, Ciencia Naturales, artes, filosofía, historia) y conceptos relacionados con los objetos de estudio.

En consonancia, es común que entre las diferentes ciencias, se encuentren variados métodos que responden, o intentan responder, a las características del objeto de estudio; no se puede desconocer que hubo etapas del desarrollo científico en que se buscaba que las investigaciones respondieran a la misma lógica que desde la física se desarrollaba, el dogmatismo científicista y mecanicista han hecho durante varios siglos su debut.

La pugna por reconocer las investigaciones como científicas fue motivo de múltiples debates por la ciencia química, social, antropológica, física, psicológica, entre otras. Tampoco fue distinta la lucha para que *se reconocieran algunos campos del conocimiento como ciencia* puesto que no se regían por el método que predominaba, el de la física. La didáctica, la educación y la pedagogía no están por fuera de estos preceptos, como intentaré poner de manifiesto en el capítulo IV.

Hoy día incluso ya se puede hablar de que muchos campos de conocimiento son conocidos bajo el estatus de ciencias, sin tener que pasar por los múltiples debates y censuras por las que pasaron otros, bajo cierta rejilla -entre los que cabe mencionar el de la Biología-, lo cual puede indicar que la manera de concebir el conocimiento y los criterios de validez y confiabilidad se ha transformado y ajustado a la realidad del objeto de investigación más que a reglas que exigen un estricto cumplimiento, sin importar las características del mismo. En esta idea no se está negando la bondad que tiene el debate y censura dentro de un campo de investigación, lo que se critica es que otros campos quieran imponer su manera de entender y hacer investigación.

### **1.1.2. El papel de la reflexión epistemológica**

Continuando con lo que he venido desarrollando, no obstante, que se han superado varios y variados obstáculos epistemológicos que por décadas, incluso siglos predominaron –Gastón Bachelard en sus libros: “*La filosofía del no. Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu científico*” y “*La formación del espíritu. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*”, 2009 y 2010, respectivamente– aún se evidencian ciertos dogmatismos y algoritmos incrustados, haciendo parte del ciclo vicioso en las maneras de realizar investigación, de enseñarla, en el hacer y desde luego que al mismo tiempo, en la manera de entender y aprender del mundo.

La investigación no se puede hacer únicamente desde afuera del sujeto u objeto, como tampoco se pueden aplicar las mismas “fórmulas” a todos los estudios; esto deslegitima y distorsiona, vuelve dogmático el conocimiento construido, no permite dialectizar conceptos, metodologías, teorías, principios. De hecho, como señalaba Feyerabend (2008):

“...la ausencia de estándares «objetivos» no hace la vida más fácil: la dificulta aún más. Los científicos no pueden seguir apoyándose en reglas de pensamiento y acción bien definidas. No pueden decir: nosotros poseemos ya los métodos y estándares para la investigación correcta; todo lo que necesitamos es aplicarlos. (p.33).

Atendiendo a esto, resultan interesantes los planteamientos de Vasilachis de Gialdino (1997, 2007) cuando pone de manifiesto que es característica de toda investigación la reflexión epistemológica, la cual está presente en la actividad cotidiana del científico cuando intenta resolver problemas originados en su investigación, aunque la lleve a cabo sin darle este nombre, al plantearse interrogantes acerca de las particularidades de los sujetos, situaciones, acontecimientos, objetos, procesos que analiza acerca de las características de los métodos con los que accederá a ellos, los conceptos que habrá de aplicar, las teorías que perfilan el contenido semántico de esos conceptos, el alcance o las restricciones de las teorías legitimadas como tales y la necesidad de verificar o crear teoría, entre otros.

Esta misma autora destaca que a diferencia de la epistemología, la reflexión epistemológica no es una disciplina acabada sino una actividad persistente, creadora, que se renueva una y otra vez, en la que las preguntas muerden ávidamente, resquebrajan la cáscara de un fruto que no siempre está maduro y cuyo dulzor, las más de las veces, se hace esperar y no siempre se alcanza. Lejos de buscar reglas comunes a los distintos procesos de conocimiento, la reflexión epistemológica intenta dar cuenta de las dificultades con las que el que conoce se enfrenta, cuando las características de aquello que intenta conocer son inéditas o, cuando aun no siéndolo no pueden ser, en todo o en parte, registradas, observadas, comprendidas con las teorías y/o conceptos existentes y con las estrategias metodológicas disponibles (Vasilachis de Gialdino (2009).

Así pues, Vasilachis de Gialdino (1992:3) declara que se habla de...

“...reflexión epistemológica y no de epistemología porque ésta aparece como una disciplina acabada, resultado del pensamiento de un filósofo que piensa desde un ahora y para siempre las reglas que han de regir todo tipo de proceso de conocimiento, condicionando su validez. .... En este sentido, lo que consideramos necesario es que al emprender esta reflexión epistemológica nos liberemos de los dogmatismos de las epistemologías que suponen que la naturaleza ontológica de lo conocido determina la existencia de una sola forma legítima de conocer.”

Ante esto, Bachelard (2010) desde 1938 subrayaba que:

“... De ahí que toda cultura científica deba comenzar, como lo explicaremos ampliamente, por una catarsis intelectual y afectiva. Queda luego la tarea más difícil: poner la cultura científica en estado de movilización permanente, reemplazar el saber cerrado y estático por un conocimiento abierto y dinámico, dialectizar todas las variables experimentales, dar finalmente a la razón motivos para evolucionar.” (p.21).

Luego entonces la sólida concepción de compartimentación, reducción y determinación del conocimiento está sufriendo serias transformaciones como consecuencia de abrir alternativas en los procesos de investigación desde varias y variadas disciplinas que han fundado nuevos territorios para la explicación, reflexión, argumentación, interpretación de objetos constituidos como investigación.

No es posible plantearse una única epistemología –como tampoco una única metodología- para todas las disciplinas de conocimiento, ni aún para una misma y establecida disciplina, sea reciente o antigua. La reflexión epistemológica propicia levantar el telón y encontrar diferentes respuestas a los interrogantes que se puede plantear la investigación desde varios paradigmas y según el objeto que analice.

No sobra aclarar que Vasilachis de Gialdino (1997, 2007, 2009) desarrolla sus escritos pensando en las ciencias sociales, no obstante, se destaca aquí que la fundamentación que desarrolla puede ser utilizada para otras ciencias; en sí las ciencias, aunque tengan unos objetos de naturaleza distinta, comparten asuntos sobre el papel de la o las epistemologías y la ontología en la investigación, sobre la relación de quien investiga y el objeto que investiga.

Al referente y ejemplificando, la autora expresa que la coexistencia de paradigmas no constituye una excepción sino la regla en las ciencias –sociales- aunque la noción, la denominación y el número de los paradigmas difieran de una a otra orientación. Mientras que por ejemplo, en algunos casos se alude al positivismo, al postpositivismo, a la teoría crítica y al constructivismo, en otros se reemplaza a la teoría crítica por el pragmatismo, o se proponen como paradigmas al positivismo, al postpositivismo, al constructivismo-interpretativo, y al crítico ideológico. Esos distintos paradigmas reconstruidos, por lo general, retrospectivamente definen de manera diversa lo que se entiende por conocimiento y por producción de conocimiento. La aceptación de tal copresencia surge unida a la necesidad del empleo de distintos métodos, engarzados en esos diversos paradigmas, más para captar la compleja y múltiple naturaleza de la realidad que para garantizar la validez de los resultados obtenidos, o en otros términos, más para profundizar el análisis que para buscar la objetividad.

Sin entrar en detalles, cabe destacar que llegar a alcanzar semejantes niveles de profundidad y extensión del conocimiento tiene clara relación con la forma de abordar los objetos de investigación, lo cual se ve contenido también en los resultados que se obtienen y con los estados de progreso de los mismos. Claro está que esto depende, de manera consciente o inconsciente, de las epistemologías y paradigma que se estén concibiendo como dominantes dentro de un estudio, y de las alternativas posibles para que se fragüen dinámicas distintas conducentes al cambio.

### **1.1.3. Sujeto y objeto: relación biunívoca**

Aunque las investigaciones tradicionales provenientes particularmente de la física, química y biología pretendan negar la relación que el objeto mantiene con el sujeto y este con el objeto, estas relaciones son casi que axiomáticas, necesarias para entender que el objeto y el sujeto no están aislados, sino todo lo contrario están en constante retroalimentación, afectación, formándose, construyéndose uno al otro, los dos se conducen en una investigación.

Con razón Latour (2001:352) puso de relieve: “Me doy perfecta cuenta de que el aspecto más problemático de esta búsqueda de una alternativa para el viejo pacto es tener que acabar para siempre con la dicotomía sujeto-objeto.”

Construir imaginarios, que bien podrían llamarse obstáculos epistemológicos –etnocéntricos- en la idea de hacer ver la construcción de conocimiento con características de objetivo, positivo, lo que en sí ha hecho es fragmentar la realidad, dejar de verla como un todo en la que tanto el objeto como el sujeto se encuentran inmersos. Al referente Latour (2001:341) ya afirmaba:

“...al suprimir la agencia humana como elemento interviniente en la fabricación de los hechos y en la fabricación de fetiches, lo que se consiguió fue inventar dos fabulosos depósitos, *uno para la epistemología y otro para la ontología*. Esos sujetos dotados de un interior son tan extraños como esos objetos relegados a un exterior. De hecho, la noción de un interior separado de un exterior es algo muy extraño y representa, por sí misma, una fabulosa innovación.”

La fragmentación del sujeto del objeto que ha sido fuertemente arraigada en las disciplinas duras, fue ampliamente promovida y considerada un criterio, para el reconocimiento de las investigaciones científicas. En la actualidad dicho planteamiento ha sido desconocido por disciplinas de conocimiento que han defendido objetos de investigación de naturaleza distinta –tanto humanos como no humanos- a los que promovían dicha mirada reducida entre el objeto y el sujeto, precisamente Sabino (1996:27) argumentaba claramente que:

“El proceso de conocimiento puede concebirse como una relación, de singular complejidad, entre dos elementos, sujeto y objeto. ... El conocimiento es siempre conocimiento para alguien, pensado por alguien, en la conciencia de alguien. El conocimiento es siempre conocimiento de algo, de alguna cosa, ya se trate de un ente abstracto-ideal, como un número o una proposición lógica, de un fenómeno material o aún de la misma conciencia.”

En concordancia, Vargas (2011), también destaca que uno de los aspectos centrales en un proceso investigativo es la descripción detallada, sistemática y rigurosa del ‘objeto’, sin embargo, rara vez nos preguntamos si la representación que hacemos de ese ‘objeto’ queda reducida o atrapada al paquete de procedimientos ‘mecánicamente’ impuestos por la ortodoxia en investigación, si en realidad procuramos un actuar investigativo en mutua afectación, o si lo que hacemos es ‘imponer’ al objeto un entramado de categorías generalizadoras y totalizantes, ubicadas en un único modo discursivo que aprovechando las relaciones asimétricas de poder, instala un ‘*autor*’ que represente al ‘*actor*’ como primera instancia de legitimación monofónica. Provocando que quien habla no es quien existe en el estado de cosas sino el que existe en el texto, referente, marco teórico, etc.

## **2. Referentes para la constitución de conocimiento en ésta investigación**

## 2.1. Devenir ontológico, epistemológico y metodológico

La concepción sobre la manera de realizar investigación cada día se torna más compleja, difusa, ya no se puede entrar a pensar que una investigación siga la metodología de otra investigación sólo por el hecho de que es la más usada o por que los resultados obtenidos han aportado significativamente al desarrollo de la investigación. Es fundamental tener presente que en la actualidad el conocimiento se ha diversificado y especializado a tal nivel que los objetos de investigación han de ser estudiados desde sus características y naturaleza subyacente, es decir que, el objeto debe ser construido desde su lugar de conocimiento -que le da origen-, desde la epistemología explicitada o las que puedan concurrir a partir de los objetivos y problema (s) a estudiar. No se trata de ajustar la investigación a las técnicas, enfoques, perspectivas preexistentes de *ipso facto*, aun cuando posiblemente llegue a coincidir con las mismas, sino más bien de buscar, de ser necesario, construir los propios enfoques, perspectivas.

En cuanto a esto Feyerabend (2008) destaca que:

“...es imposible una teoría de la ciencia. Solo existe un proceso de investigación, y hay todo tipo de reglas empíricas que nos ayudan en nuestro intento de avanzar, pero que tienen que ser siempre examinadas para asegurar que siguen siendo útiles...” (p.25).

En este sentido, Denzin y Lincoln (1994) destacan la investigación cualitativa como un conjunto de prácticas interpretativas que no privilegia una única metodología frente a otras. Señalan que como se trata de un espacio de discusión o de discurso se hace difícil definirla claramente. No posee una teoría o paradigma que la distinga por sí misma, de hecho muchos paradigmas teóricos reclaman el uso de métodos y estrategias propios de la investigación cualitativa, desde el constructivismo a los estudios de la cultura, el feminismo, el marxismo y los modelos étnicos de estudio. Continúan Denzin y Lincoln (1994) exponiendo que la investigación cualitativa se utiliza en muchas y diferentes disciplinas, tampoco tiene un conjunto de métodos enteramente propios, los investigadores cualitativos usan semiótica, narrativa, contenidos, discursos, archivos y análisis de fonemas, incluso estadísticas. También sacan y utilizan aproximaciones, métodos y técnicas de etnometodología, fenomenología, hermenéutica, feminismo, etc.

Por su parte, Torres y Jiménez (2006), ponen de relieve que:

“...la formulación de problemas de investigación no es un asunto técnico, sino un desafío teórico y epistemológico que implica un esfuerzo del pensamiento que debe reconocer los límites de “lo ya sabido” y atreverse a preguntar por “lo inédito”, lo no pensado hasta el momento, pero susceptible de ser pensado e investigado desde el acumulado del campo de conocimiento en el que se localiza dicho problema.” (p.17).

En el contexto de los planteamientos hasta este momento esbozados, el objeto de estudio y epistemología, objetivos propuestos, preguntas y tesis dispuestas en esta investigación a realizar, se encuentran en el *enfoque cualitativo*, el cual para Guba y Lincoln (1994) se reviste *ontológicamente – relativista-* desde el entender que las realidades son captables en forma de construcciones múltiples, mentalmente intangibles, basadas en la experiencia social, de naturaleza local y específica (aunque sus elementos sean a menudo compartidos por muchos individuos y culturas) y dependiendo de la forma y



contenido que adoptan las personas individuales o los grupos que las sostienen. Estas construcciones no son ni más ni menos “verdaderas” en ningún sentido, sino simplemente más o menos estructuradas y/o sofisticadas. Las construcciones son alterables, así como lo son las “realidades” que les están asociadas.

Desde lo *epistemológico -transaccional y subjetivista-* se da por supuesto que el investigador y el objeto de investigación se encuentran relacionados de forma interactiva, de tal modo que los “resultados” son *literalmente creados* a medida que la investigación sigue adelante. En cuanto a la *metodología -hermenéutica y dialéctica-* se sustenta en la naturaleza variable y personal, las construcciones sociales sugieren que las construcciones individuales pueden ser extraídas y refinadas solamente a través de la interacción *entre* el investigador y lo que se investiga. Estas construcciones, siempre variables, son consistentes en tanto se comparan y contrastan a través de un intercambio dialéctico. El objetivo final es destilar una construcción consensuada que sea más estructurada y desarrollada de cualquiera de las construcciones que le preceden (incluyendo, por supuesto, la construcción ética del investigador) (Guba y Lincoln, 1994).

## **2.2. Campo de conocimiento desde donde se realiza la investigación**

En este apartado no se busca profundizar sobre el campo de investigación desde donde se produce conocimiento, ya que en el capítulo IV se describen y analizan las características que propenden por dar razones sobre poner el objeto de investigación en el mismo. Así pues, por el momento es oportuno explicitar que el problema, objetivos y objeto de estudio son ubicados en el campo de conocimiento de investigación de la didáctica de las ciencias, que entiendo como una de las disciplinas contenidas en lo que he denominado territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Es desde este territorio que pienso que el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias es metadisciplinar, esto por la naturaleza y alcance del conocimiento biotecnológico, al igual que, según Porlán y Rivero (1998) que han abordado investigaciones sobre el conocimiento del profesor y las características deseables del conocimiento del profesor de ciencias.

Se trata entonces de una investigación en didáctica de las ciencias, en la perspectiva de reconocer que el conocimiento profesional del profesor para la enseñanza de la biotecnología se encuentra inmerso en múltiples relaciones con conocimientos de diferente naturaleza disciplinar, por lo que establecer un metac conocimiento para el profesor que enseña biotecnología, atiende a las implicaciones y aplicaciones del conocimiento requerido para tal fin.

### **2.2.1. Elementos que orientan la configuración del conocimiento objeto de investigación**

Precisamente la construcción de conocimiento teniendo como base otros conocimientos ya escritos obliga a pensar en cómo construir este conocimiento sin que se pierda la esencia de los mismos, se consigan los objetivos y se ponga en escena el objeto problema *sensu stricto*. Empezar a escribir, implica abordar la estructura del conocimiento lo que a su vez conduce a concentrarse en establecer las relaciones que el hombre establece con la realidad y la manera como construye esa realidad que le da la estructura al conocimiento. La estructura del conocimiento tiene su origen a partir de la manera como el hombre empieza a darle explicación al mundo con el que se encuentra constantemente en interacción. Filósofos en siglos pasados han disertado al referente y dado nombre a las corrientes filosóficas, que soportan su pensamiento, e influyen potentemente en la manera de concebir la realidad.

Así pues, empirismo, positivismo y racionalismo, pueden dar cuenta de las posibles relaciones y del interactuar del hombre con el mundo que lo rodea, al igual que explicar desde posturas diferentes la manera como se llega a la idea, al concepto, al conocimiento, al objeto, a partir de la experiencia, del objeto *per se* y/o desde la razón, la abstracción.

El plano de entendimiento sobre lo que se persigue con los conceptos, ha sido ilustrado por Bachelard (2010) bajo dos tendencias contrarias: la atracción por lo singular y la atracción por lo universal; desde la conceptualización las define como característica de un conocimiento en comprensión y de un conocimiento en extensión, a saber...

“...si la comprensión y la extensión de un concepto son, tanto la una como la otra, motivos de detención epistemológica...Habría que crear aquí una nueva palabra, entre comprensión y extensión, para designar esta actividad del pensamiento empírico inventivo. Sería menester que esa palabra pudiera recibir una aceptación dinámica particular. En efecto...la riqueza de un concepto científico se mide por su poder de deformación...será menester entonces *deformar* los conceptos primitivos, estudiar las condiciones de aplicación de esos conceptos y sobre todo incorporar *las condiciones de aplicación de un concepto en el sentido mismo del concepto*. Es en esta última necesidad donde reside...el carácter dominante del nuevo racionalismo que corresponde a una sólida unión entre la experiencia y la razón. La división clásica que separaba la teoría de sus aplicaciones ignoraba esta necesidad de incorporar las condiciones de aplicación en la esencia misma de la teoría.” (p.73).

En este sentido, encontrar tendencias contrarias no sólo en cuanto a la extensión y comprensión, sino también en cuanto en otros sentidos como lo bueno y lo malo, lo cualitativo y lo cuantitativo, el objeto y el sujeto, la reducción-determinismo y la complejidad, la didáctica y la pedagogía, el conocimiento científico y el cotidiano, el absolutismo y el relativismo, el empirismo y el racionalismo, la teoría y la realidad, la objetividad y la subjetividad, la salud y la enfermedad, entre otros, son la constante en el mundo del conocimiento, su construcción y en la vida en general.

Precisamente interpretar y analizar los conceptos de biotecnología y su enseñanza, a luz de la perspectiva de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor de ciencias en condiciones de coexistencia de paradigmas económicos, sociales, bioéticos, ambientales, culturales y políticos, locales y globales, se convierte en las fuentes de riqueza posibles de poder deformar, de ser posible y necesario, para fundar conceptos, objetos de enseñanza a partir de su epistemología e historia.

En el orbe de ideas sobre los conceptos, resultan pertinentes y esenciales las orientaciones que Foucault (2010) ofrece para poder establecer la formación de los conceptos:

“... si se toma una escala más amplia, y se eligen como puntos de referencia disciplinas como la gramática, o la economía, o el estudio de los seres vivos, el juego de los conceptos que se ven aparecer no obedecen a condiciones tan rigurosas: su historia no es, piedra a piedra, la construcción de un edificio.” (p. 76).

Ante tal emergencia contrastante en la formación de conceptos formula varias preguntas, una de ellas atinente directamente a las intenciones en este escrito, es explicitada como reza a continuación:

“¿Habrá que dejar esta dispersión a la aparición de su orden y ver en ella una serie de sistemas conceptuales cada cual con su organización propia, y articulándose únicamente, ya sobre la permanencia de los problemas, ya sobre la continuidad de la tradición, ya sobre el mecanismo de las influencias?...Más que querer reponer los conceptos en un edificio deductivo virtual, habría que describir la organización del campo de enunciados en el que aparecen y circulan.” (Foucault, 2010:76).

La posible solución se construye, en términos de Foucault, al describir la organización del campo de enunciado en que aparecen y circulan los conceptos, para esto exterioriza algunas relaciones señalando que:

“...lo que pertenece propiamente a una formación discursiva y lo que permite delimitar el grupo de conceptos, dispares no obstante, que le son específicos, es la manera en que esos diferentes elementos se hallan en relación los unos con los otros: la manera, por ejemplo, en que la ordenación de las descripciones o de los relatos está unida a las técnicas de reescritura; la manera en que el campo de memoria está ligado a las formas de jerarquía y de subordinación que rigen los enunciados de un texto; la manera en que están ligados los modos de aproximación y de desarrollo de los enunciados y los modos de crítica, de comentarios, de interpretaciones de enunciados ya formulados, etc. Este haz de relaciones es lo que constituye un sistema de formación conceptual.” (Foucault, 2010:81).

En este orden de ideas, la investigación que se busca desarrollar se funda y sustenta en la intención de encontrar las interconexiones del conocimiento profesional del profesor –en sus diferentes aspectos– con la naturaleza del conocimiento biotecnológico y los desarrollos de las investigaciones sobre la educación en biotecnología.

Se persigue entonces generar el andamiaje que posibilite “estructurar y organizar” dicho conocimiento que se encuentra en función de la lógica que se pone en esta investigación para alcanzar los objetivos alimentados desde el problema de investigación. En sí el juego de todas las tensiones, presiones, fuerzas, se constituyen en las condiciones y condicionamientos para el establecimiento –en esta tesis doctoral– de la didáctica en biotecnología a partir de los planteamientos esbozados por varios autores sobre la didáctica y la pedagogía como disciplina de conocimiento.

En este panorama se describen las teorías que explican la estructura y organización del conocimiento del profesor las cuales obedecen principalmente a tendencias que he concebido como derivadas del énfasis de investigación sobre el conocimiento del profesor que pueden tener inclinación hacia las perspectivas teórica y epistemológica (Roa (2012) o histórica (Lederman y Lederman, 2015) (tabla 5.11), como se verá en el capítulo V.

### **2.2.2. Constitución del objeto para esta investigación**

Antes de buscar explicitar el objeto para esta investigación, cabe desarrollar algunas ideas en cuanto a qué se puede entender por objeto de investigación, para esto Eco (2001) ha señalado algunas ideas:

“...El término objeto no tiene necesariamente un significado físico. También la raíz cuadrada es un objeto aunque nadie la haya visto nunca. La clase social es un objeto de investigación, aunque alguno pudiera objetar que sólo se conocen individuos o medias estadísticas y no clases en sentido estricto... Definir el objeto significa entonces definir las condiciones bajo las cuales podemos hablar en base a unas reglas que nosotros mismos estableceremos o que otros han establecido antes que nosotros.” (p.44). “La investigación tiene que decir sobre este objeto *cosas que todavía no han sido dichas* o bien revisar con óptica diferente las cosas que ya han sido dichas.” (p.45).

Abordar la tarea de constituir un objeto de investigación para esta tesis obligó a pensar en las posibles maneras de organizar, ordenar, reunir, concretar y sintetizar, para explicar, interpretar fenómenos o problemas poco o nada comprensibles dadas las características de las publicaciones sobre educación en biotecnología comprendidas entre 1987 y 2013. Esto implicó, antes que todo y como ya se ha señalado previamente, que en cuanto al devenir ontológico, epistemológico y metodológico, el objeto emerge al unísono y de manera sinérgica de la relación entre la metodología, el sujeto que investiga y las teorías sobre el conocimiento del profesor, a la vez que en la medida en que el objeto surge, este influye en la metodología y el sujeto que lo constituyen. Es decir, sujeto, objeto, conocimiento y metodología están en continua retroalimentación en la que todos afectan y son afectados.

Así pues, la constitución del objeto, que se explicita a partir del acervo de documentos (artículos y libros de diferente naturaleza de conocimiento) y su correlación con el investigador, se dinamizó a partir de concebir que la posible epistemología, naturaleza y estado actual de la investigación y conocimiento desarrollado sobre la biotecnología es extensa y tiene un ritmo de crecimiento exponencial (Rifkin, 1998), en tanto que si se compara la investigación sobre esta para la educación, se puede avanzar en decir desde ya que se evidencia lenta, no empero lo que la biotecnología representa para el mundo. En este sentido, se ha evidenciado que las investigaciones realizadas se han centrado en la educación más que en la enseñanza, y que las publicaciones al respecto se encuentran dispersas, sin continuidad, no se han concretado conocimientos como referentes que orienten los estudios por lo menos desde la didáctica de las ciencias, su relación con la cultura, la sociedad y el ambiente, como se intentará explicitar en el capítulo VI.

No obstante, la publicación de documentos por parte de organismos internacionales que señalan la importancia de incluir la educación en biotecnología desde la formación en la escuela hasta la universitaria, para el primer caso es exigua. Son pocas las investigaciones que realizan el seguimiento a los conceptos que las constituyen como objetos de investigación no empero de reconocerlas como de gran impacto en lo político y económico, dejando de lado en la mayoría de los casos la esencia de la didáctica en su enseñanza.

Así pues, este estudio tiene varias aristas desde las cuales se puede y debe percibir las sombras que alcanzan distintas distancias y reflejan diferentes tonalidades y sensaciones mezcladas con los juegos que la ciencia, la política y la economía realizan cada día. En este panorama, la *enseñanza* de la biotecnología en las escuelas, la formación de profesores de ciencias y su ejercicio profesional al referente desde la didáctica de las ciencias, han quedado relegadas a un segundo plano. Poner de relieve, describir, conocer y analizar la biotecnología, su enseñanza y el conocimiento profesional del profesor de ciencias son los referentes desde lo que se derivaran los análisis que den acaso, a propósito de comprender la configuración del conocimiento del profesor de ciencias.

Dadas las características del objeto de investigación, su nivel de desarrollo -en términos de objetos investigados y sus resultados-, las propiedades que definen y determinan el cuerpo de conocimiento, las características y dinámica del campo de conocimiento que lo reviste, su naturaleza, implicaciones e impacto en la sociedad y economía de varios países, la intención de obtener resultados para la enseñanza del profesor de ciencias a partir de las causas que los generan, se situó el método de investigación dentro del enfoque cualitativo como ya se ha planteado.

### **2.3. Teoría fundamentada en los datos**

La codificación –sistematización- de los datos tuvo como esencia el método de la teoría fundamentada en los datos (Strauss y Corbin, 2002; Coffey y Atkinson, 2003; Flick, 2004), la cual, según Strauss y Corbin (2002)...

“Se refieren a una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación. En este método, la recolección de datos, el análisis y la teoría que surgirá de ellos guardan estrecha relación entre sí. (p. 21)... Debido a que las teorías fundamentadas se basan en los datos, es más posible que generen conocimientos, aumenten la comprensión y proporcionen una guía significativa para la acción. (p. 22).

Coffey y Atkinson (2003) señalan que la codificación suele ser una mezcla de reducción y compilación de datos, por lo general, se usa para descomponer y segmentar los datos hasta obtener categorías más generales y simples y, además, para entresacar los datos a fin de formular nuevas preguntas y niveles de interpretación; el propósito esencial de tal codificación es facilitar la recuperación de segmentos de datos mediante la categorización.

Para Soneira (2006:157), codificar supone siempre un corte o fractura de los datos. “Por un lado permite identificar y agrupar información descontextualizándola, es decir, extrayéndola del texto original. Por otro lado admite recuperarla en un nuevo texto (recontextualización) y comenzar a interrogarla para descubrir sus propiedades y dimensiones...”.

Dirían Coffey y Atkinson (2003:37) que “...la segmentación y codificación de los datos le permiten al investigador pensar con ellos y acerca de ellos.” No obstante, aclara que “...la codificación no se debe considerar sustituto del análisis, y sería un error pensar que es una actividad universalmente comprendida en el espectro total de la investigación cualitativa, o, en efecto, cuantitativa.” (p.31).

Según Soneira (2006) y Flick (2004), la codificación se puede organizar en “codificación abierta”, “codificación axial” y “codificación selectiva” sin que sean pasos a seguir para alcanzar objetivos. En términos generales, en la codificación abierta, el investigador se preocupa por generar categorías y sus propiedades, y luego busca determinar cómo varían entre sí. En la codificación axial, las categorías se construyen de manera sistemática y se ligan a las subcategorías. La codificación selectiva es el proceso de integrar y refinar las categorías (Strauss y Corbin, 2002).

La manifestación de estos planteamientos se evidencia en esta tesis especialmente en la constitución de un sistema y conceptualización de categorías y subcategorías emergentes de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor (tabla 6.15). En coherencia entonces, la codificación tiene

como esencia buscar la ruptura de grandes textos -en este caso documentos escritos, artículos- en fragmentos –datos, proposiciones-, que fueron posibles de organizar en categorías y subcategorías, que dan sentido a la comprensión del marco teórico configurado sobre el conocimiento del profesor de ciencias –capítulo V-, a los análisis sobre la epistemología de la biotecnología, los planeamientos sobre los campos, disciplinas o territorios de investigación, y a las características del conocimiento de la didáctica y la pedagogía; constituyen entonces la producción de un texto resultado de la descontextualización y recontextualización.

De esta manera, procesar los datos que pueden dar origen a categorías o ubicarlas en categorías ya emergentes resulta muy “nutritivo” en cuanto a generar nuevas maneras de pensar la investigación y el conocimiento para la constitución de objetos de investigación, al igual que en la comprensión y construcción del conocimiento fundamentado en las mismas. En suma:

“Los conceptos se identifican o construyen con base en el material previo, los marcos teóricos, las preguntas de la investigación y los datos mismos. Los datos segmentados se codifican según las categorías organizativas y luego se clasifican otra vez de acuerdo con aquellas categorías.” (Coffey y Atkinson, 2003:36).

En conexión con todo lo anterior, Strauss y Corbin (2002) ponen de relieve que un investigador no inicia un proyecto con una teoría preconcebida (a menos que su propósito sea ampliar una teoría existente). Más bien, comienza con un área de estudio y permite que la teoría emerja a partir de los datos. Lo más probable es que la teoría derivada de los datos se parezca más a la "realidad". “Debido a que las teorías fundamentadas se basan en los datos, es posible que generen conocimientos, aumenten la comprensión y proporcionen una guía significativa para la acción.” (p.22 – 23).

La dimensión de las interrelaciones y efectos en los procedimientos de la teoría fundada, evidencian la complejidad existente en la codificación y categorización de datos así como su importancia para el análisis de resultados. Luego entonces las categorías tienen sentido y función en esta tesis tanto para codificación de los datos como para los problemas, objetivos y análisis de los mismos en tanto permitan configurar el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología en Colombia.

### **2.3.1. Conceptualización de proposición (dato) y categorías de investigación**

De acuerdo con Ávila (2002):

“Las categorías, todas las categorías, son el resultado de un proceso constructivo regido por la lógica que, paradójicamente, no puede perfeccionarlas solamente a base de razonamientos. Es preciso ponerlas a funcionar y probarlas en procesos concretos de investigación sobre objetos de estudio igualmente concretos, a fin de que demuestren, en el uso mismo, su capacidad heurística y su validez. Si una teoría no demuestra su capacidad heurística para interrogar la realidad estudiada, es porque existe algo en la estructura misma de la teoría que debe ser revisado y corregido. En consecuencia la convicción de que un instrumental teórico está siempre en proceso de perfeccionamiento, es el primer rasgo de un estilo crítico de relación con un campo de conocimiento.” (p.23, 24).

Las categorías para esta investigación son pensadas como un sistema que se retroalimenta de manera continua desde el momento de la lectura realizada a los documentos en la búsqueda y selección, pasando por la codificación, hasta el análisis del sistema de categorías desarrollado y su puesta en situación con la teoría formal.

En cuanto a esto, la conceptualización de las categorías tienen como referente para su construcción los documentos analizados sobre la educación en biotecnología, es decir, en coherencia con la naturaleza de las categorías –inductivas- son estas mismas las que dan sentido a su contenido; esto bajo las características de quien elabora los análisis, que desde luego tiene concepciones previas que conjugadas con las de los mismos –contenido de las categorías- dan cuenta de su conceptualización. En concreto, las categorías tienen sentido en tanto las proposiciones se lo dan, a la vez que la proposiciones –dato- tienen sentido a la luz de las categorías. Las dos son complementarias.

Para el caso específico de conceptualizar el término proposición, no obstante de hacer un primer acercamiento en lo escrito en el párrafo anterior haciendo referencia a las categorías, se amplía esta en cuanto a lo entendido por Latour (2001): “Las proposiciones no son afirmaciones, ni cosas, ni ningún tipo de intermediario entre las dos. Son sobre todo *actantes*.” (p.169). Para el caso de este último término el autor señala que:

“Dado que en inglés, el uso de la palabra «actor» se suele restringir a los humanos, la palabra «actante», tomada en préstamo de la semiótica, se utiliza a veces como elemento lingüístico que permite incluir a los no humanos en la definición.” (p.361).

Esto tiene clara coherencia con lo que el autor desarrolla en su libro en la idea de buscar transformar la concepción relacionada con que los objetos y los sujetos están separados, plantea que la realidad no son más que relaciones por lo que dividirla genera problemas para entenderla, escribe entonces que “...hemos abandonado la separación entre las cuestiones ontológicas y las epistemológicas, una separación que es responsable de gran parte de lo que pasa por claridad analítica.” (p.169).

#### **2.4. Investigación documental**

En este apartado se pone en evidencia la forma en que se entienden los documentos, conceptos y datos en tanto se utilizan para esta investigación, para desplegar posibles relaciones con el objeto de estudio, sus posibles acercamientos, características y variables, que juegan un poder que determina la conducción de conceptos con sentidos pedagógicos, didácticos, científicos, políticos, tecnológicos, ambientales y económicos.

Con el fin de abordar el conocimiento del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología, en el transcurrir inicial de la investigación, se realizó una revisión a las publicaciones que tuvieran como objetivo abordar la educación en biotecnología; los aspectos que desarrollan las primeras publicaciones pronosticaron la necesidad de hacer una revisión más amplia y análisis exhaustivo, a profundidad, con el fin de dar cuenta de la razón e interés que dinamizaba la investigación en curso. Ante esto se tomó la decisión de realizar una investigación de tipo documental, luego entonces, los insumos para su desarrollo corresponden a documentos escritos.

Por investigación documental se encuentran varias posturas respecto a considerarla como parte de una investigación o como una investigación en sí misma. Para Finol de Navarra y Nava de Villalobos (1996) la investigación documental no ha recibido todavía el reconocimiento que en propiedad merece. No falta quienes le asignan un lugar subordinado frente a otras formas de conocer la realidad; esta actitud errónea parte de un prejuicio y de una apreciación unilateral de la actividad científica. Según Finol de Navarra y Nava de Villalobos (1996) parecería como si los únicos aportes verdaderos lo proporcionasen los experimentos y los trabajos de laboratorio y que la investigación documental sirviese sólo para producir conocimientos de carácter derivado o secundario, sin mayor relevancia para el avance de la ciencia.

Esta postura criticada por Finol de Navarra y Nava de Villalobos puede ser vista como un ejemplo de lo que en apartados anteriores se ha expresado respecto a las formas de realizar investigación desde paradigmas que parecieran ser los únicos y acabados. Sin lugar a dudas, gran parte del conocimiento – si se quiere llamar científico- ha sido construido bajo estos paradigmas dominantes, no empero, que las condiciones actuales son distintas como consecuencia de estos mismos desarrollos científicos, que han dejado en evidencia la necesidad de construir otras formas de ver y construir la realidad.

Otro ejemplo, aunque no se refiere directamente a la investigación documental, pero que permite ilustrar, es ciertamente el anuncio que hacen Guba y Lincoln (1994:1) al afirmar que “...el interés en los paradigmas alternativos ha sido estimulado por la creciente insatisfacción frente al evidente y excesivo énfasis en los métodos cuantitativos.” Ya no se pueden negar la multiplicidad de posibilidades, de coexistencia de paradigmas, para aproximarse a la elaboración de conocimiento con objetos particulares de interpretación, argumentación, análisis. Con razón Bachelard (2010:248) afirma que “...nos engañaríamos si pensamos que un conocimiento cuantitativo escapa en principio al peligro del conocimiento cualitativo.”

Volviendo al asunto que se expone, para Moreno (2003:71) la investigación documental consiste en la “...revisión y análisis cuidadoso de documentos escritos o grabados para encontrar información, pruebas o justificación sobre un asunto o experimento, es decir, es la revisión y análisis profundo de documentos...”. Para Uribe (2011)

“...es en esencia el estudio metódico, sistemático y ordenado con objetivos bien definidos, de datos, documentos escritos, fuentes de información impresas, contenidos y referencias bibliográficas, los cuales una vez recopilados, contextualizados, clasificados, categorizados y analizados, sirven de base para la comprensión del problema, la definición o redefinición de nuevos hechos o situaciones problemáticas, la elaboración de hipótesis o la orientación a nuevas fuentes de investigación en la construcción de conocimiento.” (p.196).

Se concluye entonces que la investigación documental constituye una herramienta importante para la recopilación y construcción de conocimiento que se encuentre disperso, fragmentado y con pocos niveles de análisis. Sin lugar a duda, requiere de una vigilancia constante acerca de los conceptos que se presentan y cómo se presentan en contextos y textos particulares junto con la fundamentación respecto a la argumentación y aclaración de la relación del investigador en tanto los tipos de publicación y tipos de documentos con los que va a interactuar. Así también, estar en constante selección de los documentos y sus niveles de desarrollo y aporte a la constitución de conocimiento afín al objeto de investigación.



De todas maneras cabe dejar de relieve que la investigación documental y la teoría fundada en los datos se constituyen de manera sinérgica así como también participan en este sentido las descripciones y análisis de teorías sobre el profesor, profesión, campo, disciplina, territorio, didáctica, pedagogía, educación, y algunas aproximaciones a la naturaleza de la biotecnología.

### **3. Descripción de la metodología en la investigación**

La metodología de la investigación fue configurada y configuró la producción de conocimiento. En esto, la epistemología y objeto de investigación –con su consecuente problema y objetivos, tesis- están puestos en escena de manera sinérgica para que al unísono se constituyan y sean constituyentes a lo largo del documento. En este sentido, las revisiones alcanzadas alrededor del pensamiento de varios epistemólogos y sus aportes a los análisis sobre las maneras en que se han construido conceptos y teorías y como estos han implicado las metodologías utilizadas en la investigación (Giere, 1992; Kuhn, 2001; Latour, 2001; Bachelard, 2009 y 2010, Feyerabend, 2010; Foucault, 2010), enriquecieron el juicio para conducir en este estudio la metodología y configuración de conocimiento que respondía a los conceptos que la orientan y a su nivel de desarrollo e interrelación, para dar cuenta del problema de investigación, que propende por reunir, interpretar y analizar conocimientos sobre la educación en biotecnología para la constitución de un objeto general de investigación –conocimiento del profesor de ciencias- que aporte a su constitución como un *objeto de enseñanza* (Chevallard, 1991) de la biotecnología en nuestro país.

Luego entonces, la metodología y el conocimiento se fueron configurando, en correlación con el investigador, en la medida en que se avanzó en el análisis de libros sobre epistemología, filosofía, sociología e historia, incluso antropología de las ciencias, al igual que se pensaba en la teoría fundada en los datos y la investigación documental.

#### **3.1. Criterios para revisión y selección de artículos**

Como ya se ha dicho, los insumos para esta investigación corresponden a documentos escritos, en primera instancia, y mayoritariamente a libros con los que se aborda la apuesta de configurar el conocimiento del profesor de ciencias según las tesis I y II; los escritos analizados, a veces también criticados, fueron seleccionados por la relevancia que revisten en las investigaciones sobre el conocimiento del profesor, las formulaciones teóricas sobre profesión, campo, disciplina y territorio académico, didáctica, educación y pedagogía.

En segunda instancia, se realizó consecución y revisión a las publicaciones de escritos sobre educación en biotecnología en revistas virtuales en el período comprendido entre 1987-2013; se precisó este intervalo de tiempo ya que corresponde al año de la publicación más antigua a que se tuvo acceso (1987) y a las publicaciones del año más reciente establecido en esta investigación.

La búsqueda de la bibliografía se realizó a partir de bases de datos, tales como: Scielo, Redalyc, DOAJ y HighWire. Los descriptores clave para la búsqueda fueron: biotechnology, education, school, didactic, estos se combinaron alternando los conectores or/and, estos descriptores se usaron tanto en inglés como en español, no obstante, también durante la búsqueda se obtuvo bibliografía en portugués.

Particularmente se tuvo en cuenta para la investigación los escritos a los que se tuvo acceso libre, ya fuera en las bases de datos o a veces fuera de ellas.

Las publicaciones fueron obtenidas de revistas especializadas en educación –algunas con énfasis en ciencias (microbiología, biología molecular, bioquímica, biología, entre otras), y/o tecnología, matemáticas- y recurrentemente de revistas especializadas en biotecnología, tecnología, ingeniería y computación; algunas veces el nombre de la revista no da idea del campo de investigación. En otros casos se obtuvo documentos que no están publicados en una revista sino que fueron resultado de las memorias de un evento científico. Esto se hace por la importancia que reviste el documento para la investigación.

Con la consecución y revisión bibliográfica preliminar, se inició la selección detallada de escritos que enfatizaran en la educación en biotecnología, se organizaron y analizaron en una base de datos teniendo en cuenta aspectos tales como: nombre del artículo, año de publicación, autor (es), nombre de la revista, idioma y país (es) que participa (n) en la publicación (anexo 1). Posteriormente, de estas bases de datos, se seleccionaron para el análisis en profundidad los artículos que tenían como base fundamental al profesor (anexo 3).

De este último conjunto de artículos se obtuvo un sistema de categorías y subcategorías (tabla 6.14) desde las cuales se sistematizaron y analizaron aspectos tales como: problemas y/o objetivos de investigación, metodología, resultados, sugerencias y/o recomendaciones, de una parte, y por otra, introducciones, justificaciones y antecedentes (anexos del 4 al 9). Así pues, estos asuntos develan el planteamiento de la tesis III; en el capítulo VI se ampliará la manera como se llega a las categorías y subcategorías y cómo estas se correlacionan.

### **3.2. Sinergia entre configuración y metodología en la construcción de conocimiento**

Por lo que convoca este apartado –configuración y metodología-, y la relevancia que toma el primero en esta tesis por ser el concepto con el que inicia su título y que provoca el problema, objeto y objetivos de investigación, a la vez que el planteamiento de tres tesis, es imprescindible hacer un breve resumen de lo que he desarrollado en este capítulo, para así dar cuenta del compromiso no sólo hasta aquí, sino del capítulo anterior y de los que vienen en todo el escrito. Luego entonces, este capítulo ha buscado explicitar algunas concepciones epistemológicas, ontológicas y metodológicas, y sus complejas relaciones para la construcción del conocimiento –numeral 1- desde posturas tales como:

- La que reconoce la relación y afectación biunívoca del sujeto y objeto en la investigación (Latour, 2001).
- La que manifiesta que no existe relación directa entre los enunciados y la realidad sino que hay intervención de un modelo teórico (Giere, 1992).
- La que considera que el conocimiento *per se* acerca a la realidad según resista las propuestas de lógicas que intenten superar sus explicaciones (Popper, 2011).
- La que esboza que el empirismo y racionalismo están encadenados, estas interlocutan según la medición a través de instrumentos, por este hecho se necesita desarrollar la dialéctica (Bachelard, 2009).

- La que subraya que la teoría tiene tanto de descripción como de prescripción –“tiene que ser” y “debe ser”, respectivamente-, al igual que señala que las predicciones aceptadas tienen más que ver con su ontología que con la verdad (Kuhn, 2001).
- La que reconoce que la adivinación no solo participa del conocimiento sino que forma parte del mismo (Foucault, 2010).

En el numeral 1.1 se presenta la tendencia a reducir y determinar la construcción de conocimiento bajo disciplinas tradicionales que tienen un peso enorme en el campo científico y que por esto muchas veces son seguidas ciegamente sin tener en cuenta las características de lo que se pretende conocer. En el numeral 1.1.1 se hace alusión a la necesidad de la reflexión epistemológica en la idea de generar la ruptura de dogmatismos científicos que conciben que existe una sola forma legítima de conocer, en este sentido la mirada se extiende a entender la coexistencia de paradigmas para responder a los problemas de investigación. Desde los numerales 2 y 2.1 se adelanta la construcción de un cuerpo de conocimiento que desde lo ontológico, epistemológico y metodológico, de cuenta de la investigación que se desarrolla.

En el numeral 2.2 se hace una aproximación al territorio de investigación y de producción de conocimiento en esta investigación. En 2.2.1 se pone de manifiesto las propiedades que propician la escritura de la configuración del conocimiento del profesor de ciencias, para esto entonces se declara el papel de la dialéctica en aras de repensar las dicotomías o contrarios conceptuales. En 2.2.2 se explica cómo se constituyó el objeto de investigación y qué se entiende por el mismo. En el numeral 3 se citan varios autores que identifican qué es una investigación documental. El numeral 3.1 se expresa cómo la metodología, epistemología, objeto, problema y objetivos se constituyen y son constituyentes en la configuración al igual que esta última con los mismos. En 3.1.1 se describen los criterios para la selección y sistematización de documentos. Desde los numerales 3.2 al 3.2.2.2 se conceptualiza lo que se entiende por categoría y dato –proposición-, se explicita lo que es la teoría fundamentada en los datos –codificación, organización y relación con los análisis-.

Como se evidencia en lo presentado, las concepciones epistemológicas, ontológicas y metodológicas revierten en maneras particulares de organizar, estructurar, validar y de dar forma a las teorías en tanto se alejan o se aproximan a los hechos, realidad y verdad. Es decir, según las conceptualizaciones se configuran los conocimientos que dan cuenta de fenómenos, hechos, objetos y preguntas.

El concepto de configuración puede ser algo difuso –extenso, borroso, poco preciso-, no obstante, este permite poner de manifiesto a la luz de un enfoque y descripciones, elementos teóricos que han representado la realidad de manera dispersa, reducida, fragmentada, haciendo que se desvirtúe su trasfondo complejo y sistémico, ello pensado desde los planteamientos de conocimiento que dinamizan esta investigación.

Como lo plasmaría Latour (2001):

“Lo que, en el plano de la teoría, parecía ser un montón de cuestiones diferentes e inconexas, cuestiones que era preciso tomar en serio pero por separado, se reveló ser en realidad, cuando se procedió al escrutinio de la práctica diaria, un conjunto de interrogantes estrechamente interrelacionados.” (p.352).

La idea de configuración se entiende en esta tesis como la generación de una postura para enfocar, organizar y entender un conjunto de conocimientos que se han venido elaborando de manera desarticulada y que tienen diferentes maneras de ser explicitados en publicaciones de artículos que versan sobre la educación en biotecnología en variados contextos y disciplinas de conocimientos. Igualmente se evidencia que las teorías sobre el conocimiento del profesor de ciencias se desarrollan de manera separada debido a su desconocimiento dentro de una disciplina de conocimiento; esto afecta el estatus profesional del profesor y ocasiona que a la profesión lleguen profesionales de diversas naturalezas disciplinares.

Como se puede evidenciar hasta este momento, y se continuará haciendo en lo que resta de este documento, la configuración de conocimiento no solo tiene que ver con los artículos analizados sobre educación en biotecnología, sino con las teorías ya fundadas en lo atinente al conocimiento del profesor, disciplina, campo, didáctica, pedagogía, biotecnología, profesión. Los preceptos en cuanto al conocimiento y su relación con la realidad, verdad, validez, en un momento dado, tienen propiedades que derivan en metodologías que buscan dar cuenta respecto a cómo se realiza la investigación, lo cual da cuenta de cómo se configura el conocimiento. Es decir, metodología y configuración se afectan mutuamente para dar cuenta del objeto que constituye, el cual a la vez de manera recíproca las constituye a los dos.

Ampliando la idea de configuración que puede resultar un poco ambigua, que puede dar pie a diferentes maneras de entenderla, generando por consiguiente incertidumbre, zozobra, frente a los objetivos y al problema, en lo que sigue, además de lo anterior, se persigue discernir un poco más en la idea de hacer más claridad, de ser ello posible.

Puede decirse que pensar, hablar, escribir, tiene en esencia la presunción de estar configurando, de estar buscando relacionar conceptos, teorías, objetos, problemas, metodologías, etc., el hecho de pensar pone a quien lo hace en posición de crear o recrear según su capacidad, su historia, sus concepciones, su interés y experticia en lo que piensa, luego entonces la configuración es lo que constantemente nos encontramos haciendo como seres racionales. Claro está que cuando se proyecta lo anterior en términos de investigación se le adjudican propiedades en cuanto a qué tanto lo que se escribe, habla, piensa corresponde a la realidad. Si se utiliza la idea de *configurar el conocimiento para la enseñanza de la biotecnología*, se puede hacer la pregunta de ¿A quién le corresponde hacer la configuración, a la comunidad de investigadores o a un investigador? La respuesta que se sostiene en esta tesis es que les corresponde a los dos. Pero de hecho hay que ampliar la respuesta señalando que la configuración no se hace a varias manos ya que cada uno cumple una función.

Las comunidades de investigadores, en el caso sobre la educación en biotecnología, han realizado varias reflexiones, propuestas, investigaciones, desde países con diferentes contextos políticos, económicos, culturales y ambientales, dichos desarrollos tienen diferentes maneras de enfocar y enfatizar en la producción de este conocimiento, por lo que se encuentra dispersión y desarticulación en su producción, a esto hay que sumarle el hecho de ser un campo de investigación de no más de treinta años.

Una vez avizorada la condición en la producción de conocimiento en este campo de investigación – educación en biotecnología- se avanza en la idea de recoger el mayor número de publicaciones para ser

sistematizadas y analizadas, para luego hacer la configuración de dicho conocimiento en la perspectiva del conocimiento del profesor desde la didáctica de las ciencias.

Así pues, en la configuración del conocimiento que se realiza en esta investigación interviene tanto la comunidad de investigadores como quien realiza esta investigación, no sobra también resaltar que dicha configuración obedece a una postura respecto a lo que se entiende por teoría y por la manera como se construye, en términos metodológicos, epistemológicos y ontológicos, como ya se presentó anteriormente.

En relación con la configuración del conocimiento, la utilidad y aplicabilidad de la teoría propuesta, vale la pena poner de relieve lo que es común a las construcciones y concepciones epistemológicas de varios autores en lo que entienden por la teoría y su alcance, y que se convierte en elemento clave para lo que aquí se denomina configuración de conocimiento, en la idea de la teoría fundada en los datos. Esto es precisamente sobre la relación que existe entre lo que trata la teoría y el comportamiento *de facto* de los hechos o la realidad. Ante esto se puede afirmar que existe acuerdo en que la teoría y los hechos no son de inmediato una a la otra, hasta que sea puesta gradualmente en análisis, interpretación, reflexión; es decir que, la teoría se comporta como una apuesta por explicar un hecho y que esta podría tener diferentes niveles de aceptación en la medida en que se acerque al hecho.

A manera de ilustración, en la tabla 2.1 se presentan ejemplos de fragmentos de algunos epistemólogos que esbozan su postura frente a la validez de las teorías en tanto que se acercan a los hechos que explican.

**Tabla 2.1:** Posturas de algunos epistemólogos relacionadas con la teoría y el hecho o realidad.

Autor	Postura
Paul Feyerabend (2010)	“De acuerdo con nuestros presentes resultados, casi ninguna teoría es <i>consistente con los hechos</i> . El requisito de aceptar sólo aquellas teorías que son consistentes con los hechos disponibles y aceptados nos deja también sin ninguna teoría (Repito: <i>sin ninguna teoría</i> , pues no existe ni una sola teoría que no tenga una dificultad u otra.” (p.49).
Imre Lakatos (1993)	“Mientras prevalezca el punto de vista de que el objetivo supremo de la ciencia es la búsqueda de la verdad, se debe saber que el camino hacia la verdad pasa por teorías falsas que se mejoran continuamente. Es por ello ingenuo pensar que un paso particular forma parte de la verdad o pensar que alguien se encuentra en el verdadero camino...” (p.147).
Karl Popper (2011)	“Lo especial del conocimiento <i>humano</i> es que puede formularse en un lenguaje, por medio de proposiciones. Ello hace posible que el conocimiento se haga consciente y sea criticable objetivamente por medio de argumentos y de contradicciones. De este modo llegamos a la ciencia. Las contrastaciones son intentos de refutación. Todo conocimiento sigue siendo falible, conjetural. No hay justificación ni, naturalmente, justificación definitiva de una refutación. No obstante, aprendemos por las refutaciones, es decir, por la eliminación de errores, por un proceso de retroalimentación...” (p.38-39).
Thomas Kuhn (2001)	“A menudo se oye decir que las teorías sucesivas crecen aproximándose cada vez más a la verdad. Generalizaciones aparentes como esa no sólo se refieren a la solución de enigmas y a las predicciones concretas derivadas de una teoría, sino, antes bien, a su ontología, es decir, a la unión de las entidades con que la teoría cubre la naturaleza y lo que realmente está allí”. (p.314)

Como se observa, todos los autores coinciden en condicionar que el conocimiento teórico construido responda al hecho, o que alcance la verdad, ya que dicho conocimiento debe pasar continuamente por el análisis, la crítica, que puede conducir a mejorar la teoría hasta tal punto que pueda incluso dar

cuenta de lo que está allí realmente, o aunque no se ponga como referente en la tabla 2.1, que la teoría tenga como propósito transformar la realidad.

Teniendo en cuenta los objetivos y problema de investigación propuestos, la configuración de conocimiento teórico en esta investigación no podría asegurar desde ya que lo que se dice respecto al objeto de investigación constituido responde al hecho que aborda, no obstante, se puede decir que responde a la realidad explicitada en documentos escritos sobre el campo de investigación en educación en biotecnología y de allí lo que atañe al profesor. En consonancia, lo que se busca con la teoría es dar elementos proclives a mejorar la *enseñanza de la biotecnología*, formulando una aproximación en la organización de la estructura del conocimiento del profesor que se pueda plantear a los programas de profesores en formación y profesores en ejercicio. En este fin se pone de manifiesto la naturaleza y estructura del conocimiento del profesor de ciencias para la *enseñanza de la biotecnología*, entendiendo esto último como objeto de enseñanza, desde el cual la investigación en didáctica deberá poner atención.



### **CAPÍTULO III: CONOCIMIENTO SOBRE EDUCACIÓN, PROFESOR, DISCIPLINA, TERRITORIO Y CAMPO DE CONOCIMIENTO**

El uso y perspectivas que se le ha dado al conocimiento han sido la causa y fin de las maneras de pensar el mundo; en el interludio de estos extremos se han movilizado elementos que configuran un tipo de hombre/mujer, sociedad, cultura, política, economía. Las epistemologías, más que nada, han rondado, incidido, controlado, determinado, el desarrollo –ontología- de las personas, sean estas llamadas científicas, ciudadanas, obreros, técnicos, tecnólogos, profesores, etc. Han cubierto el pensamiento de las sociedades y de quienes las componen, de nociones sobre lo vivo, la vida, la herencia, el universo, la materia, el hombre, el conocimiento, la naturaleza, etc., en diferentes momentos y de maneras distintas.

Se han explorado, elaborado y analizado mundos en varios niveles de percepción, sin que necesariamente esta se mueva dentro del mundo sensible y accesible a la observación directa, incluso pueden no ser observados pueden ser puestos a través de las palabras en la imaginación, en el pensamiento que constantemente crea y recrea dimensiones que van desde el nanocosmos, pasando por el micro y mesocosmos, hasta el macrocosmos. En todo caso, sea que el pensamiento transcurra en la existencia y/o inexistencia de objetos, cosas, fenómenos, que acontezca en lo abstracto o concreto, ha generado posibilidades de comprensión del mundo.

La parcelación, compartimentación del conocimiento en disciplinas -campos o territorios- de conocimiento denominados de diferentes maneras según se quiera dar cuenta de un tipo de conocimiento especializado, con miembros que piensan en el sentido naturalizado del mismo, es decir naturalizan el o los objetos, ha puesto “en evidencia” muchas explicaciones imposibles de alcanzar de no ser porque las maneras de conocer las cosas, objetos, fenómenos, fueron distintas a las usualmente utilizadas por las personas que no hacían parte de culturas académicas especializadas que abrazan tradiciones, creencias, costumbres, sobre cómo se conducen, validan y crean teorías –se puede decir incluso, de manera arriesgada, que se recrea la realidad- que muchas veces no es compartida por culturas dispares, lejanas, que por lo mismo han forjado razonamientos distintos. La manera de percibir el mundo está supeditada a la cultura, en la que se agencia una persona a la vez que ésta agencia la cultura, lo cual hace que el control, orientación y perspectivas –de las personas y cultura-, continúen en la actividad de interpretar, argumentar, analizar, en y para las dos.

La formación de las personas en torno a los conocimientos del pasado, presente y/o futuro, según las disciplinas de conocimiento retratadas por comunidades de investigadores y profesionales, se han entendido desde diferentes escenarios tales como escuelas, universidades, sociedades. Las percepciones sobre el conocimiento y la formación sobre el mismo, han bebido de la filosofía y epistemología y del paradigma dominante en el momento. En todo ello la educación ha tomado un lugar especial para pensar en la persona que se educa, en el futuro ciudadano según la ideología, nociones de mundo, de vida en cada país.



El conocimiento y quienes tienen acceso al mismo, al igual que de quienes lo contienen, se vuelve un asunto de distinción social, en términos generales, y disciplinar en tanto la especialidad, especificidad del conocimiento ostentado. La constante para pensar en quiénes deben educar ha sido puesta en estas personas expertas que representan disciplinas de conocimiento muy antiguas o muy recientes, o incluso se ha entendido la *educación como responsabilidad de todos*, las distinciones en cuanto a los tipos de educación y a quienes tienen la responsabilidad de ésta tiene múltiples asideros. En todo este concierto de posibilidades se puede destacar que *el conocimiento de las disciplinas tiene diferente naturaleza*, niveles de complejidad, que usualmente fueron llevadas a la educación según las características del mismo, es decir, desde la gramática, discurso fundado en las disciplinas en que los investigadores desarrollaban conocimiento científico.

Las dificultades para el aprendizaje y la enseñanza de estos conocimientos se hizo cada vez más evidente, al igual que la pertinencia de los mismos para los ciudadanos de los Estados, por lo que las investigaciones desde la psicología, antropología y sociología de la educación, las reflexiones filosóficas y las construcciones epistemológicas, fueron tomando sentido en tanto abrían análisis que aportaban a explicar el fenómeno que desde la didáctica y la pedagogía eran de estudio. La constitución de estas dos últimas como disciplinas de investigación, así como su coexistencia, está llena de perplejidades, tensiones y presiones, como se detallará en el capítulo V.

En orden a esto, en el desarrollo de este capítulo se encontrará inicialmente una mirada general al devenir del conocimiento, seguidamente se hace la presentación de algunos autores –Nietzsche (2009), Feyerabend (2008), Bachelard (2009 y 2010), Kuhn (2001) y Foucault (2002)- que han puesto interés en la educación, no obstante de tener como disciplinas de conocimiento campos distintos a esta –se han abordado estos autores por el reconocimiento que tienen en las comunidades académicas, sobre todo en las ciencias sociales, y humanas, y en la didáctica y la pedagogía-; posteriormente se disponen algunos referentes provenientes de Popper (2011), Foucault (2002), Becher (2001), Bourdieu (2003) que describen la comprensión, sentidos, significados, que bajo los conceptos disciplina, territorio o campo, se han desarrollado desde las perspectivas, epistemológica, histórica, antropológica, sociológica, para así finalmente, y partiendo de esto último, realizar un análisis conjunto de dichos términos en cuanto a las implicaciones y aplicaciones.

## **1. Perspectiva general del devenir del conocimiento**

La angustia mantenida y conservada por el *Homo sapiens*, en su relación con el mundo, por perseguir constante y progresivamente distinguir los fenómenos, cuerpos, objetos, cosas que lo rodean, lo han llevado a elaborar sistemas complejos de producción de conocimientos que con el paso del tiempo advierten características que los hacen contrastables con otros tipos de conocimiento. Estas particularidades que los distinguen, los separa de otros conocimientos, hace que se inicien diferentes maneras de entender la realidad; esta ya no se ve de la misma manera por todos los que son llamados pensantes. Esta condición y su capacidad para concentrarse, analizar, reflexionar, interpretar, explicar, los convierte en seres cada vez más alejados de las “condiciones que la naturaleza ha propuesto”, se salen del orden de la misma, se embarcan, se atreven a experimentar a interactuar de acuerdo a los patrones y dinámica de construcción de conocimiento que cada vez se vuelve más sofisticada.

El paso de concebir el conocimiento de manera homogénea a la heterogénea (Spencer, 1992) es uno de los aspectos más fundantes para pensar en las condiciones actuales de la ciencia y la tecnología, en la

conformación de culturas, sociedades, economías, Estados. Sin salirnos de lo que se ha escrito en este apartado, se puede decir que la evolución del conocimiento ha transformado el mundo a la vez que lo ha dividido en territorios, no solo geográficos sino también epistemológicos y ontológicos, académicos, en cuanto a quienes constituyen territorios de conocimiento.

Entonces se puede advertir que el parcelar el conocimiento es obra de grupos de personas que se salieron de la realidad, de lo superficial, de lo común, de las apariencias, de la concepción que predominaba sobre el mundo, empezaron a pensar y a interactuar con su entorno, se puede decir -de manera vacilante- para su beneficio. Se podría decir que es condición *sine qua non* que el desarrollo del conocimiento conduzca a la transformación tanto de las culturas como de quienes las constituyen, esta se constituyen e instituyen.

El conocimiento adquiere categorías –bueno, malo, duro, puro, blando, aplicado, científico, vulgar, básico, etc.-, estatus –que puede ir del científico al no científico-, al igual que quienes lo ostentan – obrero, técnico, tecnólogo, ingeniero, profesional, investigador-, las jerarquías anuncian y entretejen todas las posibilidades de conocimiento y reconocimiento en lo cultural y social. Con el pasar del tiempo el conocimiento determina a las personas, su identidad, su estrato social, su capacidad adquisitiva; entonces, el reconocimiento y el conocimiento adquieren valor económico y de paso también las personas que lo tienen, ostentan, que han sido poseídas por él, lo retienen, lo contienen. Así mismo, se puede decir ocurre de forma análoga con los territorios de Estado. Este giro tiene implicaciones éticas y aplicaciones comerciales que movilizan las economías y políticas de los Estados, al igual que de los territorios de conocimiento, disciplinas. De estos últimos, prácticamente que dependen el poder que los Estados ejercen sobre otros Estados, poblaciones humanas y no humanas.

Establecer diferencias a nivel individual y colectivo es una particularidad de los seres humanos. Tener y conservar, delimitar y limitar los discursos, gramaticalmente contrastantes con otros, pensar en otras realidades, objetos, fenómenos, hechos, por tiempos prolongados y en grupos adeptos a intereses que los configuran; ha conducido a representar, inicialmente, el mundo de manera fraccionada, dividido, descompuesto. Sin duda que el momento histórico marca muchas de las formas de representar la realidad por lo que las ideas sobre el conocimiento y su naturaleza, tipos, son transformadas en la medida en que el mismo avanza.

La clasificación del conocimiento surgida para, en muchas ocasiones, jerarquizar las disciplinas, más que para organizar, estructurar, se convirtió en una manera de aislar, separar, de formar guetos que por sus discursos orales y escritos, por sus integrantes, son vistos como grupos con características especiales. Quizá lo negativo es que en el imaginario se sostiene que el conocimiento en sí mismo no está dado para todos los pensantes, sino para personas con capacidades más que especiales, excepcionales –señalaría la tradición científica más clásica-, esto bien puede ser, a ultranza, una manera de generar estratificación social, segregación que puede ser óbice para el desarrollo científico y tecnológico, en el fondo estas son visiones distorsionadas sobre el conocimiento y sobre quienes participan en diferentes campos para su construcción.

Disciplinas de conocimiento como las matemáticas y la física tenían, incluso aún tienen, representaciones de prestigio por parte de la sociedad, estas generaron andamiajes sofisticados para anunciarse a la sociedad. Sus conocimientos parecían traídos de otro mundo por la manera como se

presentaban, por la complejidad y perplejidad que les subyacía. Sin duda, esto inicia la germinación de obstáculos para el aprendizaje, tanto más si quienes enseñan, viéndose como depositarios de estos conocimientos, como una “materia en bruto”, llevan a sus aprendices los mismos, es decir, “el conocimiento tal como se había construido por las comunidades de científicos”, las cuales incluso han generado visiones distorsionadas en la formación de los futuros científicos.

Las concepciones elaboradas sobre el conocimiento científico, son aún por muchas disciplinas, entendidas de manera absolutista, rígida y dura. Esta mirada a la ciencia, y otras más relativistas, han sido heredadas a la enseñanza; el conocimiento científico hay que enseñarlo, aprenderlo y entenderlo ajustado a su naturaleza: el mundo construido por los científicos, a partir del mismo o para el mismo mundo. Si se revisan detenidamente los escritos epistemólogos, filósofos e historiadores de las ciencias, como se hará en el siguiente apartado, se encuentra que no dejan de tener interés, a veces también preocupación, por lo que aquí se puede denominar hasta este momento, educación.

La imagen de ciencia se expande por todas partes, generando actitudes de admiración para con sus miembros pero a veces también de rechazo cuando quienes las enseñan lo hacen *estricto sensu* desde sus campos de conocimiento, de las ciencias puras, duras.

Bueno, esto no sólo ocurrió con estas dos disciplinas –matemáticas y física- que no sólo se impusieron para su enseñanza *per se*, sino también para que todo conocimiento, que se dignara ser denominado científico, se rigiera bajo sus preceptos epistemológicos, metodológicos y filosóficos. Entre las disciplinas que heredaron los preceptos se encuentran, la química, la biología y la geología, entre otras, que fueron surgiendo y que además se fueron separando cada vez más del andamiaje preconcebido no solo por las matemáticas y la física, sino también por otras que buscaron hacer lo mismo pero desde sus propios objetos de estudio. Imponer la verdad, la realidad, las teorías, ha sido una constante en el buscar sobresalir, predominar sobre otras disciplinas.<sup>17</sup>

Las disciplinas de conocimiento que decían ser autónomas, aisladas del exterior, con miembros con capacidades excepcionales, les fueron puestas en duda cada vez más sus límites y limitantes, su manera de hacerse ver como cerradas, como verdades absolutas. La coexistencia de disciplinas para dar cuenta de objetos de investigación, el compartir metodologías entre las mismas, epistemologías específicas y sus resultados, condujo a que se dieran solapamientos entre las disciplinas, surgiendo entonces nombres de disciplinas tales como: bioquímica, fisicoquímica, biofísica, biotecnología, bioinformática, ingeniería genética y psicopedagogía.

La ruptura en cómo se pensaban las disciplinas científicas, y los conocimientos que las sustentan, se denota de manera distinta cada vez más por los desarrollos científicos en otros campos que las han investigado y las han tomado como objetos de estudio. En esto son claros los aportes provenientes de campos tales como la antropología, sociología, historia, psicología cognitiva, filosofía y epistemología, que han tratado de retratar la realidad social y la cultura de los científicos, la historia de la ciencia y la naturaleza del conocimiento que producen. Es decir, el comportamiento, actitudes, creencias,

---

<sup>17</sup> “Históricamente ha habido un fuerte énfasis en la cuantificación científica. La matemática es a menudo llamada la “reina de las ciencias” y aquellas ciencias, como la física y la química, que se prestan especialmente a la cuantificación, son generalmente conocidas como “duras”. Suele referirse a áreas menos cuantificables, como la biología (aunque esto está cambiando rápidamente) y particularmente a las ciencias sociales, como “blandas”, menos como un intento peyorativo que para señalar su (aceptada) imprecisión y falta de confiabilidad. Se cree comúnmente que la madurez científica surge con el grado de cuantificación que se encuentra en el desarrollo de un campo dado.” (Guba y Lincoln, 1994:2).

pensamiento de las comunidades científicas se ha puesto en análisis, han sido objetos de investigación por las disciplinas ya mencionadas, luego entonces se puede declarar que la realidad en la actividad de los investigadores se ciñe, es acorde a las que los seres humanos tiene en la vida, solo que haciendo una labor específica en la cual se han formado, como se puede formar cualquier otra persona para realizar una labor.

Una de las claves para entender la dinámica de la comunidades científicas es analizarlas en lo filosófico, cultural, sociológico y antropológico, en clave de conceptos como disciplina, campos y territorios de conocimiento, que autores como Popper (2011), Foucault (2002), Becher (2001) y Bourdieu (2003), han investigado y hecho seguimiento, para su comprensión o por lo menos aproximación a lo que significan, como se presentará en los dos últimos apartados de este capítulo.

Así pues, como se planteó unos párrafos atrás, en lo que sigue se hará la presentación de ideas elaboradas por algunos expertos en filósofos, epistemología e historiadores, particularmente en lo que han puesto de relieve frente al tema de la educación y sus integrantes, e interés de formación para el sujeto, cultura y Estado. Los elementos de los libros y autores que se presentan fueron seleccionados por su reconocimiento en el mundo académico y por sus aportes para comprender realidades de sus campos de acción, lo cual ayuda a esta tesis a vislumbrar el panorama que se cierne frente a la educación por parte de distintos campo de investigación. Es de aclarar, primero, que se busca siempre tener la evidencia de lo escrito por los autores –citas textuales- que se van a trabajar, y segundo, que esta muestra de autores no es prueba de que todos los libros elaborados por otros autores de los campos en que escriben tengan la misma concepción sobre la educación, profesores, escuela, etc., o siquiera que hagan alusión a la misma.

### **1.1. Referentes sobre educación y profesor provenientes de Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Foucault y Kuhn**

El conocimiento tiene un poder tan fundante que conforma el ser, el pensar, el hacer, la conciencia de los humanos. Las concepciones que se elaboran sobre la realidad tienen mucho que ver tanto con las relaciones que de forma natural hacemos como sujetos como con las que también nos ayudan a construir el entorno que nos rodea, a partir de la observación y análisis profundo sobre el mundo; en todo ello son muchos los *actantes* (Latour, 2001) que intervienen y sobre los cuales hacemos juicios de valor según como lo hayamos percibido y/o se hayan hecho percibir. En la medida que las relaciones se tornan más complejas y profundas, las correlaciones hacia el interior del sujeto así como de este con el exterior a la vez que del exterior hacia el sujeto, la concepción que se construye, se vuelca en una sensación, impresión, emoción que dirige el ímpetu del pensamiento, la dirección y significado que sobre los objetos, sujetos, cosas, fenómenos, nos hacemos.

En referencia a la especificidad que da el título de este apartado, es oportuno expresar que suele ser una constante que las personas tengan concepciones desfavorables -incluso repulsión- hacia los profesores, la escuela, el conocimiento, la educación, (para no decir, específicamente que hacia el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación). Tales concepciones son formadas o reforzadas a través de algunos libros escritos por autores que pueden ser conocidos como sociólogos, historiadores, filósofos, epistemólogos.

En la construcción de tales visiones también están los medios de comunicación y las instituciones que tienen como naturaleza la educación, sin duda, estas últimas son las precursoras y las que instalan el

andamiaje. La pregunta que surge es, en el fondo ¿Qué es lo que ha hecho que se generen tales concepciones, en su mayoría, tan negativas? La respuesta que se propone de inicio es, curiosamente, el *conocimiento y su enseñanza*. Esto tenderá a ser soportado en la parte final de este apartado.

Es llamativo que algunos libros que no tienen como objetivos la educación, didáctica y/o pedagogía, suelen ser proclives a destinar unos párrafos a ellas, o en algunos casos haciendo cavilaciones desde la filosofía, epistemología, sobre todo, terminan siendo parte de sus escritos al examinar el conocimiento y el sujeto; más que nada los asuntos versan alrededor de la educación y pedagogía, la didáctica no suele ser considerada. Existe una constante por correlacionar la educación y el conocimiento, la educación/pedagogía y el sujeto, y por abrogarse autoridad académica sobre las mismas. Con base en los autores a presentar, se puede expresar por el momento, que varios de sus análisis, reflexiones, interpretaciones que han desarrollado sobre el conocimiento, y visto desde sus perspectivas, dejan evidente su preocupación por la educación, a la vez que dejan plasmados referentes sobre la misma y, en ocasiones, sobre quienes la ejercen “como profesión”.

Es posible especular que los referentes de conocimiento expresados por los autores están arraigados a la experiencia que tuvieron en su presente y pasado, con libros, siendo estudiantes, con sus profesores, por herencia cultural, experiencia que al parecer no fue la mejor. Paradójicamente, el conocimiento y las ideas asociadas al mismo, por las personas que lo aprenden y quienes lo enseñan, son los hipo y epicentros de las posibles visiones sobre el mismo, es decir, son las configuraciones respecto a lo esencial y existencial, para atenderlo, entenderlo, comprenderlo. Así pues, vale la pena explicitar algunas expresiones de autores que posibiliten sopesar, dar cuenta y analizar lo conjeturado.

Es oportuno empezar con alguien que en el recogimiento de su pensamiento ha puesto en escena ideas que tienen alto sentido por la cultura y la vivencia que tuvo en el siglo XIX. Este es precisamente el filósofo alemán Friedrich Nietzsche, quien exacerbado, irritado por lo que a su país le ocurre en la educación a causa de las escuelas y los profesores, escribe sus reflexiones en el libro *Sobre el porvenir de nuestras escuelas*, a propósito de cinco conferencias que desarrolló en este sentido en 1872<sup>18</sup>.

Poniendo el análisis de la educación en el plano de la cultura vislumbra dos corrientes que para él son igual de perjudiciales a su país en tanto que las escuelas las desarrollan: tendencia hacia la máxima *extensión de la cultura* y la tendencia a *disminuirla y debilitarla*, lo cual sería llevar la cultura a ambientes más amplios, en el primer caso, o hacer que abandone sus superiores pretensiones de soberanía, para ponerse al servicio de otra forma de vida, la del Estado. En clave esto, la escuela y el profesor salen a la luz por el autor.

En la siguiente cita, que se propone aquí, un poco larga pero con gran significado, haciendo alusión a los profesores, a la educación, Nietzsche (2009) vilipendia:

“...lo último que debemos temer es vernos escarnecidos: efectivamente, nos encontramos en un terreno en el que son tantas las verdades que hay que decir -verdades terribles, tormentosas, imperdonables-, que desde luego no faltará contra nosotros el odio más puro. ... Basta con que pienses en las inmensas escuadras de los profesores, que con la mejor buena fe han adoptado el sistema educativo anterior, para seguir aplicándolo de buena gana, y sin la menor duda seria:

---

<sup>18</sup> Según Quiceno (2005) al respecto de la educación, Nietzsche escribió también otros libros como son: *Schopenhauer educador* (2010) y *Fragmentos póstumos* (1992).

¿cómo crees que se lo tomarán, cuando oigan hablar de proyectos de los que estén excluidos y, además, *beneficio naturae*, de exigencias que superen con mucho sus mediocres capacidades, de esperanzas que no tienen resonancia en ellos, de luchas cuyo grito de guerra ni siquiera comprenden, y en las que intervienen sólo como masa sorda, recalcitrante, plúmbea? Por lo demás, ésa tendrá que ser, sin exageración, la posición inevitable de la mayoría de los profesores en las escuelas superiores; más aún: si consideramos el modo como surge la mayoría de dichos profesores, y el modo como *llegan a ser* profesores de una cultura superior, ni siquiera nos asombraremos ya de la posición citada. Hoy en día, casi por doquier existe un número tan exagerado de escuelas superiores, que continuamente se necesita un número de profesores infinitamente mayor del que la naturaleza de un pueblo, aunque esté notablemente dotado, está en condiciones de producir. Llegan así a esas escuelas una cantidad excesiva de incompetentes, quienes, con su superioridad numérica y con el instinto del *similis simili gaudet*, determinan gradualmente el espíritu de dichas escuelas... Precisamente los mejores, los que en general, según un criterio superior, son dignos de ese nombre honorífico, quizá sean los menos aptos, en el estado actual del bachillerato, para educar a esta juventud no selecta, escogida, amontonada, y, más que nada, deben ocultarle, en cierto modo, lo mejor que podrían ofrecer. Por el contrario, la inmensa mayoría de los profesores se siente en su ambiente en esas escuelas, ya que sus dotes están en cierta relación armónica con el bajo nivel y la insuficiencia de esos escolares. [p.91-93] ...Precisamente en este terreno he recogido experiencias, que me confirman que la tendencia educativa del bachillerato *debe* amoldarse a la inmensa mayoría de esos profesores. En el fondo, éstos no tienen nada que ver con la cultura, y, sólo porque se los necesitaba, han escogido ese camino, haciendo valer sus pretensiones.” (Nietzsche, 2009:96-97).

Primero que todo, cabe resaltar que, al parecer, Nietzsche vivió una época en que no tenía la mejor imagen hacia los profesores y por ende además hacia la educación, lo cual es la constante a lo largo de su libro. Aunque esta conjetura, a juzgar por su irreverencia y características de pensamiento particular, bien podría aplicarse en exclusiva a él, existe la posibilidad de volverla plural a otras culturas, por el lastre que la educación lleva a sus espaldas por surgir como necesaria, a la vez que de la certeza y ensayo bajo ciertas maneras de concebir el aprendizaje y la enseñanza que han generado imágenes negativas, encontradas hasta la actualidad.

La cita guarda tanto elogios como agravios a profesores -dependiendo si son la minoría o mayoría- y por ahí mismo dibuja el tipo de escuela superior y estudiantes que se puede encontrar en su interior, y que pronto irradiarían a la cultura lo que los profesores son. El nivel de importancia que el autor le adjudica a la educación, por la responsabilidad que tiene en la formación, se ve reflejada en su ahínco con que la crítica, en la intención de expresar la verdad y volverla turbulenta, insegura e irresoluta; fue consciente de lo que le acarrearía su impulso de desnudar las verdades. Ve a los profesores como replicadores de la educación con las mejores intenciones pero como carentes de conocimiento de sí mismos y de la cultura, negados para poder comprender; acude a delimitar su apreciación diciendo que estas son las características que se expresan, que acontecen en las escuelas superiores debido a la gran cantidad de profesores incompetentes, siempre superior a los aptos, que reciben para suplir la labor desbordada, “...sólo porque se los necesitaba, han escogido ese camino, haciendo valer sus pretensiones.”.

Para Nietzsche, el número superior de profesores se encuentra en la escuela en su ambiente, además de que existe una clara correspondencia entre su altura y la ignorancia de sus estudiantes. Todo lo contrario ocurre con los profesores aptos –la minoría- que no pueden desarrollar su capacidad ante la característica de estos estudiantes. Lo fundamental de esta cita se condensa en el sentido del instinto *similis simili gaudet*; frase que proviene del latín y que quiere decir “–“Cada uno gusta de su semejante.”– *Los que son de genio y gusto semejantes se acompañan sin dificultad.*” (Borrás, 1836:347); para Cantera (2005:218) la frase significa “*Cada oveja con su pareja. Dios los cría y ellos se juntan. Toma tu igual y vete a mendigar.*”

En concurrencia, se percibe entonces que los profesores y la escuela –reflejo de ellos- tienen responsabilidad en cuanto a lo que a la cultura acontece, por lo que uno y otro se complementan, parece un tanto elitista el planteamiento, además que conducente a pensar que se debe clasificar, agrupar a las personas según su condición. De todas maneras a la luz de la actualidad se puede percibir que la imagen que se tiene de los profesores, si bien ha cambiado, sigue siendo negativa, ya no tanto por el asunto de la identidad cultural y la relación con la formación del hombre sino más por los resultados de aprendizaje de los estudiantes; quizá lo global, la globalización ha conllevado a disminuir la lucha por mantener la cultura desde la cual se construyen concepciones de mundo, esto en términos generales, ya que encierra multiplicidad de particularidades para la construcción del mismo.

Nietzsche (2009), concibe la escuela como la institución que promueve la cultura pero que a consecuencia de los profesores ésta es desvirtuada, ya que la insuficiencia de los escolares se compagina con la insuficiencia de la mayoría de profesores, en tanto que los profesores que hacen honor a los mismos, no lo pueden ser, lo deben ocultar debido a la actualización de la escuela, esto tiene coherencia en tanto expresaba que “...los numerosos cambios introducidos por la arbitrariedad de la época actual en dichas escuelas, con el fin de volverlas más «actuales», no son otra cosa que desfiguraciones y aberraciones, con respecto a la noble tendencia primitiva de su constitución.” (p.21-23).

Luego entonces, se está advirtiendo de la decadencia de la escuela al igual que se evidencia el desdén y desavenencia constante que subyace del autor hacia los profesores: no tolera que siendo estos tan fundamentales en la formación de las personas, y que sea a través de ellos que la cultura se mantiene arraigada al contexto, estos no sean los mejores en la formación de las personas.

Reconoce que la mayoría de los profesores “...no tienen nada que ver con la cultura...” (p.97) y que estos están en un nivel insuficiente; esto da a entender que la cultura alemana estaría suficientemente desarrollada por lo que estos profesores no serían los más aptos para formar en la cultura.

“...el profesor habla a esos estudiantes que escuchan. Lo que piensa y hace en otros momentos está separado por un inmenso abismo de la percepción del estudiante... el profesor -para aumentar todavía más esa libertad- [“libertad académica”] puede decir prácticamente lo que quiere, y el estudiante puede escuchar prácticamente lo que quiere: sólo que, detrás de esos dos grupos, a respetuosa distancia y con cierta actitud anhelosa de espectador, está el Estado, para recordar de vez en cuando que él es el objetivo, el fin y la suma de ese extraño procedimiento consistente en hablar y en escuchar.” (p.150).

No desconoce el sentido y significado del conocimiento en la formación de las personas, por lo que entiende que la transformación y la necesidad de la escuela tiene fuertes implicaciones en los profesores que llegan a la misma, toda vez que deben ajustarse a las condiciones que ésta pone para la enseñanza como consecuencia de las condiciones del Estado. Pareciera que existe una preocupación por la falta de cuidado del profesor en lo que dice, ya que desconoce la distancia que hay entre lo que él dice y lo que el estudiante escucha, es tal la falta de cuidado, el desinterés del profesor, que él puede decir lo que quiere y el estudiante escuchara también lo que quiere. De esta particular postura queda la trascendencia de la cultura, lo relevante que es para un profesor conocerla y entender las implicaciones que tiene para la identidad de los Estados, de las personas, al mantenerla al servicio de la misma o del Estado, es decir, buscar su *extensión o disminuirla y debilitarla*. En todo caso, Nietzsche pone de relieve la responsabilidad que tiene el profesor con la cultura y el conocimiento de la misma por lo menos en lo que tiene que ver con la filosofía e idioma arraigado. Quiere hacer notar que la libertad académica del profesor está supeditada al Estado.

El ataque de Nietzsche (2009), además de estar dirigido al Bachillerato, a los profesores, también se plasma en el periodismo, historiadores, en la vida social, "...o, mejor, en cualquier conversación entre hombres y mujeres." (p.77), a quienes señala como responsables de la decadencia de la cultura alemana, que ha sido impulsada y alcanzada por los esfuerzos de Goethe, de Schiller, de Lessing y de Winckelmann. Los entendimientos incorrectos han conducido al detrimento de sus ideas que soportaban la cultura. "... Pero donde esa decadencia se muestra en la medida más grande y más dolorosa es precisamente en la literatura pedagógica que atañe al bachillerato." (p.77).

Ahora, en cuanto a la tensión que pone Nietzsche (2009) entre si la cultura hay que pensarla hacia la máxima *extensión de la cultura o disminuirla y debilitarla*, Quiceno (2005) encuentra que la forma como Nietzsche piensa la formación no es positiva, constructiva, creativa; es, más bien, una mezcla entre una opción crítica y otra filosófica. Continúa este mismo autor manifestando, que Nietzsche nos propone como ideal de formación una experiencia:

"...mirar la naturaleza y sentir su contacto y al instante desviar la mirada de los ideales que el Estado o el saber han propuesto en nosotros, pues son ideales al servicio del Estado y de sus formas objetivas: la consecución del dinero, la adecuación del cuerpo en función del tiempo, el placer al servicio de los objetos del Estado." (Quiceno, 2005:87).

Con esto entonces se entiende que Nietzsche no coincidía con ninguna de las tendencias que provenía del Estado, que se expresaban a través de la escuela; por adelantado anunciaba que eran perjudiciales a su país, en cambio estaba buscando concientizar para que con la formación se condujera hacia lo genuino de la naturaleza. Para Quiceno (2005) en Nietzsche existen dos caminos que buscan la formación, por una parte, está el camino que proporciona la educación, la opinión pública, el Estado y la ciencia, la cual quiere que seamos ciudadanos, que nos identifiquemos con una profesión u oficio, esta formación se inclina por la persecución de "ser alguien en la vida", de tener un fin, un ideal. Por otra parte, está el camino de la filosofía que entiende la formación como la mirada que se hace sobre sí mismo para dejar de ser lo que quiere el Estado y los ideales de Estado.

En tal sentido, no pueden ser contradictorias las proliferaciones negativas de Nietzsche hacia las escuelas y profesores dado que el autor concibe la formación alejada de todo ideal que provenga en el fin de producir un hombre no natural, es decir, no siendo él mismo sino lo que otros –Estado,



educación, etc.- están persiguiendo con él. La formación del individuo en la naturaleza para Nietzsche se hace evidente en "...los sabios, en los poetas, y en los auténticos filósofos... No han sido formados en la escuelas, en universidades, sino que su formación es producto de la cultura de los pueblos, de las civilizaciones, de la masa." (Quiceno, 2005:89).

Así pues, se puede confirmar una vez más la concepción negativa que el autor en cuestión tiene sobre la educación y la escuela, al igual que la relación que establece entre la naturaleza y la cultura, para lo cual (Quiceno, 2005:94) ve una complementariedad al inferir, de Nietzsche, "La naturaleza entendida como la *modificación* del ser del sujeto y la cultura como la *producción* del ser del sujeto."

Dejemos hasta aquí estos elementos desarrollados brevemente sobre Nietzsche y detengámonos a rastrear otro autor que con su carácter y modo de pensar ha escrito y criticado fuertemente, ya no tanto en la perspectiva cultural y lo ontológico, sino más desde el conocimiento científico, a los científicos y profesionales, entre los que se encuentran los profesores. Así pues, bajo una mirada crítica a los conocimientos abstractos, al método científico, a las reglas prefijadas por las ciencias, a los guetos de científicos con discursos "oscuros" dirigidos a unos pocos, Paul Feyerabend, en su libro *Adiós a la razón*, entre otros, manifiesta su manera de pensar las epistemologías que rondan el ambiente del pensar el conocimiento desde una condición acartonada, alejada de la realidad y que permea la producción, elaboración y construcción del mismo.

Leyendo y analizando algunas de sus ideas, se encuentra que estas abren una manera particular de entender lo que algunas epistemologías han expresado como su máximo talante, su impronta para irradiar a la sociedad, escuela, cultura, educación, lo atinente al conocimiento científico. Su postura crítica respecto al conocimiento abstracto, tiene elementos sustanciales que fundan una manera particular de concebir el desarrollo del conocimiento y a quienes lo ostentan. La denominación con la que se conoce su visión frente al conocimiento –anarquismo epistemológico- hace clara reverencia a sus ideas las cuales tienen una fuerte concordancia con la educación. Para dar cuenta de esto, cabe citar algunos fragmentos que, valga decirlo desde ya, no dejan una buena impresión de los referentes que tiene sobre la educación y los educadores, así por ejemplo manifiesta:

"Me gusta muy poco la actitud del educador o la del reformador moral que trata sus infelices ideas como si fueran un nuevo sol, que ilumina las vidas de los que viven en las tinieblas; desprecio a los maestros que intentan el apetito de sus discípulos, hasta que, perdidos todo respeto propio y autocontrol, se revuelcan en la verdad como cerdos en el fango; solo tengo desprecio para todos los bellos planes de esclavizar a la gente en nombre de Dios, de la verdad, de la justicia o de otras abstracciones vacías, especialmente cuando los que perpetran tales delitos son demasiado cobardes para aceptar la responsabilidad y se ocultan detrás de la «objetividad» de lo que pretenden imponernos." (Feyerabend, 2008:81-82)

Sin dejar de ser expresivo enfatiza aún más diciendo: "...permítasenos examinar los esfuerzos de nuestros educadores, a quienes de año en año se les suelta sobre la generación joven y que han aprendido muy bien a disimular su estupidez natural, su intolerancia y presunción tras una terminología científica..." (p.89).

A decir por estas citas, el autor está llamando la atención sobre la manera como los educadores presentan las ideas, haciéndose ver como todopoderosos y buscando someter, imponiendo verdades y

abstracciones que en sí no tienen contenido para quienes no están en el círculo de los científicos; tiene la concepción de que los educadores son incapaces de reconocer los hechos “delictuosos” por lo que se amparan en la llamada objetividad, científicidad y presunción de la existencia de deidades. Parece reconocer que para los educadores no es secreto que están cometiendo un error en cómo entienden el conocimiento y a las personas, ante lo cual afirma que no tienen el decoro, la valentía de aceptar la responsabilidad de lo que quieren imponer, sin ahorrar calificativos al referente; declara que la manera de ocultar todo esto es utilizando como escudo términos científicos, abstractos que no se entienden.

Se denota entonces que Feyerabend quiere hacer visible el obstáculo que el profesor pone, al querer mostrar el conocimiento como objetivo y abstracto, por lo que subyuga, domina, somete a las personas a través de la creencia en Dios. No obstante, del especial énfasis que hace al “educador, maestro” como experto, otros expertos también son censurados, como se evidencia en las siguientes preguntas: “¿Podemos confiar en nuestros expertos, en nuestros físicos, filósofos, senadores y educadores? ¿Saben ellos de qué hablan, o simplemente quieren multiplicar su propia y mísera existencia?” continúa cuestionando: “¿Tienen nuestras grandes cabezas, tiene Platón, Lutero, Rousseau, Marx algo que ofrecer, o es la reverencia que sentimos ante ellos un mero reflejo de nuestra credulidad?” (Feyerabend, 2008:82-83). De manera general, responde:

“Esta son cuestiones que nos afectan a todos, y todos debemos participar en su solución. El estudiante estúpido y el más ladino campesino, el más honrado servidor de la sociedad y su mujer que hace tanto tiempo sufre, personalidades de la vida académica y perreros, asesinos y santos, todos ellos tienen el derecho a decir: mirad aquí, yo también soy humano; yo también tengo ideas, sueños, sentimientos, deseos; yo también he sido creado a semejanza de Dios, pero vosotros nunca me prestáis la más mínima atención en vuestros preciosos cuentos...” (Feyerabend, 2008:83).

Con esto, anuncia que todas las personas deben reclamar, hacer saber que ellos merecen respeto, que se deben hacer ver como humanos; su disgusto se muestra, respecto a que las personas se dejen, se sometan al pensamiento de otras personas, evidenciándose así la pérdida de independencia, legitimidad para constituir sus propias concepciones. Alrededor de esto entonces emerge la idea de autonomía y de democracia bajo la premisa de que las personas también tienen conocimiento y que este debe ser respetado, reconocido, valorado, para no reproducir mentes sin sentido de la realidad, del mundo que los circunda. Su molestia, en términos del papel y resultado de la educación y las características de los intelectuales, que son transmitidas a los jóvenes y que irían en su detrimento, no las deja de resaltar:

“El problema es el tratamiento de las minorías en las democracias industriales; el problema es la “educación”, educación hacia un punto de vista humanitario, incluido el hecho de que la mayoría del tiempo consiste en transformar a maravillosa gente joven en copias incoloras y farisaicas de sus maestros; el problema es el colosal engreimiento de nuestros intelectuales, su creencia de que saben precisamente lo que la humanidad necesita y sus esfuerzos inexorables para recrear a la gente a su triste imagen y semejanza...” (Feyerabend, 2008:92)

Así pues, este autor tiene reticencia hacia todos aquellos expertos y a la educación que busca construir imágenes científicas, objetivas del conocimiento, que tiene proclividad hacia mostrar el conocimiento como contenido en unas manos y no en otras, generando así, a partir de estos, copias desde las cuales no se toman posturas propias sino las que se han impuesto. Critica el uso de la verdad,

de la justicia o el nombre de personas o deidades, o abstracciones vacías para oprimir a los demás. De todo esto, en Feyerabend se denota una concepción de hombre que desde su desarrollo ontológico se configure como sujeto poseedor de conocimiento propio, asimilado por él mismo, no impuesto por el maestro que hacer creer que esto o aquello es lo que se necesita pensar y hacer en tanto está determinado para la humanidad.

Otro autor que tiene cabida presentar es Gaston Bachelard, quien en sus escritos, por lo menos en los libros: *La filosofía del no. Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu científico* (2009) y *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (2010), hace alusión a la escuela, la educación, al educador, al profesor –en varias ocasiones-, en la medida que realiza sus análisis respecto a la epistemología y filosofía de la ciencia, a propósito de seguir la historia de las mismas para así pensar desde el psicoanálisis a las personas.

De tal manera, este autor pone en la palestra del análisis al sujeto y el conocimiento –recíprocamente- en ciertos momentos históricos, instalando el papel que tiene el uno y el otro para el desarrollo de la ciencia y del sujeto, desde luego que esto tiene sentido en la medida que el sujeto supere la condición imperante de relacionarse con el mundo, y favorezca, conduzca y se deje conducir para la formación del espíritu científico. Para esto ubica la formación en el terreno de la dialéctica.

Es pertinente destacar que este autor manifiesta su crítica en tono más diplomático, a diferencia de los dos anteriores -Nietzsche (2009) y Feyerabend (2008)-, sus referentes están relacionados con el dogmatismo de la cultura científica y el seguimiento que la educación hace del mismo, en tal sentido llama la atención al explicitar (Bachelard (2010):

“...De ahí que toda cultura científica deba comenzar... por una catarsis intelectual y afectiva. Queda luego la tarea más difícil: poner la cultura científica en estado de movilización permanente, reemplazar el saber cerrado y estático por un conocimiento abierto y dinámico, dialectizar todas las variables experimentales, dar finalmente a la razón motivos para evolucionar. Por otra parte, estas observaciones pueden ser generalizadas; ellas son más visibles en la enseñanza científica, pero tienen cabida en todo esfuerzo educativo. En el transcurso de una carrera ya larga y variada, jamás he visto a un educador cambiar de método de educación. Un educador no tiene el sentido del fracaso, precisamente porque se cree un maestro. Quien enseña manda. De ahí una oleada de instintos.” (2010:21)

Bachelard (2010) está alertando entonces sobre el asunto que él ha observado en los educadores, la ausencia de cambio en el método de educación. Se puede inferir que quiere expresar que lo que ocurre en la cultura científica –saber estático y cerrado- es lo que igualmente ocurre, y es más visible, en la educación a través del método utilizado; en torno a esto declara la necesidad para los científicos de realizar una catarsis intelectual. Ahora, se podría inferir que no establece diferencia entre el científico y el educador, por lo que entiende que las características de lo científico son llevadas igualmente por el educador a través de la enseñanza científica. De allí que exprese, consecuentemente, que el educador no tiene sentido de fracaso y que además hace uso permanente del mismo método de educación, que no lo cambia, haciéndose ver como autoridad, como quien manda.

Atinadamente, entiende que a partir de esto se generan intuiciones, concepciones, sentidos sobre el conocimiento científico –su naturaleza-, que tienen asidero en la premisa: lo que pueda ocurrir en la

cultura científica debe pasar igualmente a la enseñanza que llama científica. Ante esto, espera que el contenido de la ciencia ha de hacerse ver por fuera de los dogmatismos, de esta manera se puede tornar dinámica y transformadora.

Se desprende de esto el papel que tiene la dialéctica en el sentido de nutrir la razón para evolucionar, lo cual, llevado al plano educativo, se torna interesante por cuanto está proyectando una mirada particular de enseñar la ciencia, que es la misma ciencia, pero de manera distinta a como se había venido haciendo, concibiendo. No empero, para Bachelard (2010) lo que ocurre con los científicos es lo que ocurre con la educación, solo que propone cambiar el saber cerrado y estático por uno abierto y dinámico, en esto la dialéctica juega un papel esencial.

De todas maneras, el autor piensa el conocimiento a enseñar desde el campo de lo científico solo que en una perspectiva distinta, por lo que tiene sentido que piense en el científico a la vez que en la enseñanza, también científica. No en vano desde una perspectiva ontológica establece lo científico en la formación del sujeto: “El espíritu científico debe formarse reformándose.” (p.27). Para lo que declara que “...discernir los obstáculos epistemológicos es contribuir a fundar los rudimentos de un psicoanálisis de la razón.” (Bachelard, 2010:22).

Situando el énfasis en el alumno a propósito de la enseñanza científica, declara:

“...la enseñanza de los *resultados* de la ciencia nunca es una enseñanza científica. Si no se hace explícita la línea de producción espiritual que ha conducido al resultado, se puede estar seguro que el alumno combinará el resultado con las imágenes más familiares. Es necesario que "comprenda". Sólo se puede retener comprendiendo. El alumno comprende a su manera. Puesto que no se le han dado razones, agrega al resultado razones personales. Un profesor de física algo psicólogo podría ver bastante fácilmente, respecto del problema que nos ocupa, cómo "madura" una intuición no explicada.” (Bachelard, 2010:276-277).

En razón a esto se hace claridad, que la enseñanza es científica, lo es, en tanto el estudiante reciba explícitamente “... la línea de producción espiritual que ha conducido al resultado...” (p.276), esto es quizá la epistemología, la historia, de tal idea se puede percibir un paralelismo entre el desarrollo del conocimiento científico y el conocimiento del sujeto; este último conocimiento debe ser superado para que haya transformación, para que el estudiante aprenda debe comprender, de no ser así, continuaría comprendiendo más desde sus razones personales, por lo que no habría cambio. En esto, cabe destacar el papel que Bachelard (2010) le da al profesor en cuanto a la enseñanza a la vez que indica la posibilidad que puede tener un profesor de física proclive hacia la psicología para entender el problema en cuestión. Lo cual expande la idea de que la enseñanza sea científica en tanto el profesor sea conocedor de lo que esta implica en cuanto a que el alumno comprende a su manera.

De hecho apunta que “...la historia del conocimiento científico es una alternativa que se renueva sin cesar de empirismo y de racionalismo. Esta alternativa es algo más que un hecho. Es una necesidad del dinamismo psicológico.” (2010:289), al referente el movimiento constante del conocimiento de una a otra postura, buscando la comprensión, facilitaría el sentirse activo dentro de un momento de la historia en la cual participa como actor de conocimiento. Compaginando, con la idea de la formación del espíritu científico, el profesor puede ser entendido como un científico, no empero, lo que enseñe y lo que entienda el alumno podría ser la combinación de las razones personales y científicas según

entienda la naturaleza de los resultados científicos (línea espiritual que los produce). En concordancia, estima que "...la enseñanza científica, cuando es viviente, será agitada por el flujo y el reflujo del empirismo y del racionalismo." (p.289).

Con ello queda puesta la idea de razón del conocimiento, y la posibilidad de su evolución, en tanto se superen los obstáculos que subyacen al mismo desde antaño, haciendo eco a esto, en la búsqueda de explicar la transformación del espíritu; uno de los obstáculos avizorados y psicoanalizados por Bachelard (2009) fue el sustancialismo, de lo que escribió:

"El sustancialismo... es un temible obstáculo para una cultura científica. Como las experiencias primeras son inmediatamente valorizadas, es harto difícil liberar el espíritu científico de su primera filosofía, de su filosofía natural. Nos resistimos a creer que el objeto tan cuidadosamente cuidado designado al principio de un estudio se vuelva totalmente ambiguo en un estudio más profundo." (2009:68).

Con esto entonces, lo ontológico en el devenir del sujeto que conoce se torna compatible con la razón del conocimiento que por su historia para formarse ha tenido que reformarse, así también se ha de formar el espíritu científico, ya se ha dicho que esto debe ser atendido por el educador desde estos referentes de cambio. Ahora, la enseñanza y el cambio no solo están directamente relacionados con lo que ha acontecido en el desarrollo del conocimiento científico sino también en el posible cambio que haga el profesor desde su ejercicio de enseñanza desde el que puede aprender este oficio. Así pues sostenía:

"Es imposible educar por simple referencia a un pasado de educación. El maestro debe aprender enseñando y fuera de su enseñanza. Por muy instruido que sea, sin un *shifting character* en ejercicio no puede transitar la experiencia de la apertura." (2009:120).

No es posible negar que Bachelard cuando escribe los libros que estamos tratando para este apartado - finales de la década de los treinta e inicio de los cuarenta del siglo XX- había percibido las dificultades que subyacían a la enseñanza de la ciencia, se percata que por muy docto, sabio, ilustrado, científico que sea el profesor, no podrá recorrer su experiencia de la enseñanza sino tiene el carácter para abrirse al cambio.

Suena muy interesante, si se tiene presente el poco desarrollo y compilación de la investigación en pedagogía y didáctica, que declare que "El maestro debe aprender enseñando y fuera de su enseñanza." (p.120), en esto deja plasmada una idea que hoy en día aún se mantiene y es la de que, por una parte, quien aprende –todos lo pueden hacer de una u otra manera- lo pueden hacer tanto enseñando como por fuera de la misma; destinando entonces la enseñanza a toda persona que aprenda, en tanto que el que no enseña también aprende, es decir, la enseñanza estaría destinada a un oficio más, desde el cual se quiere hacer énfasis en negar que por el mismo hecho de enseñar se deba dejar de aprender.

En concordancia con algunos aspectos ya presentados, pero ahora haciendo referencia a un "libro de enseñanza científica moderna", Bachelard (2010) expresa:

"Abrid un libro de enseñanza científica moderno: en él la ciencia se presenta referida a una teoría de conjunto. Su carácter orgánico es tan evidente que se hace muy difícil saltar capítulos.

En cuanto se han traspuesto las primeras páginas, ya no se deja hablar más al sentido común; ya no se atiende más a las preguntas del lector. En él, el Amigo lector sería con gusto reemplazado por una severa advertencia: ¡Atención, alumno! El libro plantea sus propias preguntas. El libro manda.” (2010:29).

En este párrafo el autor deja ver la característica apremiante de la ciencia que se conducen y reproduce a través de un libro que se muestra estructurado, organizado de tal manera que la posibilidad de salirse de la linealidad, continuidad de los capítulos se torna difícil. Advierte cómo el libro en sí mismo se aleja del sentido común, de la realidad del lector, donde sus preguntas son reemplazadas por las preguntas del libro. Así pues, haciendo la afirmación de “El libro manda”, de manera semejante a como ya se advertía anteriormente en alusión a “Quien enseña manda”, esta vez ya no se centra en el quién sino en el qué. En estos dos casos, el sentido de autoridad de la ciencia se mantiene, solo que cambia el sujeto por un objeto que contiene una concepción particular, pero igual al quien, sobre el conocimiento científico.

Recogiendo y concretando aspectos ya tratados atrás y aunándolos con el párrafo anterior, para este autor la solución a esta visión de ciencia se traduce en el *shifting character* del educador, lo cual conduce a la transformación del educar teniendo como referencia el pasado de la educación, esto iniciaría una nueva experiencia, dejaría atrás concepciones sólidas, rígidas, precisas sobre el conocimiento, permitiría su evolución. De hecho destacaba que “El espíritu científico debe unir la flexibilidad con el rigor. Debe reconsiderar todas sus construcciones cuando aborda un nuevo dominio, y no tratar de imponer en todas partes la legalidad del orden de magnitud familiar.” (Bachelard, 2010:65).

En esta apreciación los términos de flexibilidad y rigurosidad emergen como elementos vitales en la formación del espíritu en tanto que de ellos parte la comprensión y albedrío para pensar; de estos referentes depende en buena parte la construcción del mundo y el desarrollo ontológico del espíritu que de no conducirse por la dialéctica puede consolidar obstáculos para la evolución del espíritu. Para Bachelard, alcanzar el psicoanálisis del conocimiento objetivo es “...discernir los obstáculos epistemológicos es contribuir a fundar los rudimentos de un psicoanálisis de la razón... La experiencia básica o, para hablar con mayor exactitud, la observación básica es siempre un primer obstáculo para la cultura científica.” (2010:22). Encuentra en el psicoanálisis el contexto para “... desembarazar al espíritu científico de esos falsos valores.” (Bachelard, 2010:25).

Poniendo esto en términos del papel del educador para el desarrollo del espíritu científico, para superar la experiencia u observación básica, precisa:

“Como vemos, es el hombre total con su pesada carga de ancestralidad y de inconsciencia, con toda su juventud confusa y contingente, a quien habría que considerar si se quisiera apreciar los obstáculos que se oponen al conocimiento objetivo, al conocimiento tranquilo. Mas, ¡ay! los educadores no trabajan en absoluto para lograr esa tranquilidad. Desde el comienzo no guían a sus alumnos hacia el conocimiento del objeto. ¡Juzgan más que enseñan! Nada hacen para curar la ansiedad que capta a todo el espíritu ante la necesidad de corregir su propio pensamiento y de trascender de sí mismo para encontrar la verdad objetiva.” (Bachelard, 2010:247)

Así pues, se hace la crítica al educador en cuanto no se percata de los obstáculos que se presentan al abordar el conocimiento tranquilo –objetivo– en el cual, trayendo a colación términos anteriores, el rigor y la flexibilidad han de ser vistos dialécticamente, no como opuestos; subraya la falta de orientación hacia el objeto, y la ausencia para actuar en orden a repercutir en la condición de angustia del espíritu que busca el rigor, lo exacto, negando la autocorrección y la expresión de sí mismo para encontrar la verdad objetiva. Para el autor, conocer los obstáculos requiere tener en cuenta el atavismo, la propensión a continuar con miradas antiguas que calan fácil y espontáneamente en la inocencia y que son las que son más posibles de evidenciar mediante la observación básica. Subraya que el educador no hace nada en absoluto en cuanto a orientar al alumno. Bachelard (2010) insiste en alertar sobre la falta de experticia del educador, que no conoce la labor, en que más que enseñar lo que hace es juzgar, en términos generales, está tratando de describir la irresponsabilidad que se mantiene al no responder a las necesidades del espíritu del estudiante.

En cuanto a lo objetivo, pone de relieve que el científico “No puede aceptar como objetivo un pensamiento que no ha sido personalmente objetivado... psicológicamente no hay verdad sin un error rectificado. Una psicología de la actitud objetiva es una historia de nuestros errores personales.” (2010:281). Así pues, corregir el propio pensamiento se convierte en producto de la objetividad del conocimiento, en todo ello, el error cobra sentido para la trascendencia del espíritu que puede ser explicado y entendido en lo que la historia de los errores dice. Con acierto señalaba que “...quien no tiene razón objetivamente se la toma subjetivamente.” (Bachelard, 2010: 288), entonces la razón deviene objetiva siempre que se razone en el contexto de lo científico, lo subjetivo se fortalece desde el sentido común.

La tara –defecto, deficiencia– conducente a la intranquilidad, cargada ancestralmente, es para Bachelard lo que hay que entrar a transformar, a dinamizar y hacer consciente mediante un psicoanálisis que propenda por superar los obstáculos heredados y lleve al alumno hacia el conocimiento objetivo, tranquilo; la razón subjetiva está en una constante lucha –intranquilidad– con la realidad, el entendimiento de la misma es proclive a poner en duda el pensamiento, a explorarlo a encontrar mayores razones, errores, desaciertos, para conducirlo al conocimiento objetivo, del objeto.

Llevando este contenido de ideas al plano del bachillerato plantea cómo lo que se busca en este, es todo lo contrario:

“Los problemas de física del bachillerato proporcionarían una mina inagotable de ejemplos de esta precisión mal fundada. La mayor parte de las aplicaciones numéricas se realizan con un descuido absoluto del problema de los errores. Basta una división que "no resulta", o un cálculo que "no da justo" para que el candidato se desoriente. Y se encarniza con divisiones interminables, en la esperanza de un resultado exacto. Si se detiene cree que el mérito de la solución se mide por el número de decimales indicados. No reflexiona que si una precisión en un *resultado* va más allá de la precisión de los *datos experimentales*, es exactamente la determinación de la nada. Los decimales del cálculo no pertenecen al objeto.” (Bachelard, 2010:251)

Lo anterior, ejemplifica aún más a qué se refiere el autor con la tranquilidad, y al papel que el educador realiza al no guiar hacia el conocimiento del objeto. Según esto la intranquilidad deviene en querer encontrar en el objeto lo que no se encuentra, por lo que ya se ha prescrito se debe encontrar; el rigor

supera a la flexibilidad, no la acompaña en el devenir de la formación del espíritu para trascender y encontrarse consigo mismo y con la verdad objetiva. En función de lo señalado hasta ahora es posible evidenciar que, todo lo contrario de lo que se piensa comúnmente, el error es la esencia en la superación de obstáculos y en la formación del espíritu.

Ahora esto podría sonar con propensión hacia lo fácil y superfluo, pero Bachelard llama la atención diciendo que “Un psicoanálisis del conocimiento objetivo debe examinar cuidadosamente todas las seducciones de la *facilidad*. Es con esta condición que se llegará a una teoría de la abstracción científica verdaderamente sana, verdaderamente dinámica.” (2010:66).

La cita que sigue recoge buena parte de los planteamientos de Bachelard e incluso aborda otros, es la que se presenta a continuación:

“...para que la ciencia objetiva sea plenamente educadora, sería necesario que su enseñanza fuera socialmente activa. Es un desconocimiento de la instrucción común, instaurar, sin recíproca, la relación inflexible de maestro a alumno. He aquí, en nuestra opinión, el principio fundamental de la *pedagogía* de la actitud objetiva: *Quien es instruido debe instruir*. Una enseñanza que se recibe sin transmitirla forma espíritus sin dinamismo, sin autocrítica. Sobre todo en las disciplinas científicas, tal instrucción cuaja en dogmatismo un conocimiento que debiera ser un impulso hacia una marcha inventiva. Y sobre todo, deja de impartir la experiencia psicológica del error humano.” (2010:287-288).

Así pues, el autor saca a flote casi finalizando su escrito, la órbita de lo social; la relación profesor – estudiante y la importancia de transmitir la enseñanza para lograr superar los dogmatismos, desvanecerlos, hacer salir el genio, la creatividad, la imaginación. Al subrayar que *Quien es instruido debe instruir*, a propósito de la relación profesor –estudiante, sitúa en un mismo nivel a los dos actores, además de dejar abierta la puerta para que el alumno sea en algún momento también profesor, de ahí que acuñe también lo de la pedagogía de la actitud objetiva que daría paso para que quien sea instruido instruya. En este sentido advierte que los alumnos –juveniles- aprenden más entre ellos que del profesor –maduro-. De hecho, resaltando lo dicho por von Monakow y Mourgue, manifiesta que los “...camaradas son más importantes que los maestros. Los maestros, sobre todo en la multiplicidad incoherente de la Enseñanza secundaria, imparten conocimientos efímeros y desordenados, marcados con el signo nefasto de la autoridad. En cambio, los camaradas arraigan instintos indestructibles.” (Bachelard, 2010:287).

Para el autor los camaradas son los alumnos, de donde parte para hacer alusión a lo social por la relaciones que establecen entre ellos, enfatiza más diciendo que “Habría, pues, que elevar a los alumnos, tomados en grupo, a la conciencia de una razón de grupo...” (p.287). Acercando en esto al profesor en lo que respecta a la enseñanza expresa que “...en la proporción en que una ciencia se torna social, es decir fácil de enseñar, ella conquista sus bases objetivas.” (Bachelard, 2010:287). Parece contradictorio que luego de desarrollar elementos tan relevantes y con alto nivel de contenido profundo en la formación del espíritu le indilgue a lo social tal superioridad para que la ciencia sea enseñada y además que permite, lo que tuvo en mente y arguyó en la mayoría de sus elementos suscitados: las bases objetivas de la ciencia.



Sin la intención de abordar las especificidades que el autor tiene para cada uno de sus ideas dentro de sus escritos, en términos generales y de acuerdo a lo resaltado aquí, Bachelard atribuye a la educación la responsabilidad de la formación del espíritu científico, critica lo que hace el educador y llama la atención sobre la sensación que en torno al conocimiento crea al orientar o desorientar al alumno. Es explícito su interés por la formación del espíritu científico, es implícita la preocupación por la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, sus aseveraciones sobre ésta las hace desde disciplinas como la historia, filosofía, psicoanálisis y epistemología.

La pedagogía es escasamente nombrada, la didáctica no aparece explícita en sus raciocinios escritos, no ocurre lo mismo para el caso de la educación la cual suele ser su contexto de problematización, y en la que el profesor -educador, maestro- y el alumno son miembros esenciales, el conocimiento, el medio. Al parecer el profesor es portador de la ciencia que se enseña, no obstante, no llega a proponer explícitamente que su conocimiento es diferente al de las ciencias. Da al alumno un papel relevante en la enseñanza, por la relación que pueda establecer con los camaradas, que al mismo profesor, por lo que ya se ha mencionado en la parte de arriba.

Pasemos ahora a Thomas Samuel Kuhn, quien en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, plasmó el seguimiento histórico que hizo a las ciencias y sus planteamientos respecto a la manera de entender la dinámica de la misma a través de cambios de paradigmas; en varios de sus secciones dedica algunas ideas al tema de lo que denomina educación científica. A propósito de esto, él cuenta, en el prefacio del libro, cómo su visión sobre la naturaleza de las ciencias fue socavada –puesta en duda– había sido graduado en física teórica, al adquirir un *compromiso afortunado* con un curso de colegio experimental que presentaba las ciencias físicas para los no científicos.

Destaca que allí se puso en contacto por primera vez con la historia de las ciencias, reconoce que evidenció que esta no se ceñía a su formación científica misma. Señala: “El resultado fue un cambio drástico en mis planes profesionales, un paso de la física a la historia de la ciencia y, luego, gradualmente, de los problemas históricos relativamente íntegros a las inquietudes más filosóficas...” (2001:9). Durante varios años estuvo explorando otros campos que aparentemente no tenían relación con la historia de las ciencias pero que en efecto la tenían.

Se encontró con “...los experimentos por medio de los cuales, Jean Piaget, ha iluminado tanto los mundos diversos del niño en crecimiento como los procesos de transición de un mundo al siguiente.” (p.11), con algunos escritos sobre psicología de la *Gestalt*, sobre el efecto del lenguaje en la visión del mundo, y la presentación de los problemas filosóficos relativos a la distinción analíticosintética.

Luego de su trajinar con conferencias e invitaciones por institutos de investigación, hacia 1952, cuenta:

“...comencé propiamente a enseñar historia de la ciencia y, durante casi una década, los problemas de la enseñanza de una rama que nunca había estudiado sistemáticamente me dejaron poco tiempo para articular de modo explícito las ideas que me condujeron a ese campo. Afortunadamente, sin embargo, esas ideas resultaron una fuente de orientación implícita y, hasta cierto punto, de parte de la estructura problemática, para gran sector de mi enseñanza más avanzada. Tengo, por consiguiente, que agradecer a mis alumnos varias lecciones impagables, tanto sobre la viabilidad de mis opiniones como sobre las técnicas apropiadas para comunicarlas de manera eficaz. Los mismos problemas y esa misma orientación

proporcionaron unidad a la mayoría de los estudios, predominantemente históricos y aparentemente diversos, que he publicado desde el final de mi época de becado.” (Kuhn, 2001:12).

Escribe este autor que fue invitado a pasar el año 1958-59 en el *Centro de Estudios Avanzados sobre las Ciencias de la Conducta*, el cual era compuesto, principalmente, por científicos sociales, lo cual, señala, hizo que se enfrentara “...a problemas imprevistos sobre las diferencias entre tales comunidades y las de los científicos naturales...” (p.13), reconoce su asombro frente al número y el alcance de los desacuerdos presentes entre los científicos sociales, alrededor de la naturaleza de problemas y métodos científicos admitidos.

Sin querer avanzar más en este preámbulo, ya que lo que se esbozará a continuación de este dará más detalles, vale la pena citar este fragmento que recoge el desconcierto de Kuhn (2001) y que le permitió abordar la elaboración de su libro bajo la idea esencial de paradigma:

“Tanto la historia como mis conocimientos me hicieron dudar de que quienes practicaban las ciencias naturales poseyeran respuestas más firmes o permanentes para esas preguntas que sus colegas en las ciencias sociales. Sin embargo, hasta cierto punto, la práctica de la astronomía, de la física, de la química o de la biología, no evoca, normalmente, las controversias sobre fundamentos que, en la actualidad, parecen a menudo endémicas, por ejemplo, entre los psicólogos o los sociólogos. Al tratar de descubrir el origen de esta diferencia, llegué a reconocer el papel desempeñado en la investigación científica por lo que, desde entonces, llamo "paradigmas"”. (p.13).

En lo que sigue no se busca desarrollar, *sensu stricto*, su planteamiento de los paradigmas y sus cambios pero si recoger lo que concibe de los mismos en función del papel de la educación y la sociedad, ya que como se ha presentado, su cambio de profesión obedece a la incursión en un colegio y encuentro que tuvo con la historia de las ciencias y posterior enseñanza, lo que le da las bases para pensar desde perspectivas diferentes a la formación que había recibido como físico teórico.

En este sentido, es preciso entonces aludir a que Kuhn tiene en un lugar muy especial a los libros y a la historia dado que encuentra en ellos las potenciales transformaciones sobre la imagen de las ciencias, es en los libros de texto donde se trazan los logros de los científicos y en los cuales “...cada una de las nuevas generaciones de científicos aprende a practicar su profesión. Sin embargo, es inevitable que la finalidad de esos libros sea persuasiva y pedagógica...” (p.20). Critica el autor a dichos libros dado que han conducido mal los aspectos históricos de la investigación misma, al igual que la naturaleza y desarrollo de la ciencia.

Consecuentemente afirma:

“No es extraño que tanto los libros de texto como la tradición histórica que implican, tengan que volver a escribirse inmediatamente después de cada revolución científica. Y no es extraño que, al volver a escribirse, la ciencia aparezca, una vez más, en gran parte como acumulativa. Por supuesto, los científicos no son el único grupo que tiende a ver el pasado de su disciplina como un desarrollo lineal hacia su situación actual.” (Kuhn, 2001:215)

Es clara la posición en cuanto a la historia que se escribe y reescribe como consecuencia de una revolución científica que no cambia de fondo la comprensión de su desarrollo sino que es entendida como un agregado, continuidad, acumulado de lo que ha acontecido en la investigación, de allí precisamente la sorpresa que Kuhn se ha llevado al preguntarse desde la filosofía, y haber realizado seguimiento a la historia de las ciencias, de que la naturaleza de la ciencia no correspondía con la que había aprendido durante su formación como físico.

Las explicaciones que subyacen desde el autor para declarar que esta ciencia es vista como lineal o acumulativa es que en los libros de texto se disimulan las revoluciones científicas, el cambio "...oculta un proceso que se encuentra en la base de los episodios más importantes del desarrollo científico." (p.218). Los libros de texto que llama posrevolucionarios son algo más que la multiplicación de los hechos históricos engañosos ya que en sí lo que hacen es que las revoluciones resulten invisibles; asevera que "...la disposición del material que permanece visible en los libros de texto implica un proceso que, caso de haber existido, habría negado a las revoluciones toda función." (p.218).

Consecuentemente expresa que la finalidad de esto es la de "...enseñar rápidamente al estudiante lo que su comunidad científica contemporánea cree conocer, los libros de texto tratan los diversos experimentos, conceptos, leyes y teorías de la ciencia normal corriente, hasta donde es posible, separadamente y uno por uno." (p.218). Resalta que como pedagogía, la técnica de presentación es indiscutible. Pero advierte que cuando se dispone de escritos científicos, generalmente no históricos, y con las construcciones engañosas ocasionales y sistemáticas, existe la probabilidad de generar la idea de que "...la ciencia ha alcanzado su estado actual por medio de una serie de descubrimientos e inventos individuales que, al reunirse, constituyen el caudal moderno de conocimientos técnicos." (Kuhn, 2001:218).

Ciertamente, haciendo referencia a las características de la educación que reciben los futuros científicos, que les da licencia para la práctica profesional, subraya que esta es tanto rigurosa como rígida, y que ejerce una influencia profunda en su mentalidad científica. En extensión expresa que "...el estudio de los paradigmas... es lo que prepara principalmente al estudiante para entrar a formar parte como miembro de la comunidad científica particular con la que trabajará más tarde." (p.34). En clave de esto establece que "Debido a que se reúne con hombres que aprenden las bases de su campo científico a partir de los mismos modelos concretos, su práctica subsiguiente raramente despertará desacuerdos sobre los fundamentos claramente expresados." (p.34).

El autor encuentra que la educación que recibe el futuro científico –riguroso y rígido- lo prepara para hacer parte del campo cuyas bases son compartidas por sus miembros y que difícilmente en su actividad estará en desacuerdo con ellos. En términos generales con lo hasta ahora expuesto, lo que está diciendo es que la educación lleva la tradición científica a través de la historia mal contada sobre los procesos que se llevan a cabo para el desarrollo de la ciencia, lo que tiene fuerte influencia en la manera de pensar del futuro científico, y que a su vez dificulta la posibilidad de cambio mental, esto es más difícil en tanto sea una ciencia madura.

Dando a entender la debilidad e ingenuidad por parte de los científicos como resultado de la educación que recibieron y lecturas incompletas en lo que respecta a la consistencia de los paradigmas y revoluciones de que tiene la comunidad, manifiesta:

“Los científicos trabajan a partir de modelos adquiridos por medio de la educación y de la exposición subsiguiente a la literatura, con frecuencia sin conocer del todo o necesitar conocer qué características les han dado a esos modelos su status de paradigmas de la comunidad. (p.84) “...los estudiantes de ciencias aceptan teorías por la autoridad del profesor y de los textos, no a causa de las pruebas. ¿Qué alternativas tienen, o qué competencia? Las aplicaciones mencionadas en los textos no se dan como pruebas, sino debido a que el aprenderlas es parte del aprendizaje del paradigma dado como base para la práctica corriente.” (p.133).

En torno a esto y las posibles alternativas para superarlas siempre que se halle aplicación a la teoría, declara: “...el proceso de aprendizaje de una teoría depende del estudio de sus aplicaciones, incluyendo la práctica en la resolución de problemas, tanto con un lápiz y un papel como con instrumentos en el laboratorio.” (p.84). Entonces, para Kuhn el manejo que se le dé al aprendizaje de la teoría resuelve el conocer la características de los paradigmas de la comunidad mediante mecanismos prácticos de resolución de problemas tanto en el papel como en el laboratorio; ve como entorpecimiento para el aprendizaje, que los estudiantes perciban al profesor y el libro como autoridad. De soslayo indica una debilidad del profesor –no así para los textos- ya que adjudica el problema en los estudiantes que lo ven como autoridad, no a este que se hace ver como tal.

Así pues, Kuhn elabora argumentos contrarios a los sustentados por libros de texto que plasman la historia de las ciencias de manera distorsionada y engañosa; se evidencia la preocupación por la educación que reciben los científicos a partir de dichos textos y cómo esto se reproduce dificultando la comprensión de las revoluciones científicas. Concomitantemente, critica la rigidez de la educación ya que impide salirse de esquemas preestablecidos desde los cuales difícilmente podrá librarse el futuro científico, esto conllevaría a frenar el progreso de las ciencias al existir un obstáculo desarrollado en la enseñanza de los profesores y de libros de textos, sobre la historia de las ciencias.

Aunque la preocupación del autor es de tipo epistemológico e histórico, aduciendo a la educación, sin hacer mayores detalles al respecto de esta última, aporta a comprender que la educación, así sea para la formación de los futuros científicos, debe aterrizar la concepción que construye con los estudiantes sobre la naturaleza de las ciencias. Se puede entonces declarar que el autor está alertando sobre la naturaleza de las ciencias que está fundando la enseñanza y los escritos que versan sobre la ciencia, la cual no se asemeja al comportamiento de producción de conocimiento, que se daría a través de revolución de las estructuras científicas.

Un último autor que trataré aquí ya que desnuda las condiciones y condicionamientos en las que se desenvuelven los cuerpos y estos en la sociedad e instituciones, es Michel Foucault, de él, es nuestro interés poder extraer específicamente argumentos sobre la educación y la escuela, aun cuando elaboró explicaciones que se extienden para el ejército, cárcel, asilo, hospital, manicomio, puesto de trabajo y convento, para pensar en cómo se controlan y dominan así mismo los individuos, instituciones y la sociedad, no obstante de mantenerse constantes relaciones de poder entre los mismos. Todo ello para dar luces en las relaciones existentes en la constitución de las diferentes formas de subjetividad, saberes y poderes, al igual que de dominación.

Haciendo alusión a Foucault, Varela (1994:14) subraya que él “...nunca dedicó a la educación un trabajo sistemático y acabado, pero se refiere a pedagogías, sistemas educativos, dispositivos de

examen, etc., en sus libros y entrevistas.” También resalta Varela que el autor ha dejado el modelo de análisis genealógico susceptible de ser aplicado a las instituciones escolares, aunque aclara que “... la utilización del método genealógico para desvelar la génesis y funcionamiento de la enseñanza secundaria había sido ya aplicada con éxito por el sociólogo francés Emile Durkheim a principios del presente siglo.” (Varela (1994:14).

De los escritos elaborados por Foucault, quizá el libro *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión* sea el que más aporta a comprender la educación,<sup>19</sup> no siendo esta su interés sino más bien uno de los ejemplos que utilizó para ilustrar sus ensayadas explicaciones respecto (Álvarez-Villareal, 2009) al derecho penal, y concretamente del régimen penitenciario del siglo XVIII hasta el siglo XIX, con el fin de hacer latente la presencia de las relaciones de poder, las tecnologías de control, y la microfísica del poder presentes en nuestra sociedad.

Marshall (1994) subraya cómo este escrito ha sido leído por criminólogos y por criminales. Sin embargo, “...el creciente número de críticas académicas da testimonio del interés que su obra ha suscitado en los círculos profesionales y académicos. No obstante, en general, los estudiosos de la educación han pasado por alto a Foucault.” (p.16).

Vale la pena entonces desarrollar algunas ideas que permitan describir lo que el autor quería expresar en cuanto a lo que transita por las escuelas, y ocurre en las mismas, quizá de manera silenciosa o a lo mejor escandalosa pero que sin embargo sigue ocurriendo por la inercia que llevaba y lleva el pensamiento al unísono de las tradiciones, representaciones sobre el conocimiento, el saber y las relaciones de poder que se establecen con él y con el sujeto cuando se trata de la educación.

Dando un orden, es de aludir en primera instancia a la disciplina la cual, según Foucault (2002) “...procede ante todo a la distribución de los individuos en el espacio... La disciplina exige a veces la *clausura*, la especificación de un lugar heterogéneo a todos los demás y cerrado sobre sí mismo.” (p.130). Haciendo referencia a la educación, particularmente a esta en cuanto institución, expresa que estos encierros son discretos, pero insidiosos y eficaces. “Colegios: el modelo de convento se impone poco a poco; el internado aparece como el régimen de educación si no más frecuente, al menos el más perfecto...” (Foucault, 2002:130).

El tiempo y su empleo como una vieja herencia que rápidamente se transmite, complementa la disciplina por lo que “Sus tres grandes procedimientos —establecer ritmos, obligar a ocupaciones determinadas, regular los ciclos de repetición— coincidieron muy pronto en los colegios...” (p.137). Al respecto, el autor realiza algunas citas que ejemplifican su planteamiento:

“En las escuelas elementales, el recorte del tiempo se hace cada vez más sutil; las actividades se hallan ceñidas cada vez más por órdenes a las que hay que responder inmediatamente: "al último toque de la hora, un alumno hará sonar la campana y a la primera campanada todos los escolares se pondrán de rodillas, con los brazos cruzados y los ojos bajos. Acabada la oración, el maestro dará un golpe como señal para que los alumnos se levanten, otro para hacerles que se inclinen ante el Cristo, y el tercero para que se sienten".<sup>244</sup> A comienzos del siglo XIX, se propondrá para la escuela de enseñanza mutua unos empleos del tiempo como el siguiente: 8 h

---

<sup>19</sup> Según Zuluaga (2005), otros libros de Foucault que hace referencia a la educación, sin ser esta su objeto principal, son: *La historia de la clínica* (1966); *El orden del discurso* (1970) y *El cuidado de sí* (1987).

45 entrada del instructor, 8 h 52 llamada del instructor, 8 h 56 entrada de los niños y oración, 9 h entrada en los bancos, 9 h 04 primera pizarra, 9 h 08 fin del dictado, 9 h 12 segunda pizarra, etcétera.<sup>245</sup> (Foucault, 2002:138)<sup>20</sup>

Con esto se tiene calculado pormenorizadamente cada actividad, movimiento, paso a realizar según se haya establecido, mecanizar, quizá cuadrangular el comportamiento, la conducta es lo imperioso, apremiante para evitar desvíos en la disciplina en la dinámica estipulada, planeada, calculada. En todo esto, el papel de la religión, en el disciplinamiento del individuo, al unísono que con la función y empleo del tiempo son fundamentales para el control.

Otro elemento que confluye es el de la señalización la cual tiene que ver con la relación que establece el profesor –imposición de disciplina- con el estudiante para mantener su dominio; en este sentido “...la relación es de señalización: se trata no de comprender la orden sino de percibir la señal, de reaccionar al punto, de acuerdo con un código más o menos artificial establecido de antemano.” (Foucault, 2002:154).

Desde la relación que establecía con el ejército, entre otras formas de disciplinamiento, a propósito de la función de la señal, Foucault (2002:154) destacaba:

“La educación de los escolares debe hacerse de la misma manera: pocas palabras, ninguna explicación, en el límite un silencio total que no será interrumpido más que por señales: campanas, palmadas, gestos, simple mirada del maestro, o también el pequeño utensilio de madera que empleaban los hermanos de las Escuelas Cristianas; lo llamaban por excelencia la "Señal" y debía unir en su brevedad maquinales la técnica de la orden a la moral de la obediencia. "El primer y principal uso de la señal es atraer de golpe todas las miradas de los alumnos hacia el maestro y volverlos atentos a lo que quiere darles a conocer. Así, siempre que quiera atraer la atención de los niños, y hacer que cese todo ejercicio, dará un solo golpe. Un buen escolar, siempre que oiga el ruido de la señal imaginará estar oyendo la voz del maestro o más bien la voz del propio Dios que lo llama por su nombre... El alumno deberá haber aprendido el código de las señales y responder automáticamente a cada una de ellas. "Terminada la oración, el maestro tocará una vez la señal, y mirando al niño al que quiere hacer leer, le indicará con una seña que comience.”

Se puede entonces encontrar la función que cumple la religión y cómo esta pasa a través del profesor para disciplinar a los estudiantes mediante, sonidos, movimientos, gestos en general –señas- que deben ser seguidas según lo que signifique. Lo mental y fisiológico, y la seña, son asuntos que se conjugan para controlar y dominar al individuo para hacerlo dócil a semejanza de lo que ocurre en el ejército. Otros elementos, conceptos dispuestos que se armonizan, que están inmersos en la idea de la disciplinabilidad son la jerarquía, la vigilancia, la distribución del espacio y la ubicación de quienes lo ocupan, en esto la arquitectura tiene un lugar especial. Igualmente la normalización y el detalle tienen un fin. Para lo cual Foucault (2002) expresa:

---

<sup>20</sup> Los superíndices son citas realizadas por el autor, corresponden a la siguiente referencia:

244: “J.-B. de La Salle, *Conduite des écoles chrétiennes*, B. N. Ms. 11759. pp.

245: “Bally, citado por R. R. Troncot, *L'enseignement mutuel en France*, tesis mecanografiada, I, p. 221.”

“Lo Normal se establece como principio de coerción en la enseñanza con la instauración de una educación estandarizada y el establecimiento de las escuelas normales... El examen combina las técnicas de la jerarquía que vigile y las de la sanción que normaliza. Es una mirada normalizadora, una vigilancia que permite calificar, clasificar y castigar. Establece sobre los individuos una visibilidad a través de la cual se los diferencia y se los sanciona. A esto se debe que, en todos los dispositivos de disciplina, el examen se halle altamente ritualizado.” (p.171).

En cuanto a esto se explicita cómo se ponen en juego términos que en sí coadyuvan en el fin de ejercer un poder y controlar en tanto se vigile y sancione a quienes no respondan al estándar; de hecho se hacen evidentes las técnicas como el examen, la calificación, desde los cuales se amplían las posibilidades de individualizar y objetivar, homogenizar a partir de la calificación para la clasificación. Curiosamente de esto mismo se crean las diferencias, no obstante de homogenizar, en tal sentido “... el poder de normalización obliga a la homogeneidad; pero individualiza al permitir las desviaciones, determinar los niveles, fijar las especialidades y hacer útiles las diferencias ajustando unas a otras.” (Foucault, 2002:171).

El detalle, por supuesto que es un término que conduce a pensar al individuo, en términos de la educación que recibe, como el ser deseado según los designios religiosos en la cual la animalidad se reduzca hasta alcanzar la plenitud de ser hombre. Nada puede escapar, la minuciosidad, el seguimiento, el registro, debe conducir a la producción de una conducta deseada, un hombre que responde a una naturaleza pensada como perfecta. Como se afirma:

“En todo caso, el "detalle" era desde hacía ya mucho tiempo una categoría de la teología y del ascetismo: todo detalle es importante, ya que a los ojos de Dios, no hay inmensidad alguna mayor que un detalle, pero nada es lo bastante pequeño para no haber sido querido por una de sus voluntades singulares. En esta gran tradición de la eminencia del detalle vendrán a alojarse, sin dificultad, todas las meticulosidades de la educación cristiana, de la pedagogía escolar o militar, de todas las formas finalmente de encarnamiento de la conducta. Para el hombre disciplinado, como para el verdadero creyente, ningún detalle es indiferente, pero menos por el sentido que en él se oculta que por la presa que en él encuentra el poder que quiere aprehenderlo.” (Foucault, 2002:128).

Luego entonces la conducta del hombre es fabricada desde técnicas disciplinarias profesadas por la educación cristiana, pedagogía escolar o militar, para que esta haga parte del hombre - disciplinado/creyente- que encarna en su conducta el poder que le ha conferido la educación. En sí la religión atraviesa toda actividad de formación del hombre, la educación en cualquier nivel, lugar y espacio ocupa un sin número de situaciones desde la que se ve controlada por la misma, por ser propulsora de valores, creencias, costumbres, tradiciones, concepciones de hombre, naturaleza, de vida. La religión, las deidades, han inundado, embebido mediante la cultura el pensamiento, difícilmente se encuentran separadas del hombre, por lo que el detalle debe empezar desde la escuela, qué mejor sitio para inculcarlo asociado al conocimiento, los valores y al desarrollo del sujeto. Se desprende entonces que la educación tiene poder, que se le ha otorgado pero que ha sido permeado por perspectivas de diferente naturaleza, en el caso que se está tratando, el religioso.

Siendo fiel a su método arqueológico/genealógico para escribir la historia la cual es vista de manera objetiva por Foucault afirma:

“Hay que cesar de describir siempre los efectos de poder en términos negativos: "excluye", "reprime", "rechaza", "censura", "abstrae", "disimula", "oculta". De hecho, el poder produce; produce realidad; produce ámbitos de objetos y rituales de verdad. El individuo y el conocimiento que de él se puede obtener corresponden a esta producción...” (Foucault, 2002:180).

Aunque parezca arbitrario lo anterior, es lo que el autor describe en tanto la historia se lo cuenta y en buena medida hace parte de las realidades; Varela (1994:11) haciendo un análisis al respecto subraya que “... cuando él [Foucault] habla de relaciones de poder se refiere a todas aquellas relaciones existentes entre los hombres (amorosas, económicas, pedagógicas, institucionales, etc.) en las que unos tratan de orientar, conducir, e influir en la conducta de los otros.” Ante esto parece que lo que ocurre en las instituciones de educación –disciplinarias- hace parte de la misma “naturaleza” para la formación del hombre. El poder y el saber relacionados son entonces prácticas comunes, que se han sofisticado y se han heredado con el fin de educar.

Las relaciones de poder/saber entonces se encuentran en el centro de la formación de subjetividades deseadas que provienen desde el exterior del individuo pero que pronto se vuelven prácticas propias del sujeto en tanto se constituya en las mismas para reproducir el poder/saber. Es este sentido, Ball (1994:9) sostiene que “...la educación no sólo opera para someter a los estudiantes al poder, sino que también los constituye, al menos a algunos de ellos, en sujetos poderosos. Los efectos del poder son tanto negativos como positivos.”

Recogiendo un poco lo que se ha planteado, la idea de disciplina y poder/saber se encuentran íntimamente relacionadas, de tal suerte que se pueden conjugar para producir un mismo resultado, según Hoskin (1994) el término "disciplina" es maravillosamente flexible, tanto que puede servir a ambas partes de la dicotomía poder/saber. Se pregunta Hoskin ¿Qué es la disciplina y de dónde proviene? Responde que proviene de la palabra latina *disciplina*, que en latín tiene el mismo doble sentido, refiriéndose tanto a las antiguas artes del saber, como filosofía, música y retórica, como a los problemas del poder, como, por ejemplo, en *disciplina militaris* (disciplina militar). “Etimológicamente, el término es una forma abreviada de *discipulina*, relacionado con la consecución del "aprendizaje" (*disci*) del "niño" (*puer/puella*, representado por la sílaba *pu* de *pulina*).” (p.34).

En coherencia con lo señalado con Foucault (2002), el poder que le subyace a la disciplina en sí no es negativo todo lo contrario contribuye a la formación del individuo en el saber a la vez que lo mantiene en él, esto mediante la disciplina. Entonces, como lo señala Hoskin (1994) el término tiene una denotación educativa con todas las relaciones posibles entre el poder/saber: “...la disciplina que supone presentar determinado saber al aprendiz y la disciplina de mantener a éste ante el saber...no deja de estar relacionada con el proceso de enseñanza y con los objetos de la instrucción.” (p.34).

Se puede entonces decir que Foucault (2002) ha realizado una descripción que aporta a entender la razón de ser de la educación a propósito de la disciplina, como declara Hoskin, se ha “...resuelto hasta el momento el misterio menor de la procedencia etimológica de "disciplina", descubriendo que, desde el principio, es un término educativo.” (p.44). Advierte además que esto ha llevado a desenmascarar al Foucault en su calidad de criptopedagogo.



Las luces que arroja Foucault para entender las concepciones que aún se mantienen en la actualidad respecto a la escuela, el profesor, el conocimiento, el saber, tienen una larga tradición que ha pasado de tiempo atrás hasta el presente, aunque no se puede negar que los desarrollos tecnológicos y científicos han cambiado de cierta manera las relaciones de poder/saber y la disciplina, para esta última en lo relacionado con el poder más que con el saber, para la que sigue muchas de las veces siendo conservada la idea científicista. Aunque dichas relaciones difícilmente se pueden disolver, una y otra pueden mutar pero se conservan, no empero de poder tener más peso la una o la otra. No sobra resaltar, que a Foucault (2002) esto último no le inquieta, al igual que tampoco el profesor. Quizá por lo que el saber es pensado como un poder que se disgrega mediante los ciclos de repetición, señalización, el examen, homogeneidad, detalle, el empleo del tiempo, etc., o quizá porque el poder en sí mismo es saber y éste poder. Alrededor de esto, Quiceno (2005:72) ya sostenía que Foucault...

“...considera el saber como instrumento de poder. Desde las mallas y relaciones de poder se construyó la idea de saber, de ciencia y de disciplina.” A la vez mantiene que “El poder crea el saber y al sujeto de ese saber.” (p.73).

En consecuencia, tiene sentido declarar que los tres términos - poder/saber/disciplina- se mezclan y que tienen uso según se quiera dar cuenta de algunos de ellos. El sujeto que contiene el saber hace uso del poder, solo que para el caso como lo expresa Foucault (2002), en cuanto a la función de los mismos en la escuela, en la educación estos son de sometimiento del individuo por lo que se hace ver como una imposición e instrumentación que busca conducir el pensamiento y la conducta hacia una finalidad preconcebida desde la religión, fundamentalmente. Esta idea de disciplina desde Foucault (2002) continuará y ampliará su análisis más adelante en reunión con otros conceptos como el de campo y territorio.

### **1.1.1. Elementos que concurren alrededor de los referentes de los autores citados**

No todas las tradiciones ni desarrollos científicos/tecnológicos han favorecido, ni han sido fácilmente aceptados, reconocidos por la humanidad, de hecho, algunos han conducido a atentar contra la misma, muchos se han mantenido por siglos, se han convertido en paradigmas dominantes, modelos incrustados en el pensamiento que no han podido ser superados dado que hacen parte de la constitución mayoritaria en el devenir como seres pensantes –pensamiento básico, común-, aunque esto también es propio del pensamiento científico, de los investigadores. Este conocer y conocimiento adquiere características y lugares especiales en la sociedad, de allí que la naturaleza rígida, inmutable, fragmentada, determinista, lineal, construida sobre el conocimiento, permanezca todavía en la mente, en las instituciones, en grupos, en territorios, en campos, en disciplinas de conocimiento.

Es una constante que aunque las condiciones actuales del conocimiento –que se vienen gestando por lo menos desde la segunda mitad del siglo XVIII- expresen la ruptura de paradigmas tradicionales, clásicos, que han primado, dominado en las sociedades y culturas por siglos, se continúe manteniendo viejos esquemas en la educación sobre sujeto, aprendizaje, enseñanza, evaluación, conocimiento y escuela. La dinámica de la educación, se puede incluso generalizar, ha estado supeditada a las lógicas externas a la misma, a la formación formal que se destina a las instituciones, las cuales están constantemente atravesadas por ideologías de diferente índole: religiosas, políticas, culturales, económicas. La educación es un punto neural en el desarrollo de las personas y de las sociedades, culturas y economías, no obstante, las cosas no parecen que andaban bien unas décadas, siglos atrás -

con Comenio es claro para el siglo XVII como se presentará en el siguiente capítulo- pero en la actualidad tampoco se avizora hayan cambiado los referentes construidos sobre la educación y el profesor.

En los autores expuestos en el apartado anterior, podemos encontrar claramente, no obstante que sus escritos devienen del pensar en cuanto a la epistemología, historia, filosofía, que sus intereses y alcances hacia la educación se hacen visibles a través de la descripción y/o crítica y en algunos casos incluso señalando cómo debería funcionar mejor. Como tal, han aportado desde sus campos de investigación y reflexión, a entender, interpretar y analizar en profundidad objetos –la educación, la formación, la disciplina, la cultura, el ser- que han devenido como problemáticos, cuestionados, extraños dentro de sus inquisiciones. Objetos que propiamente no corresponden a la naturaleza del conocimiento para sus campos de investigación si se tiene en cuenta en la actualidad la consolidación de disciplinas de investigación específicas para los objetos que intentaban analizar con referentes teóricos, conceptuales fundantes de sus disciplinas.

Me atrevo a especular que, por ejemplo: la enseñanza y/o aprendizaje, al poner de manifiesto los autores sus referentes sobre el profesor y la educación, no las analizan como objetos de investigación porque en sí no las entendían como el problema que le subyace a lo que acontece directamente en la formación escolar. *Las relaciones conocimiento, enseñanza y/o aprendizaje no se cuestionan, como sí se busca mantener en algunos casos, las de conocimiento profesor, estudiante.*

Ciertamente, estaban abonando elementos que contribuían a “dar forma a unos objetos” particulares de investigación, que no empero de ser distintos a sus objetos de investigación, se atravesaban dentro de sus análisis. Sus observaciones a veces severas o burlescas, a veces diplomáticas, resultado de concepciones construidas, tal vez, a partir de sus lecturas, experiencias escolares investigativas, de sus lugares de origen cultural, social, político, económico, geográfico, pero en todo caso pensadas, preconcebidas, premeditadas con la intención de ser escritas, de ser expresadas, proliferadas al público que al leerlas sientan y disientan o revaliden, confirmen lo dicho.

Muy seguramente la mayoría de lectores incorporen dichas concepciones, a sus pensamientos, aceptando que lo escrito –más que nada negativo- es una realidad en la escuelas, en la educación, de la imagen que se tiene del profesor, incluso del alumno, no solo porque lo expresa el autor sino porque, quizá, ellos mismos lo han experimentado, prácticamente que lo que hacen es confirmar un hecho. Las razones más predominantes de los autores las han expresado con creces: autoritarismo, exceso de ignorancia o de conocimiento –prepotencia- sobre el conocimiento científico *per se*, falta de conciencia sobre la cultura, la naturaleza, el Estado, el alumno –el ser-, sobre cómo se muestra el conocimiento: origen, naturaleza, características; anquilosamiento en los métodos.

Entre los aspectos particulares en el desarrollo de sus análisis está la religión que suele ser una constante sobre todo en Nietzsche (2009), Feyerabend (2008) y Foucault (2002); la imagen que se maneja de los científicos y expertos y la idea de democracia y humanismo en Feyerabend; el papel de la historia, epistemología –Kuhn (2001)- y psicoanálisis tiene trascendencia para Bachelard (2009 y 2010) en la formación del espíritu científico en tanto se propenda por dialectizar el conocimiento; en Kuhn es fundamental reconocer la evolución y revolución de las ciencias en la formación profesional de los científicos, en aras de que se dé el progreso de las ciencias. Los contenidos de los libros y su significado en la formación del pensamiento son esencialmente aludidos por Bachelard, Kuhn,

Nietzsche, la descripción realizada por Foucault destaca las condiciones y condicionamientos sobre las cuales suelen hacerse las lecturas de los libros.

Algunos libros entonces adquieren signos de permanencia, conservación de la cultura, de ideas científicas predominantes y prevalecientes en los círculos científicos e irradiadas a la sociedad de donde se suele acogerlas en silencio, sin observarlas con detenimiento, minuciosamente, debido a que no se entienden y a que se les da credibilidad y otorga autoridad al conocimiento científico; la sociedad no está preparada para criticar los desarrollos científicos y a sus investigadores, expertos, por lo que dejan “en manos de estos” –realmente es del capitalismo- el juzgar lo deseable de utilizar las investigaciones en distintos ámbitos de la vida –guerra, medicina, ambiente, agricultura, etc.-, en este sentido, las personas están supeditadas, subyugadas, sometidas, por ignorancia, al poder del capitalismo, desconocen la dinámica y función del conocimiento científico/tecnológico. Esto es parte del sinsabor que Feyerabend (2008) vocifera en sus locuaces análisis buscando expresar en qué consiste su anarquismo epistemológico, y su razón de criticar fuertemente a los profesores, a la educación. Aunque no hace referencia directa a libros, sí se refiere a algunos pensadores que han marcado el pensamiento de la humanidad –por su escritos- para lo cual se pregunta, como ya habíamos citado antes, “¿Tienen nuestras grandes cabezas, tiene Platón, Lutero, Rousseau, Marx algo qué ofrecer, o es la reverencia que sentimos ante ellos un mero reflejo de nuestra credulidad?” (p.82-83).

Para Nietzsche (2009) la filosofía de sus filósofos, sus pensadores más ilustres - Goethe, de Schiller, de Lessing y de Winckelmann-, son la base para su cultura; así mientras este reclama la falta de seguimiento estricto a sus pensadores y escritos, Feyerabend (2008) critica el seguir, el hacer reverencia a los pensadores. Para Kuhn (2001) la preocupación está puesta en que los libros científicos están cargados de errores sobre la naturaleza de las ciencias, por lo que se mantendría el conocimiento inmutable, en tanto que los futuros científicos y/o profesionales, expertos, seguirían lo contenido en los libros, enfoques, perspectivas, tendencias, que guiaron, y muy seguramente guiaran, su formación.

Bachelard (2010), vincula a su crítica el que los libros sean elaborados, estructurados, organizados, pensados de tal forma que quien lo lee construye la idea de que hay que seguirlo página a página sin saltarse capítulos, desde el inicio “...ya no se deja hablar más al sentido común..” (2010:29), el acartonamiento para entender el conocimiento llega al punto, según Bachelard (2010), que el libro advierte al lector: ¡Atención, alumno! El libro plantea sus propias preguntas. El libro manda.” (p.29). El libro entonces se convierte en un obstáculo en sí mismo, por lo que personifica –la forma, la cosa-, como por su contenido.

Los autores, no obstante de sus críticas a la educación, profesor, escuela, libros, y al conocimiento que llevan a la educación, soportan el conocimiento científico como el que debe conducir la formación de las personas; en este mismo sentido el profesor debe profesar dicho conocimiento, sea con unas u otras características, *se es profesor en tanto poseedor de conocimiento científico*. Se puede decir que su perfeccionamiento viene con la práctica y la experiencia, y el cambio (Bachelard, 2010).

Se hace explícito en Foucault (2002) y en Bachelard (2010) lo esencial de la relación entre el profesor y el estudiante; para el primero, esta tiene que ver con el poder/saber, para el segundo, el profesor debe buscar que el estudiante sea quien lidere el saber, que califica de juvenil, ya que los conocimientos del profesor son “...efímeros y desordenados, marcados con el signo nefasto de la autoridad. En cambio, los camaradas arraigan instintos indestructibles.” (p.287); como se había destacado antes esto significa

para el autor una manera de pensar en la enseñanza desde el punto de vista social, que además es sinónimo de hacerla más fácil, es decir, el trabajo entre camaradas –estudiantes-, próximo a lo social hace fácil la enseñanza, por lo que prácticamente esto se puede concebir como una estrategia junto con la implementación del psicoanálisis que conducen a las bases objetivas de la ciencia.

Nietzsche (2009) establece la relación profesor y estudiante en términos de comparación, para él existe reciprocidad entre buenos estudiantes y buenos profesores, igual para el adjetivo de mediocre o malo, el cual advierte es mayoritario; en todo caso hay proporcionalidad directa, semejanza, similitud uno a uno, *similis simili gaude*. En este mismo sentido, la escuela también es compaginada, se tiene en mente que dependiendo de las características los miembros de las escuelas, esta podría ser mala o excelente. También el autor resalta el abismo que hay entre la percepción del estudiante y la del profesor, por lo que escribe que usualmente el profesor puede decir prácticamente lo que quiere, y el estudiante también puede escuchar prácticamente lo que quiere, solo que de todas maneras el escuchar y el decir esta permeado, direccionado por los fines del Estado. Desairadamente se pregunta ¿Cómo se llega a ser profesor?<sup>21</sup> Responde, se es profesor porque hay necesidad de estos en las instituciones.

Otros aspectos resaltados, aparte del que hace referencia a los libros, fueron los de la función del error, obstáculo (Bachelard, 2010), la calificación, examen, normalización, señal, jerarquía, control del tiempo, la vigilancia (Foucault, 2002) en la formación del sujeto. Haciendo ahora énfasis en Foucault, quien sin denominarse pedagogo ni didacta -al igual que los otros autores analizados-, ni ubicarse en ella, puso de presente lo que se presenta en la educación, describió las condiciones y condicionamientos desde los cuales se formaban los espíritus, expresó lo que pudo encontrar, no solo en la escuela sino también, en el manicomio, hospital, ejercito, etc., que le causaba razones para escribirlo ávidamente y de manera correlacionada con todos los lugares para dar cuenta de las similitudes que se hallaban en cuanto a la maquinaria, tecnologías que se usan para moldear los cuerpos, hacerlos dóciles, he aquí entonces la pedagogía como campo desde donde se ponen en desarrollo la educación en manos de todos y todas. Donde todos tienen que ver, quieren participar, decir y decidir, este es un oficio de todos. Esto es buena parte de las razones por la que la educación en las escuelas, colegios y universidades se encuentra anquilosada.

Una característica de los epistemólogos, filósofos e historiadores, referenciados en este apartado, es que, no obstante de no ser pedagogos ni didactas, ni ser el interés principal presentarse así, ven como necesario realizar declaraciones sobre lo que piensan sobre la educación, los libros, los profesores. Su ejercicio con el conocimiento los sitúa en pensar en la educación, su orientación, fines, sus características, los sujetos que concurren a ella. La relación que establecen con el conocimiento y objetos de su interés, los interroga al referente de cómo se puede aprender, enseñar el conocimiento, y desde qué concepciones y posicionamientos.

Bachelard y Foucault, se puede decir por lo desarrollado en este documento, son quienes más han abordado y se han aproximado a problemas de la pedagogía y la didáctica; desde luego que la crítica de Kuhn (2001) -respecto a la manera como se ha escrito la historia de las ciencias dejando concepciones alejadas de la propia naturaleza de las ciencias- y el raciocinio de Nietzsche (2009) en cuanto a la formación del sujeto y la cultura, son esenciales en las discusiones actuales sobre la enseñanza y aprendizaje; desde otro ángulo Feyerabend (2008) pone en alerta el control y dominio que ejerce el conocimiento abstracto proveniente de las ciencias que se muestran como todopoderosas, obnubilando

---

<sup>21</sup> En el *Ecce Homo*, Nietzsche (2005) el cuestionamiento más general corresponde a *Cómo se llega a ser lo que se es*.

pero sobre todo siendo un obstáculo para el acceso de las personas a las mismas, a través de los profesores, entre otros actores.

De los planteamientos de los autores, se deduce que reconocen al profesor como un sujeto importante en la educación, de allí la lluvia de ideas negativas expresadas hacia los mismos y la educación, dándoles importancia. Se puede vislumbrar que los núcleos que dinamizan sus elucubraciones y que están condenados a la coexistencia y coevolución por lo que significan el uno para el otro, en sus existencias son el conocimiento y el sujeto. Desde su origen, el *Homo sapiens* es dependiente del conocimiento y al unísono este último es dependiente del sujeto.

Se puede expresar que los autores ensayados, ofrecen aportes interesantes y provocadores para la investigación en la didáctica y la pedagogía -de hecho muchos de ellos son citados en estos campos- no obstante que sus estilos fueron variados: Nietzsche y Feyerabend fueron agresivos en sus críticas, en tanto que Foucault, Kuhn y Bachelard tuvieron mucho más recato; Bachelard junto con Kuhn fueron más propositivos, trajeron ejemplos que soportaban sus declaraciones; Foucault, bajo su razonamiento arqueológico y genealógico “descubre”, o mejor ilumina, hace ver la realidad escolar –al igual que la de otras instituciones que tienen dinámicas semejantes- y conduce a reconocer cómo esta realidad moldea al sujeto mediante el saber y el poder conduciéndolo al, y a su, disciplinamiento.

Se puede observar como atribuyen a la educación un lugar en varios momentos para entrar a juzgar lo que para ellos ha venido siendo, lo que puede representar la educación para un sujeto -en tanto ciudadano, profesional, científico-, Estado, cultura; en esto han contribuido, ayudado a interpretar lo que ha venido ocurriendo, por lo que en conjunto se esbozan múltiples complejidades por las disciplinas de conocimiento especializadas desde donde han abordado análisis.

La reunión de estos fragmentos de escritos de autores propendió por mostrar que desde estos libros se ha expresado referentes y construido descriptivamente la realidad escolar, lo que pone en advertencia que las tradiciones seguidas por la educación marcadas por el cientificismo o la religión, se puede decir además que por el capitalismo, en el último siglo, han puesto en observación la ciencia normal que ha configurado el proceder en la enseñanza y en entender –en algunos casos en ignorarlos- a quienes la realizan. En tal sentido, es evidente la necesidad de abrir otras posibilidades de proponer alternativas que generen nuevas dinámicas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Una manera de superar el paradigma predominante es tener en cuenta la combinación de disciplinas que han aportado a comprender el fenómeno de enseñanza y aprendizaje, reconocer un campo territorio de investigación propio de estas dos, cuando menos.

Lo presentado incita a encontrar maneras de superar las dificultades, además que deja ver las complejidades que se funden en el lecho de la educación, que el asunto no es simple y que requiere de preparación especializada que atienda a las preocupaciones y críticas planteadas por los autores. La mirada en el profesor dejar ver el precedente de *un giro en la concepción sobre el conocimiento del profesor de ciencias* que se viene investigando y robusteciendo desde inicio del siglo XX. Más adelante buscaré explicitar algunos antecedentes que redunden en lo declarado pero ya pensando, en general, desde el territorio de las ciencias de la pedagogía y la didáctica, y en específico, en el campo de la didáctica de las Ciencias Naturales.

En lo que se ha expresado aquí de los autores, ninguno concibe al profesor y su conocimiento de manera distinta a la naturaleza del conocimiento científico, no obstante de criticar la manera como representan el conocimiento a través de la enseñanza, educación. Los autores constantemente están discutiendo sobre lo que hacen los profesores, su falta de conciencia del papel que tiene la cultura, la naturaleza, el sujeto, el conocimiento en su devenir como tales. Se puede decir que los profesores no son reconocidos como sujetos con formación específica para el ejercicio de la enseñanza, es claro sus desconocimientos de la didáctica y pedagogía como disciplinas de conocimiento, no obstante de que en algunos momentos es sus escritos pueden haber utilizado dichos términos, sobre todo el segundo.

Esto resulta coherente dado que la didáctica, por lo menos de las Ciencias Naturales, fue concebida como disciplina emergente de conocimiento no hace más de dos décadas, aproximadamente desde 1998 (tabla 5.1). Los seis libros tratados fundamentalmente para este apartado datan, en cuanto a su primera publicación en el idioma de su ascendencia, de la década de los setenta del siglo XIX (Nietzsche, conferencia de 1872); pasando, ahora en el siglo XX, por las década de los treinta (Bachelard, 1938 y 1940), sesenta (Kuhn, 1962), setenta (Foucault, 1975) y ochenta (Feyerabend, 1984). Con esto se puede decir que al momento de la publicación de estos libros la didáctica de las Ciencias Naturales aún no se había presentado como disciplina o campo de investigación.

## **2. Conocimiento sobre los conceptos disciplina, territorio y campo de conocimiento**

La concepción de disciplina tiene varias posibilidades de ser entendida, casi todas en su conjunto aportan para enfocarla y entenderla de una u otra manera, es decir, no obstante que algunas nieguen incluso la disciplina, las razones dadas para ello aportan para comprender y explicar el por qué tiene sentido el concepto en la taxonomía del conocimiento, esto siempre que la mirada no sea reducida y determinista, como usualmente se hace entender.

Son varios los autores que se pueden citar en este momento para dar una idea de lo que se puede poner a colación al referirse al concepto disciplina. A continuación se acuan algunos fragmentos de quienes han puesto algún cuidado o se han ocupado de manera profunda en la expresión, que desde ya se puede manifestar, en la realidad natural y concreta no existe pero que existe por parte de quienes la han pensado para sí mismos y para sus comunidades de investigadores y profesionales, por lo que representa poder ser ubicado en un territorio, campo o disciplina de conocimiento.

Así pues, una visión contraria a lo que se acabó de expresar fue expuesta por Karl Popper (2011) cuando hace aclaración respecto a que él les dice a sus estudiantes, al iniciar sus clases, que el método científico no existe, así como tampoco existe como disciplina; para esto sustentaba:

“En primer lugar, mi disciplina no existe porque, en general, las disciplinas no existen. No hay disciplinas; no hay ramas del saber o, más bien, de la investigación: sólo hay problemas, y el impulso de resolverlos. Una ciencia tal como la botánica o la química (o, digamos, la fisicoquímica o la electroquímica) es, sostengo, una mera unidad administrativa. Los administradores de las universidades tienen un trabajo difícil, de todos modos, y les resulta muy conveniente trabajar con el presupuesto de que existen ciertas disciplinas con sus nombres, con cátedras vinculadas a ellas, a ocupar por expertos en esas disciplinas. Se ha dicho que las asignaturas son también útiles para los estudiantes.” (p.45).

Esta particular declaración de Popper, que por cierto es defendida con vehemencia para asegurar que su “... «problema de demarcación» fue desde el comienzo el problema práctico de evaluar las teorías y de juzgar sus afirmaciones. No era, por cierto, un problema de clasificarlas o de distinguir ciertas disciplinas llamadas «científicas» y «metafísicas».” (p.214), declara Popper (2011) es argumentada en pro de enfocar que la demarcación es un concepto que usa para ubicar una discusión científica sobre lo falsable de las teorías que dan la opción de entrar a...*problemas fundamentales de la teoría del conocimiento y, por tanto, de la filosofía.* (p.202).

En este sentido, el autor concibe una sola ciencia y atiende a refutar que las disciplinas no son más que unidades administrativas, no obstante, se desentiende en analizar que precisamente la administración está dada a la organización y orden de establecimientos, instituciones, y que las que tienen como objeto social la educación tienen como esencia la formación en conocimientos, generar en quienes asisten a ellas ciertas maneras de concebir fenómenos de diferente naturaleza, según se inscriban en una u otra carrera profesional: física, química, sociología, filosofía, antropología, psicología o didáctica de cualquiera de las anteriores, entre otras. De no ser porque se han dado cuenta y agrupado, consolidado conocimiento con ciertas características y personas que dan cuenta de los mismos, no sería posible que se nombrara, se diera reconocimiento a una disciplina, esta no existe sino es porque hay quienes las naturalizan, ¿para qué? y ¿por qué? serán asuntos a buscar desarrollar unas páginas más adelante con Becher (2001) y Bourdieu (2003).

Por su parte, Foucault (2002), en su libro *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*, fundamenta su escrito en la disciplina, en tanto el poder, control y orden que se tiene *de sí mismo, de las instituciones, del Estado*, lo cual se ve reflejado en lo social, político y económico. Da a entender además, que “La disciplina “fabrica” individuos; es la técnica específica de un poder que se da los individuos a la vez como objetos y como instrumentos de su ejercicio.” (p.158). Esta disposición de la disciplina de manera individualizante y colectiva desde las instituciones, y fuera de ellas, cumple una función en la conducta de las personas, en la toma de decisiones según las circunstancias determinadas, según las políticas establecidas por los Estados en momentos específicos de la historia.

Para esto destaca que del siglo XVI al XIX se ha desarrollado un verdadero conjunto de procedimientos para dividir en zonas, controlar, medir, encauzar a los individuos y hacerlos a la vez “dóciles y útiles”. Vigilancia, ejercicios, maniobras, calificaciones, rangos y lugares, clasificaciones, exámenes, registros, son las maneras de someter los cuerpos, de dominar las multiplicidades humanas y de manipular sus fuerzas, estas se han desarrollado en hospitales, ejércitos, escuelas, colegios o talleres mediante la disciplina. “El siglo XIX inventó, sin duda, las libertades: pero les dio un subsuelo profundo y sólido — la sociedad disciplinaria de la que seguimos dependiendo.” (Foucault, 2002:5).

Con su perspectiva genealógica y arqueológica, este autor ha puesto en escena el comportamiento que la sociedad, especialmente la francesa, ha tenido como consecuencia del papel que han jugado antes que, al ser puestos en análisis, comparten lógicas de disciplinamiento similares, haciéndolas fundamentalmente dispares a los miembros que las constituyen y objetivos que persiguen con los mismos:

“El hospital primero, después la escuela y más tarde aún el taller no han sido simplemente “puestos en orden” por las disciplinas; han llegado a ser, gracias a ellas, unos aparatos tales que todo mecanismo de objetivación puede valer como instrumento de sometimiento, y todo

aumento de poder da lugar a unos conocimientos posibles; a partir de este vínculo, propio de los sistemas tecnológicos, es como han podido formarse en el elemento disciplinario la medicina clínica, la psiquiatría, la psicología del niño, la psicopedagogía, la racionalización del trabajo” (p.207).

En la última parte de este fragmento citado, se encuentra la relación que el autor establece entre el mantener la disciplina a través de dispositivos a los cuales asisten las personas y al que ellas también atienden como autodisciplina, y la formación de disciplinas de conocimiento que ayudan a disciplinar a las personas. Esto es ya concebir las disciplinas, no como directas responsables del mantenimiento del control, del orden, etc., de los sujetos, instituciones, Estado, sino como campos de conocimiento – psiquiatría, psicología, psicopedagogía, medicina- desde los que se forjan los conocimientos para el disciplinamiento. Así pues, se busca hacer un contraste entre estas dos posibilidades, aunque de fondo las dos formas pueden ser vistas como un instrumento técnico de sometimiento de cuerpos, solo que el primer caso no está pensado tanto en la idea de producción de conocimiento.

El uso del término disciplina como conocimiento, se hace más frecuente por Foucault (2010) en su libro *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*. Con un análisis epistemológico de las relaciones de las matemáticas con la psicología, la política, la biología y la genética y otras disciplinas, busca este autor, constantemente, posicionar las ciencias humanas bajo un estatus epistémico propio y para ello se vale inicialmente de la construcción de cavilaciones sobre las cosas, los signos, los enunciados, las representaciones y la gramática, abordando estos elementos desde la época clásica (hacia mediados del siglo XVII) hasta principios de siglo XIX. Así pues, sin ampliar los intrínquilis constituidos a lo largo del documento, el siguiente fragmento puede dar cuenta de lo que se busca encontrar, evidenciar, en cuanto al uso del término por Foucault:

“A fines del siglo XVIII, se produjo una separación fundamental y nueva; ahora que el lazo de las representaciones no se establece ya en el movimiento mismo que las descompone, las disciplinas analíticas resultan epistemológicamente distintas de las que deben recurrir a la síntesis. ...esta separación tiene como consecuencia la preocupación epistemológica de reencontrar, en otro nivel, la unidad que se había perdido con la disociación de la *mathesis* y de la ciencia universal del orden. De allí, un cierto número de esfuerzos que caracterizan la reflexión moderna sobre las ciencias: la clasificación de los dominios del saber a partir de las matemáticas y la jerarquización que se instaura para ir progresivamente hacia lo más complejo y menos exacto; la reflexión sobre los métodos empíricos de la inducción y, a la vez, el esfuerzo por fundamentarlos filosóficamente y justificarlos desde un punto de vista formal; la tentativa de purificar, formalizar y, quizá, matematizar, los dominios de la economía, de la biología y, por último, de la lingüística misma. Como contrapunto de estas tentativas de reconstruir un campo epistemológico unitario, se encuentra, a intervalos regulares, la afirmación de una imposibilidad: ésta se debería o bien a una especificidad irreductible de la vida... o bien al carácter singular de las ciencias humanas que se resistirían a toda reducción metodológica...” (2010:260)

En esto se entiende que su análisis se concentra en manifestar las dislocaciones y reencuentros que las disciplinas han tenido y la función que tienen las matemáticas en otras disciplinas - economía, biología, lingüística- de pretender que sean vistas desde la misma matemática para la clasificación. En el plano de las ciencias humanas indica que estas no son reductibles ni se revisten de un campo epistemológico



unitario de las matemáticas. De aquí entonces que se haga explícita una mirada epistemológica de las disciplinas en la idea de que estas son diferentes y por lo tanto están separadas; que atendiendo a una clasificación de las disciplinas estas no deberían ser jerarquizadas según un campo epistemológico unitario.

Se evidencia entonces, que en este intrínquilis Foucault ha dejado su discurso del poder del disciplinamiento –sometimiento de cuerpos- para pasar a mostrar la disputa de territorios que propenden por reconocerse como disciplinas de conocimiento con su propio estatuto epistemológico. La cita que sigue corrobora aún más lo analizado:

“...es poco probable que la relación con las matemáticas... sea constitutivo de las ciencias humanas en su singular positividad. ... en cuanto a lo esencial, estos problemas le son comunes con muchas otras disciplinas (como la biología, la genética), aun cuando no sean aquí y allá idénticamente los mismos...”. (2010:362) “...Pero imaginar que las ciencias humanas definieron su proyecto más radical e inauguraron su historia positiva el día en que se quiso aplicar el cálculo de las probabilidades a los fenómenos de la opinión política y utilizar los logaritmos para medir la intensidad creciente de las sensaciones, equivale a tomar un contra efecto superficial por el acontecimiento fundamental.” (Foucault, 2010:363)

Otro referente respecto a las disciplinas viene por parte de Tony Becher (2001) quien realiza un análisis a las características de doce disciplinas de conocimiento (biología, química, física y matemáticas –ciencias puras–, ingeniería mecánica, farmacia –ciencia aplicada–, economía, sociología y geografía –ciencias sociales–, historia, lenguas modernas y derecho –humanidades–, destaca que para el caso de las matemáticas y la geografía no son fáciles de clasificar) desde la perspectiva antropológica en dieciocho universidades de dos países (Gran Bretaña y Estados Unidos de América).

En términos generales, y en lo que se ha venido desarrollado en los párrafos anteriores con Popper (2011) y Foucault (2010), sostiene que las divergencias entre las disciplinas “... no se encuentran simplemente en las diferentes normas sociales que separan a los miembros de culturas académicas distintas, sino que derivan, al menos en parte de las características epistemológicas de las actividades que llevan a cabo los académicos.” (p.21). Es decir, los aspectos sociales influyen en la diferenciación de cada una de las culturas académicas, no obstante, los referentes epistemológicos desde los cuales realizan actividades los miembros de las disciplinas, tienen que ver con su cultura, de hecho destaca que “...las consecuencias culturales deben considerarse estrechamente derivadas de las consideraciones epistemológicas.” (p.20). Se puede entonces decir desde ya, que el autor reconoce distinciones que separan, distancian las disciplinas unas de otras y que ello obedece a la naturaleza de los conocimientos que las hace culturalmente diferentes.

Conociendo las particulares características de las disciplinas estudiadas, que las acerca o distancia, Becher (2001) encuentra en estas un comportamiento de tribus en un territorio, en este caso académico; ante esto, y la múltiples posibilidades en la naturaleza de los contenidos de conocimiento en los territorios, expresa que “...parece sumamente improbable que hallemos una prolija correspondencia uno-a-uno entre las formas de conocimiento y las culturas características de quienes las practican.” (p.198).

Buscando dar explicación a las propiedades de los límites de los territorios académicos –disciplinas–, en el sentido de que no son iguales en todos los casos, por lo que se podrían clasificar desde ciencias puras, pasando por las ciencias sociales, hasta las humanidades –ciencias blandas–, el autor sustenta que “...la naturaleza de las divisiones entre las disciplinas varía con la naturaleza de cada una de ellas: algunos límites son más flexibles que otros.” (Becher, 2001:59). Para dar cuenta de ello, de cierta forma ya clasificatoria, manifiesta que hay comunidades disciplinares convergentes y de redes tupidas que están muy ligadas internamente por su ideología, valores, juicios de calidad, conciencia de su tradición e incluso de su sentido fraterno de nacionalidad; los límites de estas disciplinas están bien definidos. En un sentido contrario a estas comunidades, destaca que se encuentran las disciplinas divergentes que forman redes internas flojas, en estas los miembros carecen de sentido claro de cohesión y de identidad compartida, sus límites suelen estar mal definidos por lo que no son fáciles de defender.

En este sentido, se puede decir que unas disciplinas son más sólidas que otras en tanto la densidad de la urdimbre (tejido) que contiene y cubre a la misma; son entonces las características de las relaciones que se establecen en el territorio, que en cuanto sean más fuertes, más ligadas, serán las que permitirán limitar el territorio, definirlo, alcanzar mayor identidad con la disciplina. Luego entonces lo contrario develará una condición de la disciplina distinta a la que se acaba de describir.

Hay que decir, que este autor no se centra en establecer cuál es la naturaleza del conocimiento que producen estas “tribus académicas” como resultado de sus investigaciones, no obstante, sí hace énfasis en el papel que cumple en la identidad, la historia y la geografía desde donde se deviene como tradición disciplinar. Para esto destaca que:

“Aunque en algunos contextos resulta conveniente representar las disciplinas como entidades claramente distinguibles y razonablemente estables, hay que reconocer que están sujetas tanto a la variación histórica como geográficas. ...esos cambios tienen su peso en la identidad y en las características culturales de cada disciplina.” (p.39)

En esto, se puede percibir un cierto aire de lucha no solo territorial en cuanto a lo académico sino también en cuanto al espacio geográfico –Estado, país- desde donde se construye conocimiento en una disciplina; la cultura, entonces, toma un lugar preponderante en la tendencia a adquirir un reconocimiento, un estatus –jerarquía- según de donde provenga el conocimiento disciplinar. A decir verdad, esto tiene un carácter importante en la disposición de comunidades científicas, de investigadores, en el mapa mundial.

Por su parte, Pierre Bourdieu (2003) se detiene en hacer un estudio sociológico a las disciplinas, que llama campos. En este entendido pretende dar luz para entender mejor las prácticas científicas a partir del mundo social que se vive en las comunidades científicas en las que se produce conocimiento. Parece entonces que la intención perseguida está en “aterrizar” el mundo del conocimiento científico tradicional, que por siglos fue presentado como “puro, duro, autónomo, cerrado”, al mundo actual. Con justificación válida entonces adquiere sentido su pronunciamiento:

“La autonomía que la ciencia había conquistado poco a poco frente a los poderes religiosos, políticos o incluso económicos, y, parcialmente por lo menos, a las burocracias estatales que

garantizaban las condiciones mínimas de su independencia, se ha debilitado considerablemente.” (p.7)

En esto se explicita una concepción de cambio de la ciencia en la que la identidad que de manera prolija se había mantenido, se desvanece lentamente; las condiciones de las mismas investigaciones realizadas desde disciplinas recientes, que toman la ciencia *per se* como objeto de estudio, han desdibujado la (s) disciplina (s) madre –la física y las matemáticas–. El cristal que se había elaborado y cuidado por siglos se empezó a volver opaco, a agrietarse, fracturarse, su interior empezó a tener contacto con el exterior, quizá siempre lo tuvo. Al referente, este autor pone en la mesa que:

“Se trata, en efecto, de salvar los intereses concretos del científico concreto que ha roto su pipeta; pero también, y al mismo tiempo, de salvar la creencia colectiva en la ciencia que hace que, aunque todo el mundo sepa que las cosas no han ocurrido de la manera que se dice que han ocurrido, finge ignorarlo. Lo que plantea el problema, muy general, de la función o del efecto de la sociología que, en muchos casos, hace públicas unas cosas «denegadas» que los grupos conocen y «no quieren conocer».” (p.50)

A propósito de esta cita, cabe poner de relieve lo interesante que resulta poder desnudar, sacar del cascarón a la ciencia, poner al escrutinio de la sociedad lo que ocurre socialmente en sus comunidades, esto facilitaría incluso comprender mejor las condiciones en las que se produce el conocimiento en los laboratorios, en los grupos de investigadores, las relaciones constantes que inexorablemente mantienen estos con el exterior. En clave de esto es oportuno continuar ya que precisamente la idea de campo tiene como elementos esenciales para su comprensión el hecho de que “...está sometido a *presiones* (exteriores) y lleno de *tensiones*, entendidas como fuerzas que actúan para descartar y separar las partes constitutivas de un cuerpo.” (Bourdieu, 2003:87).

Luego entonces, esgrimir que un campo está blindado, cerrado, que sobre él no hay presiones políticas, económica, culturales, con el fin de hacerlo ver como autónomo, es iluso. Además el problema no está en que se denomine autónomo sino en que se está haciendo uso del término de manera reducida y determinista ya que se hace ver que el mismo conduce a la autonomía. No se puede dejar de mencionar tampoco que Bourdieu, a propósito de las tensiones y presiones, manifiesta que estas tienen sentido como *fuerzas que operan para descartar y separar las partes del campo*.

Para avanzar en la presentación de algunos análisis, en la idea de hacerlo de la forma más clara posible, vale la pena explicitar primero la idea sobre campo que, según el autor, había propuesto en un artículo del año 1975 «*La spécificité du champ scientifique et les conditions sociales du progrès de la raison*», [“La especificidad del ámbito científico y las condiciones sociales de los progresos de la razón”], así pues, declara que “...el campo científico, al igual que otros campos, es un campo de fuerzas dotado de una estructura, así como un campo de luchas para conservar o transformar ese campo de fuerzas.” (p.64).

Esta idea de campo establece dos conceptos –campo de fuerza y campo de lucha- que conllevan a advertir sobre la dinámica del campo. En cuanto al campo de fuerzas este se origina de las relaciones de los agentes que suscitan el campo y las relaciones de fuerza que lo representan, la “materia prima” para ejercer la fuerza está dada por el capital simbólico que media la comunicación y que posiciona y ubica al agente en relación con otros agentes en el campo. Destaca Bourdieu:

“Más exactamente, son los agentes, es decir, los científicos aislados, los equipos o los laboratorios, definidos por el volumen y la estructura del capital específico que poseen, quienes determinan la estructura del campo que los determina, es decir, el estado de las fuerzas que se ejercen sobre la producción científica, sobre las prácticas de los científicos.” (p.65).

Cada uno de los agentes del campo tiene un capital simbólico que juega un rol dentro del campo para determinar la estructura del mismo a la vez que genera la fuerza que genera la producción de capital simbólico específico; en términos generales las fuerzas que genera la estructura responde a lo que produce un agente y lo que producen otros agentes. Vale precisar que “El capital científico es un tipo especial de capital simbólico, capital basado en el conocimiento y el reconocimiento. Este poder, que funciona como una forma de crédito, supone la confianza o la fe de los que lo soportan...” (Bourdieu, 2003:65-66).

Ahora, según la estructura de la distribución del capital así también será la estructura del campo – relaciones de fuerza-, como se puede inferir, los agentes con mayor capital ejercen mayor poder sobre el campo. Precisamente, en relación con esto –poder sobre el campo-, se devela el otro concepto utilizado para definir el campo, el cual corresponde al campo de lucha; en este se desatan enfrentamientos entre agentes con diferente capital científico que llevan a transformar o conservar las fuerzas, en esto “Los agentes desencadenan unas acciones que dependen, en sus fines, sus medios y su eficacia, de su posición en el campo de fuerzas, es decir, de su posición en la estructura de la distribución de capital.” (p.67). Esta lucha tiene que ver, además de posicionamientos teóricos, con la admisión de nuevos miembros al campo.

Sin más detalles que estos, en cuanto a los conceptos de campo para entender el mismo, se anota que “Cada uno de los investigadores comprometidos en el campo está sometido al control de todos los demás, y, en especial, de sus competidores más competentes...” Bourdieu (2003:89).

Volviendo con lo que se inició, al referirse en este apartado a Bourdieu, se puede encontrar que no niega en sí la autonomía, de hecho advierte que “...una de las características que más diferencian los campos es el *grado de autonomía* y, a partir de ahí, la fuerza y la forma del *derecho de admisión* impuesto a los aspirantes a ingresar en él. (p.87). Es decir, la autonomía es una manera de restringir la entrada de nuevos agentes, miembros, es un filtro que disminuye la desconfiguración del campo en cuanto a la pertenencia al campo pero no en cuanto a las posturas críticas.

En coherencia con lo señalado, el autor, buscando hacer entender que un agente y el campo son un solo cuerpo, pone de relieve: “Un sabio es un campo científico hecho hombre, cuyas estructuras cognitivas son homólogas de la estructura del campo y, por ello, se ajustan de manera constante a las expectativas inscritas en el campo.” (p.77). Más aún, sin negar el papel funcional de la autonomía del campo, agrega que “La autonomía no es un don natural, sino una conquista histórica que no tiene fin.” (p.88).

A manera de síntesis, tabla 3.1 que se presenta a continuación recoge algunos de los elementos que se han esbozado para este apartado para cada uno de los autores en cuestión, en el siguiente apartado se hará un análisis conjunto a las posturas planteadas.

**Tabla 3.1:** Comparativo general sobre posturas de autores

en torno a los conceptos de campos, disciplina, territorio

		Autores			
		Popper (2011)	Foucault (2002, 2010)	Becher (2001)	Bourdieu (2003)
<b>Elementos</b>	<b>Perspectiva</b>	Epistemológica/ Filosófica	Histórica/filosófica	Antropológica	Sociológica
	<b>Conceptos</b>	No hay disciplinas, campos, territorios. Solo hay problemas.	Disciplina/disciplinamiento	Territorio/disciplina	Campo/disciplina
	<b>Naturaleza</b>	De existir es para facilitar la labor administrativa: organización, asignación de actividades, horas de trabajo.	Constitución del saber y poder en cuanto al sujeto, la institución.	Nación/Estado como forjador de la cultura, el conocimiento deviene de las costumbres, tradiciones y creencias.	Lucha académica: tensiones y presiones
	<b>Criterios taxonómicos</b>	No hay tales criterios, la idea de demarcación no persigue clasificar el conocimiento sino más bien evaluar las teorías y el problema de su conocimiento.	Por su sujeto/ institución se constituyen como tales, se disciplinan, aunque en general son similares. Del disciplinamiento se forman disciplinas con objetos propios.	Las disciplinas se distinguen cultural y epistemológicamente, esto depende de las características de los territorios y de las tribus.	La madurez del campo, capital simbólico
	<b>Jerarquía</b>		En el disciplinamiento la jerarquía se correlaciona con el saber y poder. A nivel disciplinar se encuentra resistencia en que existe un campo unitario de para el conocimiento, cada disciplina tiene su epistemología.	Divergentes y convergentes, duros/puros y blandos, según la densidad de las redes internas constituidas y la flexibilidad para el ingreso de nuevos miembros.	Según el capital simbólico que aporten los miembros se ocupan y toman las decisiones.
	<b>Relación interna externa</b>		Disciplinamiento y disciplina se ven como un instrumento técnico de sometimiento de cuerpos, utilizados por el poder religioso, político, económico, judicial.	Lucha por mantener el territorio con su ideología, forma de pensar, otros territorios pueden adsorberlos y perder su identidad.	Autonomía representada en la tensión (la lucha por recurso, posiciones internas) y presión (lo político, económico, social)
	<b>Criterios de validez</b>	Universales	En cada disciplina	La identidad forja las características sostenibles a la vez que la validez del conocimiento científico.	Los expertos más avezados del campo definen la dinámica para reconocer las características del conocimiento de su disciplina.

## 2.1. Análisis de las posturas sobre disciplina, territorio y campo de conocimiento

Según los elementos presentados en el apartado anterior se puede decir que se han dado diferentes posturas y nombres para referirse a términos que comparten aspectos en los planteamientos de los autores, a excepción de Popper (2011) que niega la existencia de las disciplinas, incluso insinúa lo desfavorable de hacer uso de tal asunto: "...incluso los estudiantes serios se dejan engañar por el mito de la asignatura. Y no estoy dispuesto a decir que una cosa que engaña a una persona es una cosa útil para ella." (p.45).

El nombre asignado y el uso dado al mismo para referirse a un significado que tiene un sentido dentro de un lugar desde el que se analiza puede ser visto como un mismo concepto con una aplicación sobre un evento, asunto u objeto, lo cual conduce a tener una aplicación según a lo que se aplique. Es decir, un término puede usarse para cosas o asuntos diferentes pero guarda, mantiene siempre en su uso un sentido inmutable, aquello que es cambiante tiene razón de serlo según hacia lo que se dirija, esto es el uso que se le da, el ejemplo más claro es el uso que del término disciplina hace Foucault (2002, 2010):

1. Como una manera de sostener el control y dominio de sí mismo –individual- o sobre colectivos –escuela, penal, fábrica, hospital- lo cual sería el disciplinamiento interno, la sociedad corresponde al disciplinamiento externo. En todos estos casos la idea es mantener los cuerpos dóciles, educables, obedientes.
2. Teniendo en mente lo anterior también usa el término para subrayar la emergencia de elementos disciplinarios de la psicología, psiquiatría, psicopedagogía y medicina clínica. Estas serían pues disciplinas de conocimiento produciendo tecnología para el disciplinamiento de las personas a varios niveles y en diferentes lugares.
3. El otro uso que le da se desarrolla en el terreno de la epistemología desde el cual advierte las distinciones que existen entre las disciplinas de conocimiento y el trance de dificultad que daría al buscar clasificar las disciplinas bajo una única epistemología.

En estos tres usos que el autor hace de la disciplina, desde su mirada particular de construir la historia, dejar ver que, no obstante de tener diferentes usos, estas tienen de fondo el tema de buscar hacer uso de la disciplina para la congregación de un grupo de personas, sin negar el autodisciplinamiento, que contienen ciertas características que son resultado de su permanencia dentro del lugar, el cual está contenido de normas y criterios para orientar la conducta, el pensar de quienes habitan el espacio.

Si se analiza los numerales 1 y 2, se puede encontrar relación entre las posibilidades de disciplinamiento en varias instituciones y los conocimientos que desde disciplinas de conocimiento resultan para aportar a la sofisticación de la instrumentalización de las técnicas disciplinarias. En sí las disciplinas de conocimiento no por ser de esta naturaleza pueden negar que el hecho de atribuirse dicha nominación no tenga el comportamiento de las técnicas de disciplinamiento. Precisamente, el numeral 3, que deja ver el reconocimiento de epistemologías distintas, tiene que ver con la orientación disciplinar de quienes se ubican dentro de la misma, aceptando, reconociendo las condiciones gramaticales y criterios para hacer parte de la disciplina.

Esto último puede retratarse mejor con las posturas que Becher (2001) y Bourdieu (2003) hacen desde la antropología y sociología, respectivamente, para caracterizar cada uno el uso de términos como el de territorio y campo de conocimiento. Así pues, el primer autor hace aportes al sostener que existe una correspondencia entre la epistemología y la cultura académica, lleva a comprender esto hasta el contexto general desde donde se desarrollan la disciplina, esto es, su geografía, filosofía e historia que le acontece, desde donde se piensa el conocimiento que a su vez se vuelve referente para abordar las investigaciones, conformación de objetos, metodologías, etc.

Cuando hace alusión a la geografía lo hace trayendo a colación asuntos de identidad tales como el de la tradición y el sentido fraterno de nacionalidad, con lo que deja ver los referentes que le subyacen a su idea de tribus y territorios académicos. Es decir, esto va más allá de pensar las disciplinas de manera

concreta bajo una epistemología y cultura disciplinar dado que el territorio académico se ancla en una cultura que engendra creencias y tradiciones sobre conocimiento, el mundo y la manera de entenderlo desde disciplinas que por su impacto en la ciencia se vuelven referentes importantes para quienes ingresan como nuevos a la cultura académica. El país o Estado de donde provienen los desarrollos científicos adquiere relevancia en las comunidades de investigadores, tienen el liderazgo de la disciplina, adquieren reconocimiento y estatus.

Becher (2001) presenta las comunidades disciplinares como convergentes y divergentes con el fin de poder distinguir las que están fuertemente ligadas internamente por ideología, tradiciones, costumbres, valores y que por ello estarían bien delimitadas y con un claro sentido de nacionalidad –convergentes- de las que no lo están, las divergentes.

Así pues, mientras Foucault (2002) piensa las disciplinas para controlar a los sujetos así mismo o por otros, para la emergencia de otras disciplinas o para defender las ciencias humanas en términos epistemológico, Becher (2001) atiende a esto último de la epistemología de la disciplina y también a defender su territorio. Para esto es de suponer que una disciplina bien delimitada tenga menos problemas de territorialidad académica por la solidez de sus contenidos de conocimiento y por su cultura bien arraigada; las disciplinas con estas características pueden ser entendidas como duras o puras.

Hay que reconocer que los planteamientos de Becher (2001) adquieren un peso prominente por la función que tienen para el afianzamiento de la identidad en una disciplina según la coherencia y afinamiento en el territorio. De hecho, se puede decir que las personas por sí mismas acuden a permanecer dentro de la cultura que los hace ser lo que son, es esta la que configura modelos de pensar, de ver el mundo, de sentir, pero a decir de Nietzsche (2005) en su libro *Ecce Homo. Cómo se llega a ser lo que se es*, no solo se trata de la cultura sino además de otros aspectos –tales como el clima, alimentación- que aun cuando pueden parecer irrisorios para la constitución y producción de conocimiento tienen fuertes connotaciones con lo que se es. Al referente este filósofo vehementemente escribía:

“...El *tempo* [ritmo] del metabolismo mantiene los pies del espíritu; el “espíritu” mismo, en efecto, no es más que una especie de ese metabolismo. ...en qué lugares hay y ha habido hombres ricos en espíritu... donde el genio tuvo su hogar de manera casi necesaria: todos ellos poseen un aire magníficamente seco. París, la Provenza, Florencia, Jerusalén, Atenas... estos nombres demuestran una cosa: el genio está condicionado por el aire seco, por el cielo puro, es decir, por un metabolismo rápido, por la posibilidad de recobrar una y otra vez cantidades grandes, incluso gigantescas, de fuerza.” (p. 37)

La ignorancia *in physiologicis* [en cuestiones de fisiología] -el maldito “idealismo”- es la auténtica fatalidad en mi vida, lo superfluo y estúpido en ella, algo de lo que no salió nada bueno y para lo cual no hay ninguna compensación, ningún descuento. Por las consecuencias de este “idealismo” me explico yo todos los desaciertos, todas las grandes aberraciones del instinto y todas las “modestias” que me han apartado de la tarea de mi vida, así por ejemplo, el haberme hecho filólogo...” (Nietzsche, 2005:38)

Así pues, aquello que hace ser lo que se es, no es únicamente causa de las tradiciones, creencias, costumbres, valores, sino que las características geográficas generan estados particulares que influyen en el ingenio; conocer el funcionamiento de la cultura en el sentido anterior conduce a generar conciencia de lo que se es en la cultura y lo que es la cultura para la formación del ser. Es precisamente en razón de ello que Nietzsche, a partir de y en la catarsis que realizaba, elabora el híbrido fisiología-idealismo como constituyentes fundamentales de su explicación sobre cómo se es lo que se es, adicional a esto, el autor describe en varios de los apartados del libro la función que cumplen los libros y la educación –en perspectiva cultural-, aun cuando para esta última sea mejor poner de presente su libro “*Sobre el porvenir de nuestras escuelas*” (Nietzsche, 2009), como de hecho lo he planteado en el segundo apartado de este capítulo.

La distancia entre las culturas hace que esta adquiera propiedades y entendimientos que pueden ser compartidos en algunos aspectos al igual que disintos justamente por la dinámica específica que se ha generado en cada una. Ahora, si se piensa en la cultura académica, científica, de investigadores, quizá lo que podría haber de distinto en la cultura general, en la cual están inmersos, es que el investigador busca, o debería hacerlo, construir conocimiento que le permita explicar, razonar, describir, interpretar problemas que tienen vínculo con la realidad en diferentes niveles, desde los más próximos a realidad inmediata hasta los más alejados de la realidad –no obstante, que de allí proceden en principio-. Esto está diciendo que el investigador, en la idea de entender el mundo, entra en el uso de relaciones entre los conceptos que le ayudan a representar sus intereses, preocupaciones respecto a algo que lo inquieta, los niveles de relaciones que establece entre los conceptos, a propósito de lo que investiga, hace que se distancie de la realidad, no empero que esta está siempre presente de varias maneras (tabla 2.1).

Por lo tanto, es latente que existe la constante de que la teoría o modelos respondan a la realidad desde la cual surgieron, es decir, que el investigador debe estar alerta de que la teoría tenga una función, podría decirse que utilidad, para la realidad que en sí no es científica aun cuando puede tener función no para una cultura sino para todas las culturas en tanto el razonamiento corresponde e implica en extensión una generalidad para explicar tópicos que se expresan en todas. Esto pone a pensar respecto al origen del conocimiento construido y el alcance que tiene para la cultura a la que llega.

Ciertamente Nietzsche (2005) no está siendo exagerado al poner de relieve aspectos metabólicos y climáticos, geográficos que para él colman, enriquecen, mantienen la fuerza del espíritu según el aire que se respire, no reconocer todo ello representa ignorar el idealismo que marcó su vida. Así pues, la cultura pone el ADN, el ambiente, el entorno para que los cuerpos se realicen se cubran o descubran, se reconozcan con una identidad, expresen sus pensamientos, desafortunadamente en varias culturas la ideología, adoctrinamiento, no condujo a pensar libremente, muchas disciplinas adquirieron en buena parte carácter de nacionalidad, parece que desde estas las disciplinas se configuran, adquieren discursos, ideas de la cultura que los ha disciplinado que los ha enmarcado en unas formas de filosofar sobre la vida, el mundo, las evidencias tales asuntos están en la historia y epistemologías contadas y escritas por las culturas francesa, alemana e inglesa, más que nada, en general por la cultura europea.

Continuando, es oportuno resaltar que no es que Foucault (2002) no desarrolle ideas respecto a la cultura, lo que pasa es que no lo hace en el orden de las disciplinas, campos o territorios, como lo ha llegado a presentar Becher (2001), de hecho él reconoce el papel de la cultura. No sobra realizar la



siguiente cita con Foucault (2010) que sitúa en general la función de los códigos en la cultura y señala como un asunto extremo el caso de los científicos y filósofos:

“Los códigos fundamentales de una cultura –los que rigen su lenguaje, sus esquemas, sus cambios, sus técnicas, sus valores, la jerarquía de sus prácticas- fijan de antemano para cada hombre los órdenes empíricos con los cuales tendrá algo que ver y dentro de los cuales se reconocerá. En el otro extremo del pensamiento, las teorías científicas o las interpretaciones de los filósofos explican por qué existe un orden en general, a qué ley general obedece, qué principio puede dar cuenta de él, por qué razón se establece este orden y no aquel otro.” (Foucault, 2010:13-14).

La apuesta que hace Becher (2001) para soportar sus ideas tiene una razón de ser en tanto una manera de pensar que enfatiza en sentar el precedente tradicional de las disciplinas duras, cerradas, desde la cuales se fraguan miradas elitistas de la ciencia, con lenguajes esotéricos, con lo cual su aislamiento de la sociedad, su fuerte aserción de la jerarquía, son aspectos que los vuelve dogmáticos a ultranza, las ideas son pensadas para ser atendidas según se presentan, se prescriben. En este sentido, los presupuestos epistemológicos orientan buena parte de su identidad cultural académica y cultura general de las naciones que así lo conciben e interiorizan.

Continuando, alrededor de estas premisas Bourdieu (2003) realizó un examen a las relaciones que se generan dentro de las disciplinas a la cuales denominó campo debido a la dinámica entre las fuerzas que se desenvuelven en el mismo. El análisis que desarrolla ayuda a establecer las condiciones y condicionamientos desde la cuales los investigadores realizan la producción de conocimiento, pone en duda la autonomía actual de las disciplinas ante la transformación de las condiciones que se caracterizan por la presión constante de las políticas en investigación y capitalismo para que los resultados sean útiles y aplicables. Ante esto las disciplinas estarían perdiendo lo que por tradición las hacía aisladas de lo económico, religioso y político, es decir, estarían perdiendo su independencia, estarían supeditadas a presiones externas que las obliga a producir lo que les es útil para obtener dividendos.

En cuanto a las tensiones, retrata en primera instancia la necesidad de dejar de ignorar lo que hacen los científicos, como humanos, en el laboratorio en el campo en el que se fraguan fuerzas y luchas que los dotan de estructura y jerarquías según quienes tengan el capital simbólico y cómo se distribuya. Así pues, mientras Becher (2001) tiene interés por establecer la consistencia y coherencia en el territorio Bourdieu (2003) se interesa por conocer las tensiones que se presentan entre sus miembros por tener el poder y el control del campo, por las tensiones que debe sortear el campo para mantener su autonomía.

Mientras Becher (2001) establece disciplinas divergentes y convergentes Bourdieu (2003) establece los campos según el grado de autonomía, según adquieran un alto nivel de producción de capital simbólico y ello aplique para la admisión de nuevos miembros. Lo cual actuaría como una especie de filtro, de restricción de entrada al campo, esto no quiere decir que se busque la generación de “redes tupidas” bien ligadas internamente como lo destacaría Becher (2001) en el caso de las disciplinas convergentes, sino más bien lo que busca es que se mantengan las fuerzas y luchas que separen, descarten, expulsen a quienes no produzcan capital científico que aporte al campo. Si bien es cierto que Foucault (2002) utiliza el término de disciplinamiento, no lo hace para el caso del comportamiento, del control en las disciplinas, ni siquiera hace esta relación, su interés está, en el sentido de las disciplinas de

conocimiento, en la epistemología, como lo estaría también Popper (2011), pero desconociendo las disciplinas.

Hasta este punto, resulta contrastante la primera cita que se realizó en este apartado haciendo alusión a Popper (2011) quien puso de relieve la inexistencia de las disciplinas, esto máxime si se tiene en cuenta los desarrollos que al respecto Foucault (2002, 2010), Becher (2001) y Bourdieu (2003) han planteado desde perspectivas relacionadas con la historia-filosofía, antropología y sociología, respectivamente. Cada uno ha escrito prolíficamente sobre las disciplinas aun cuando las hayan denominado disciplinas en sí mismas, como territorios o como campos. Así, mientras Popper (2011) niega las disciplinas otros autores se sumergen en ellas para dar cuenta de lo que acontece en las mismas –comportamiento, dinámica- y lo que las caracteriza por sus conocimientos fundantes y fundadoras de distintas maneras de ver la realidad y de formar sus miembros.

Justamente al referente que sostenía Popper (2011) al decir que las disciplinas tienen una función como unidad administrativa, Becher (2001:37) afirma en sentido contrario que “...las disciplinas se identifican, en parte, por la existencia de los departamentos pertinentes, pero eso no implica que cada uno de ellos represente una disciplina.” Esta última aclaración es importante tenerla en cuenta ya que esto no tiene siempre la relación uno a uno, una disciplina un departamento, aunque hay cierta lógica en que cuando una disciplina tenga reconocimiento y madurez se promueva la formación, a través de departamentos que reciben el nombre de la disciplina, de los futuros miembros del campo, no sólo en lo epistemológico sino también en la cultura académica, y no sólo para la investigación sino también para la profesión. En esto la epistemología y ontología se mezclan en la formación de los futuros miembros que aumentará la densidad poblacional del territorio que tiene sus propias maneras de concebir el mundo según un o unos objetos de investigación, según los rituales, creencias, costumbres y tradiciones confinadas, que implícitamente se encuentra en la producción académica que también es resultado del disciplinamiento en el campo de fuerzas y luchas.

En concordancia, constantemente se están formando y transformando territorios académicos que adquieren identidad, la cual se alcanza mediante la constante transformación del campo que disciplina a sus miembros, los orienta bajo principios, conceptos, teorías, epistemología, filosofía e historia. En razón a esto, Kuhn (2001:43) manifestaba:

“...no es extraño que, en las primeras etapas del desarrollo de cualquier ciencia, diferentes hombres, ante la misma gama de fenómenos —pero, habitualmente, no los mismos fenómenos particulares— los describan y lo interpreten de modos diferentes. Lo que es sorprendente, y quizá también único en este grado en los campos que llamamos ciencia, es que esas divergencias iniciales puedan llegar a desaparecer en gran parte alguna vez.”

Parece claro que las disciplinas están constantemente en transformación por las diferentes posturas que sus miembros adoptan para explicar, interpretar el o los objetos que movilizan las maneras de pensar y construir conocimiento. En cuanto a la divergencia que se puedan presentar en el campo, que puedan llegar a “desaparecer” buscando la homogenización, resulta incluso no tan deseable dado que esto es lo que genera el cambio dentro del campo, esto surte efecto en el sentido que se escribió párrafos atrás haciendo referencia de Bourdieu (2003) y la definición de campo planteado.

De la transformación de los objetos no parece estar en desacuerdo Foucault, de hecho plasma de manera reiterativa, específicamente en el libro “*La arqueología del saber*”, en cuanto al problema de saber, “... si la unidad de un discurso no está constituida, más bien que por la permanencia y la singularidad de un objeto, por el espacio en el que diversos objetos se perfilan y continuamente se transforman.” (Foucault, 2010a:48). Aún más, se puede decir que los objetos se pueden diversificar, transformar y permanecer en una disciplina hasta tanto tenga como naturaleza las propiedades aceptadas, acordadas por quienes constituyen el campo, a esto se pueden sumar los cambios de paradigma que sucedan al interior de los mismo y que cumplen una función en el momento histórico en que ocurre, es decir, la sociedad se encuentra imbuida en el paradigma y en sus cambios.

Varios aspectos se pueden destacar en relación con el asunto hasta aquí mantenido, lo primero que se puede decir es que se evidencia diversidad de disciplinas de conocimiento que son muchas veces clasificadas teniendo de trasfondo premisas de autonomía, divergencia o convergencia, o en términos generales que van desde las muy cerradas –duras, puras- hasta las que son abiertas –blandas, aplicadas-. Todas estas características asignadas son el resultado de unas condiciones y condicionamiento que fueron clave para el desarrollo de conocimiento y ser aceptados como disciplinas científicas, pero se puede decir también que en la actualidad difícilmente unas disciplinas se imponen a otras y la condición de ser cerradas pues casi que resulta una utopía no sólo en el presente sino incluso desde siglos atrás para el caso de la física.

Las disciplinas se presentan de manera asequible a la sociedad para ser criticadas por sus adelantos y por quienes estén interesados en el capital científico desarrollado por sus miembros, por los objetos de investigación y posturas construidas para entenderlos. La premisa fundante de todas formas es que quienes quieran ingresar al campo deberán adquirir la disciplina y gramática para subsistir en medio de las fuerzas y luchas constantes. En tal sentido, se podrán considerar parte de un territorio, hacer parte de la tribu.

Luego entonces, las disciplinas expuestas al público deberán dar cuenta responsablemente de sus acciones y producción de conocimiento, en esto las miradas de las disciplinas deberán establecer relaciones con otras disciplinas para dar cuenta de manera sistémica y compleja de su quehacer como investigadores y profesionales. Es decir, buscar clasificar las disciplinas con el objetivo de jerarquizarlas verticalmente se ha vuelto obsoleto, quizá sea importante *clasificar las disciplinas de acuerdo a sus objetos de investigación pero no para señalar si son más que otras sino más bien para pensar en los campos y territorios desde lo que se produce el conocimiento, el capital que alimenta, nutre a las tribus y a sus creencias, a sus objetos, etc.*

Hasta este momento se puede evidenciar que no es extraño que los términos de campo, disciplina y territorio sean utilizados sin mayores distinciones, quizá esto tiene que ver con que los mismos han ayudado a explicar la naturaleza de los conocimientos, de los grupos y sus miembros, sus objetos de estudio, los criterios de validación para el reconocimiento de conceptos, principios, teorías, metodología, etc. Ciertamente, las posturas presentadas comparten ideas que se complementan y facilitan, a partir de su coexistencia, la elaboración de una concepción más completa pero también más actual de las disciplinas de conocimiento.

En modo alguno los conceptos disciplina, campo y territorio son excluyentes entre sí, todo lo contrario, el primero, que bien puede entenderse en todo el sentido utilizado por Foucault (2002) en la idea del

control y dominio que tiene una persona hacia sí misma, o un colectivo de personas conducidas por una gramática y objetos específicos de estudio, en esto la disciplinariedad es puesta y exigida por quienes hacen parte de la disciplina, y aquí precisamente el segundo término, tiene un sentido en cuanto a la tensión que se genera en el campo por las maneras de pensar y hacer pensar a los miembros que comparten la disciplina, a quienes se disciplina en cuanto a no aceptar cualquier manera de concebir los objetos, a la lógica que se construyen, los criterios de validez de los resultados de la investigaciones, reflexiones o propuestas. En ello las apuestas teóricas son debatidas, puestas al escrutinio de quienes entienden y aportan a la disciplina, el campo de investigación, producción y acción con el conocimiento.

Entonces, a propósito de la disciplinariedad, de las fuerzas y tensión en el campo, estas se conciben dentro de un territorio que se vuelve el espacio desde el que tiene sentido las maneras de pensar, analizar, argumentar, interpretar su mundo, en que se cultiva la identidad, las creencias, tradiciones a la vez que se transforman.

En verdad que ninguno de los términos son plasmados de manera concreta en la realidad, pero son entendidos por quienes lo viven dentro del mundo de la producción de capital simbólico, son estas puramente palabras pensadas y escritas para que otros podamos pensar lo que ocurre en el territorio en el que coexistimos como profesionales e investigadores, en el cual se ponen a discusión, se comparten o niegan las maneras de abordar, de construir los objetos, el conocimiento, las conjeturas, tesis. La gramática, el culto silencioso que circula en la tribu, en su territorio y su geografía -Estado, país- crea una cultura que disciplina y que propende por ver y hacer ver su realidad a ellos mismos y a otras culturas lejanas o cercanas a la suya.

Así pues, las fronteras entre los territorios académicos no están escrituradas ni claramente delineadas pero si son puestas en escena cuando quienes hablan y escriben tienen o no la posibilidad de entenderse según lo que expresen y cómo lo expresen, según el uso de la gramática, de la lógica o las lógicas que silenciosamente, sin darse cuenta han acordado. Los debates, investigaciones y capital simbólico de quienes lo producen disciplinan, conducen el campo, crean y consolidan, robustecen el territorio. Hacer crecer la cultura, la tribu es una de las premisas para hacer crecer su capital y para mantener abierta la miradas al mundo según los objetos de su estudio.

La diversificación del conocimiento, el paso de lo homogéneo a lo heterogéneo, la ramificación del conocimiento condujo a pensar –en principio- de forma fragmentada; las disciplinas se encerraron tanto que casi niegan el contacto con el mundo exterior, en nombre de la autonomía en la disciplina, se hicieron llamar duras y puras en tanto que a otras las han denominado blandas. Bajo esto se han generado estereotipos sobre el conocimiento y quienes pueden tener acceso al mismo. Como se ha tratado unos párrafos atrás, es fundamental tener una mirada actual de las disciplinas de conocimiento, en las cuales, no obstante de tener sus propias particularidades, en cuanto a territorios construidos y lenguajes, se puedan hacer la comprensión de las mismas de manera compleja, en donde el abordaje de los objetos se haga de manera tal que se pueda mirar no solo a profundidad sino también global sin perder la esencia de la misma.

Entonces, la idea de disciplina es fundamental para la producción de conocimiento y para tener expertos de diversa índole, no empero, no tener presente otras disciplinas para la explicación o comprensión de un fenómeno u objeto, o desconocer el vínculo con la sociedad, es conducir a

reduccionismos, concepciones y visiones epistemológicas ingenuas sobre los campos de investigación y producción de conocimiento.

Vienen bien las palabras de Bunge (1968) alrededor de lo que se ha expresado unas décadas atrás:

“...tarde o temprano nuestros investigadores advertirán —como les ha ocurrido a casi todos los científicos de primera línea— que quien encuentra grandes soluciones es quien enfoca los problemas con más amplitud, quien adopta una actitud filosófica ante la ciencia, es decir, quien sitúa el problema dado en su contexto más amplio y está dispuesto a revisar los fundamentos mismos de las teorías o de las técnicas. Así nació la ciencia moderna y así se renovó en el curso del último siglo.” (p.92)

Esto tiene aún más efectos y sentido para el caso de la enseñanza de las ciencias a la cual se trasladan las concepciones de conocimiento, disciplina, aprendizaje, científico, investigación, entre otras. En cuanto a esto, ciertamente en el siguiente capítulo se pondrán en análisis el caso específico de la didáctica como disciplina de conocimiento y la necesidad de un mayor disciplinamiento de tal manera que instituya, fortalezca, consolide aún más su cultura e identidad hacia la disciplina y profesión de enseñar.

En razón de los planteamientos anteriores no hay que perder de vista que todo ello hace parte de la argumentación que busco sostener, por lo menos hasta este momento, en cuanto a las tesis I y II, fundamentalmente, esbozadas en el capítulo I. Desde luego que también con los objetivos y preguntas.

Los conceptos de disciplina, campo y territorio, son potentes para pensar en la posible formación del profesor desde referentes de conocimiento que subyacen a su quehacer no solo profesional sino también como investigador. Pero aún falta por desarrollar asuntos sobre la profesión y el conocimiento del profesor y lo que viene con el siguiente capítulo sobre didáctica, pedagogía y educación.

#### **CAPÍTULO IV: CONSTITUCIÓN DE LA DIDÁCTICA Y LA PEDAGOGÍA COMO DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO**

La didáctica ha tenido variadas transformaciones que han estado supeditadas a la interpretación hecha a partir de la “*Didáctica magna*”, o de reinterpretaciones que se encuentra en libros o artículos sobre la misma. Es decir, se ha utilizado la fuente primaria y las fuentes secundarias lo cual ha generado tanto en un caso como en el otro, cambios en cuanto a lo que el escrito tiene expresado explícitamente. De todas maneras, las interpretaciones o reinterpretaciones sobre la didáctica han tenido cursos que se han diversificado según el contexto –país, cultura- y momento histórico.

Algunas perspectivas le han puesto a la didáctica el nombre de pedagogía, a esta última la pueden asociar más fácilmente con la educación. La relación de esta con la didáctica suele ser puesta de soslayo, tangencial, superficial, no esencial, por parte de algunas culturas académicas, otras en cambio ven en la didáctica la esencia de la educación. Algunos autores conciben la didáctica y la pedagogía como inseparables aunque tienen maneras disimiles para pensar en el surgimiento de cada una de estas

como disciplinas. En fin, como se podrá encontrar en este capítulo la multiplicidad de opciones para entender tanto a la una como a la otra, así como también las posibles negaciones entre las mismas o para entender la complementariedad, conjugación, mezcla de estas disciplinas, no es la excepción sino la regla.

Las declaraciones en cuanto a las características epistemológicas para dar cuenta de la naturaleza de sus contenidos de conocimiento, aunque también son variados, pero de ciertas maneras también semejantes debido a las confusiones, perplejidades emergidas durante sus configuraciones, enriquecen la constitución y consolidación de la pedagogía y didácticas como campos de investigación y producción de conocimiento.

Ahora, si se piensa en la educación como campo esta no se confunde ya que se difunde por doquier, se puede decir que esta tiene por origen a la misma especie, de allí que navegue por todos los lugares, espacios, no tiene límites, linderos establecidos, todos, desde los más infantiles hasta los más abuelos, de los legos hasta los más ilustrados, desde los creyentes, místicos, ascéticos, hasta los incrédulos, escépticos, nihilistas, los tecnócratas, políticos, sociólogos, economistas, filósofos, ambientalistas, entre otros, todos lo que quepan dentro de la especie de hombres y mujeres pensantes, sapientes – *Homo sapiens*-, o por lo menos que se parezcan, contienen y son contenidos en y por la educación. La educación es entonces el punto de convergencia *sine qua non* para pensar el desarrollo común y general de las personas, es el espacio universal a donde concurren quienes entienden que la educación es el ardid para transformarse y transformar a las sociedades, culturas y economías. Sin atender más este aspecto aquí, se puede decir que la educación ha tenido y tiene un valor especial en la manera de comprender el mundo, y comprender a la especie humana, a las especies. Con ello se abre la mirada, la razón de gobierno y el Estado en la dirección, en la política, sobre la educación.

Así pues, volviendo a las relaciones que estaba buscando explicitar se evidencia confusión respecto a cómo entender la didáctica y/o pedagogía y su relación con la educación, indagar sobre las dos primeras más que todo, se vuelve un asunto gaseoso; si bien existen formalidades académicas la insuficiente identidad como disciplinas hace que tenga poca o ninguna autonomía, y que se restrinja en el derecho de admisión, como ocurre con la educación. La pluralidad de maneras de entender la enseñanza, aprendizaje, estudiante, profesor, y las múltiples relaciones que se establecen entre estos y las epistemologías –usualmente diferentes al de la didáctica y pedagogía-, paradigmas, culturas, economías, políticas, derivan en complejidades y muchas veces en desesperos por parte de países e instituciones que buscan la formación, pero quizá la preocupación no sea tanto por la persona en si sino por las diferentes evaluaciones, o por el hacer que unos contenidos de conocimiento -la biotecnología por ejemplo- sean introducidos en la escuela.

Derivado de lo anterior, son múltiples las publicaciones realizadas desde disciplinas que han tenido y tienen interés por la educación –sociología, filosofía, historia, psicología, economía, antropología- y que por lo tanto tiene un espacio dentro de un territorio amplio que suele llamarse Ciencia (s) de la Educación, en este varios autores incluyen también a la pedagogía y didáctica. Así pues, la especificidad de esta últimas suele quedar relegadas dado que otra (s) fundamentalmente la económica tiene un papel preponderante en la toma de decisiones sobre la educación, esta está más cercana a las lógicas e intereses de los Estados, gobiernos.

A diferencia de las otras disciplinas que tienen su asidero propiamente en otras ciencias –ciencias sociales, ciencias humanas, incluso se puede encontrar ciencias políticas-, la didáctica y la pedagogía fueron atrapadas por las Ciencia (s) de la Educación. Es decir, la mayoría de las disciplinas que se encuentran en esta ciencia están allí porque han tenido interés por estudiar la educación, no es porque ese sea su lugar para realizar sus análisis. Aunque hay que expresar que en las ciencias sociales, y ciencias humanas, también han sido localizadas la didáctica y la pedagogía.

La razón de que la didáctica y la pedagogía sean muchas veces ignoradas, desconocidas en cuanto a sus objetos específicos de investigación y la importancia del conocimiento derivados de estos campos, es debido a que en la (s) Ciencia (s) de la Educación están todas las disciplinas que tengan interés por la educación pero que en efecto sus miradas sobre la misma está pensada desde sus objetos también específicos de estudio. Si pensamos que la enseñanza y el aprendizaje son los objetos de investigación de la pedagogía y la didáctica, estos no son vistos como tales por las demás disciplinas, como tampoco por la mayoría de las personas que se encuentran por fuera de algunas de las posibles disciplinas.

Se entiende en todo esto la expresión clara de lo que Bourdieu (2003) y Becher (2001) plantearan en términos de la lucha en el campo y entre los territorios, respectivamente, en todo sentido académico, en el cual el Estado busca tener un lugar preponderante mediante la presión a estos, a quienes quiere imponer sus directrices. La confusión en cuanto al territorio para ubicar un objeto de investigación, además de lo anterior, aunque en menor medida, tiene relación con la carencia de identidad de sus miembros con la didáctica y la pedagogía, que tiene su origen desde su formación como profesores profesionales.

Hay que decirlo ya, ninguna de las ciencias en la que se ha querido incluir a la didáctica y la pedagogía compagina con sus objetos de investigación, aunque a veces destaquen que el objeto de la didáctica y/o pedagogía es la enseñanza y/o el aprendizaje, por lo que los miembros, no obstante de denominarlos pedagogos o didactas, en verdad son sociólogos, economistas, políticos, etc., que tienen interés por la educación pero no por la esencia de las dos disciplinas en cuestión. Sostengo que precisamente esto es lo que ha hecho que abrogándose la autoadmisión a estos campos, en el mejor de los casos, ya que lo más frecuente es el de la educación, todos puedan opinar en nombre de la misma, lo que finalmente ha generado, por una parte, el ingreso de múltiples profesionales a los sistemas de educación, sean formados para la enseñanza o no, por otra parte, que las políticas en educación sean formuladas desde disciplinas alejadas de lo que en teoría y práctica de la misma es la enseñanza y el aprendizaje en el sentido formal, no en el informal como comenzó la educación siglos atrás, y que décadas atrás varios filósofos, epistemólogos, historiadores, entre otros, han criticado con ahínco, como busqué hacer visible en el capítulo anterior. Claro está que esto todavía es un hábito dado que aún el territorio de la (s) Ciencia (s) de la Educación es (son) el (los) territorio (s) de todos y del Estado más que cualquier otro territorio.

Luego entonces, estoy propendiendo por incluir la pedagogía y la didáctica en un territorio que llamo *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, el cual correspondería a los asuntos tratados por lo menos desde Comenio, y otros que han emergido desde la época del autor, por el capital simbólico, en términos de contenidos teóricos y conceptuales alcanzados hasta este momento.

Así pues, el objetivo de este capítulo es presentar algunos autores que han abordado el desarrollo de los campos de la didáctica y la pedagogía, en especial, y de la educación en general. Bajo esta óptica se



hace una mirada general a la procedencia de la didáctica y las razones de la perplejidad que se ha dado con la pedagogía y la educación, lo cual instala la duda de su disciplina de conocimiento hasta tanto no se aborden, por lo menos de soslayo, no como requisito pero si como criterios para la construcción y acción del conocimiento desarrollado, las características que la separan –si es que las hay- de otras disciplinas muy próximas que tienen énfasis en intereses distintos pero que en su conjunto coexisten en la acción profesional del profesor.

Para esto se abordan los siguientes apartados, en un primer momento se hace una aproximación general al capítulo en cuestión, seguidamente se exponen algunas ideas expuestas por Juan Vives en el *Tratado de la Enseñanza*, para luego continuar con el pensamiento de Comenio explicitado específicamente en la *Didáctica magna*. Luego se expone lo que ha representado el escrito de Comenio sobre la didáctica en la interpretación o reinterpretaciones que se han hecho y que han derivado en múltiples confusiones para entender la pedagogía y la didáctica. En otro apartado se buscan hacer evidentes las posturas que algunos autores han expresado al referirse a la didáctica como disciplina o ciencia, y las divergencias y convergencias devenidas.

## **1. Panorama general del asunto en cuestión**

Dando continuidad y ampliación a la introducción y teniendo en cuenta los elementos y análisis desarrollados en el capítulo III sobre la nominación de disciplina en general, sin advertir un campo específico de tensiones y presiones, territorios académicos y sus tribus, en este capítulo se explicitan ideas sobre campos tales como la didáctica y la pedagogía –en el capítulo V se abordará el campo específico de la didáctica de la Ciencias Naturales o Experimentales-.

Esto siempre pensando en poner de manifiesto el estado de estos campos que han luchado por sus territorios según sus lugares de origen y los miembros que conforman sus tribus de donde provienen concepciones sobre el conocimiento o saber, sujeto, individuo, enseñanza y/o aprendizaje, profesor; aunque hay que aclarar que la alusión a este último dentro de las tribus de investigación, sobre todo por algunos autores en la pedagogía, tiende a ser ignorado, no tanto porque no sean quienes investigan –que también es importante, fundamental, por su participación- sino porque no se hace referencia a los mismos como sujetos que de manera biunívoca son constituidos y constituyen de los campos. De ahí que los territorios de conocimientos sean constantemente invadidos por otros territorios que, si bien les han aportado a la didáctica y a la pedagogía –incluso para sus constituciones como disciplinas- a partir de sus objetos de investigación, y también para su separación de ellos, son de donde proviene buena parte del desconocimiento del profesor como sujeto con un conocimiento profesional epistemológicamente diferente del de otras disciplinas y profesiones.

Especialmente en uno de los apartados del capítulo anterior, se podía denotar que la enseñanza como objeto de estudio y al profesor como profesional era desconocida por epistemólogos, filósofos e historiadores –Nietzsche (2009), Feyerabend (2008), Bachelard (2009 y 2010), Kuhn (2001) y Foucault (2002)-, al parecer no rondaban en sus campos o no eran conocidas. Como se pudo entender, estos autores dieron imágenes fundamentalmente negativas al respecto sobre la educación y el profesor. Esto como consecuencia, es de esperar, de las vivencias que tuvieron en su momento en cada uno de sus países, escuelas, colegios, universidades y culturas. De esta manera de pensar es de lo que constantemente “beben” las personas que leen a estos y otros autores, y de lo que han vivido en sus transcurrir por la educación formal.

En este sentido, se ha robustecido la educación (¿Cómo campo de conocimiento, de investigación?), a la cual todos tienen acceso, pueden tomar decisiones, incluso pueden hacer parte de la misma como profesores, si esta está dentro de sus deseos. La didáctica y la pedagogía suelen ser desconocidas, bueno, a veces son conocidas pero se busca debilitarlas por teorías externas, políticas de Estado y marcos legales, no obstante, todo hace parte de la lucha por los territorios y de las tensiones y presiones que se gestan en y entre los campos, disciplinas de conocimiento.

Además de estas razones que permiten dar cuenta del por qué se ha dado esto, otras tienen que ver con lo reciente de las publicaciones que dan cuenta de la emergencia de la pedagogía y la didáctica como disciplinas de conocimiento, aunado a esto está la falta de *formación a los profesores en las mismas*, en las *concepciones sobre lo que es una profesión y lo que implica la profesión de enseñar*. Si bien estos elementos se abordarán en este apartado, por lo menos los tres últimos son motivo del siguiente capítulo.

Ante el hecho de advenir el campo de la didáctica y la pedagogía resultado del conocimiento proveniente de otros campos de conocimiento, estas no se han podido aún descentrar de estos campos, no porque no estén ya alejados de sus discursos sino porque los de estos campos hacen ruido cuando se perciben descentrados de la naturaleza de sus campos y empiezan a tener otra manera de ver el conocimiento que ya no hace parte de sus territorios. La emergencia de un campo es entonces expuesta a fuerzas externas y tensiones internas importantes en tanto que –especulando– “quienes participaron por interés ahora se ven desplazados paradójicamente por sus mismos resultados, sin saberlo, inconscientemente, ahora se ubican dentro de una lógica, un objeto de investigación que no corresponde al de su disciplina de origen: la didáctica, la pedagogía”.

La lucha constante por ser reconocidos sus aportes teóricos, por mantener anclados la naturaleza del conocimiento que han aportado, sus lógicas y objetos, cada vez se torna más difíciles de mantener, de sustentar. En el caso contrario quienes investigan en torno al objeto u objetos emergentes en el campo emergente, son quienes perciben las tensiones y presiones e interpretan las condiciones que se han ideado, construido y practicado en el nuevo campo de producción. Bajo esta óptica es que en la actualidad en el mismo campo de la didáctica han emergido campos específicos que responden a las características del objeto de enseñar: didáctica de las matemáticas, didáctica de la geografía, didáctica del inglés, didáctica de las ciencias sociales, didáctica de las Ciencias Naturales (tabla 5.1). Esta última es el interés en esta tesis en tanto lo que se busca abordar es la enseñanza de la biotecnología. No sobra resaltar que en la didáctica de las Ciencias Naturales, siendo osado al plantearlo pero siguiendo la lógica de que sean naturales, se pueden distinguir más didácticas como son las de la física, la química y la biología–, entre otras posibles taxonomías, se podría decir que tantas como sea posible enseñar el conocimiento de estas ciencias, por ejemplo: didáctica de la biotecnología, didáctica de la ecología, de la microbiología, bioquímica, modelos atómicos, etc.

Precisamente, en relación con una de las ideas perseguidas en esta tesis, en general, configurar el conocimiento del profesor de ciencias, sustentando que la didáctica es la disciplina fundante de dicho conocimiento, y lo que representa abordar este asunto en términos del ejercicio de investigación, adquiere sentido lo planteado por Kuhn (2001:47) al poner de relieve que “Cuando un científico individual puede dar por sentado un paradigma, no necesita ya, en sus trabajos principales, tratar de

reconstruir completamente su campo, desde sus principios, y justificar el uso de cada concepto presentado.”

A decir de la investigación que se adelanta, el paradigma de la didáctica y la pedagogía como ciencias todavía no ha superado el desconocimiento por parte de sus comunidades de investigadores externos ha estas, por lo que se sigue pensando que el conocimiento que el profesor enseña es el mismo conocimiento de las disciplinas que toma la didáctica para hacerlo enseñable. El que esto haya pasado y siga pasando tiene su asidero en el pronunciamiento relativamente reciente de la didáctica y la pedagogía como disciplinas, por la falta de identidad de sus miembros con estas y por las confusiones fraguadas en su historia.

Así pues, en coherencia con los planteamientos puestos en esta tesis y en el entender la necesidad de dar cuenta del giro para pensar en torno a la idea del *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor*, y de analizar las posibles diferencias entre la educación, pedagogía y didáctica, es que se desarrollan los apartados que siguen a este.

## **2. Los albores de la didáctica: Vives y Comenio**

### **2.1. Esbozo del *Tratado de la Enseñanza* de Luis Vives y sus ideas para una didáctica**

Antes de entrar a presentar a Comenio, no sobra hacer como preámbulo una mirada sucinta a Luis Vives, quien, a decir de algunos autores expertos en estos textos, dio los primeros pasos que fueron recogidos en parte por Comenio. Aunque hay quienes destacan, incluso a otros personajes de la época que influyeron fuertemente en su pensamiento.

En este sentido, y a decir de Cuauhtli (1962), citado por Mora (2010:32) en el prólogo de la *Didáctica Magna*, expresa: “Es un tratado sistemático de enseñanza, de solidísima estructura interna y, sin duda, el primer avance decisivo sobre el “Tratado de la Enseñanza” de Luis Vives, autor a quien Comenio debe mucho aunque lo cite poco.”

Con este mismo sentir, e incluso añadiendo dos autores más, Zuluaga (2007), citando a Dilthey (1965: 173), destaca que “La didáctica está preparada por Bacon, Vives, Montaigne, etc. El espíritu creador que la funda es Comenio. Así como Descartes y Bacon habían sido los metódicos de la investigación, aquél es el metódico de la instrucción...”. Como se evidencia, Zuluaga no solo registra a Vives (1492 - 1540) como precursor de la didáctica sino que asiente que Bacon (1561 - 1626) y Montaigne (1533 - 1592), también aportaron a la didáctica de Comenio (1592 - 1670). Deja entrever mediante un símil, que lo que a través de método se establecía para la investigación también tenía su lugar en lo que denomina instrucción, quizá puede tener razón a juzgar por los preceptos que Comenio expone.

Hay que recordar que esto último –el método estricto- ha sido ya motivo de unos párrafos en el capítulo III cuando se subrayó cómo Foucault (2002) anunciaba con lujo de detalles este asunto y el del disciplinamiento en la escuela, aun cuando no lo hacía refiriendo exactamente a Comenio. No sobra resaltar de todos modos, brevemente, que para este autor la disciplina va en el sentido de...

“...construir una máquina cuyo efecto se llevará al máximo por la articulación concertada de las piezas elementales de que está compuesta. La disciplina no es ya simplemente un arte de

distribuir cuerpos, de extraer de ellos y de acumular tiempo, sino de componer unas fuerzas para obtener un aparato eficaz.” (Foucault, 2002:152).

Con esto se denota entonces, cómo la idea de articular se consume para dar cuenta de la máquina que no solo tiene como contexto y fin para su funcionamiento en un tiempo y espacio, sino más que nada la eficacia, asunto este que Comenio persigue constantemente en sus fundamentos de la facilidad, solidez y abreviada rapidez en la enseñanza, como medios para dar cuenta de su método.

No es la intención abordar a Bacon y Montaigne, como tampoco a Descartes y a Ratke, que como se verá más adelante son citados cuando se hace referencia a la didáctica, pero sí recoger algunos enunciados de Vives, que autores como Cura (2011) y Zaragüeta (1940) han recogido, al igual que presentar algunas citas directas de su *Tratado de la enseñanza*.

Dando desarrollo a esto último, cabe citar a Cura (2011) quien expresa de Vives:

“Su pensamiento y sus obras evidencian al estudioso ocupado para que el hombre de los siglos XV y XVI alcance una plena realización y genere una sociedad más humana y más justa a los ojos de Dios; pero, de un modo particular, le interesa la formación, y de allí, su interés por instruir a infantes y jóvenes, elaborar obras didácticas, enseñar las disciplinas de su época, escribir tratados, asesorar a los gobiernos y promover reformas culturales. Buscó que una educación integral llegara a todos los estratos sociales y que las personas encaminaran su vida hacia los bienes últimos en Dios.” (p.8)

De esta cita, es clara la atención que Vives le presta a la formación de las personas y la elaboración de escritos al referente que conlleven a la enseñanza de las disciplinas de su tiempo, en esto se advierte también su influencia en los gobiernos y sus políticas, pero quizá lo más interesante y coincidente con Comenio es el pensar en una educación para todos los estratos y orientada por Dios, solo que habría que indagar más para sopesar si esto lo hace en términos universales. Por su parte, Zaragüeta (1940) resalta algunos aspectos sustanciales del *Tratado de la enseñanza* de Vives: *el fundamento, el profesor y el alumno*. En cuanto al fundamento, resulta coincidente con Cura (2011) cuando pone de relieve lo siguiente:

“no cabe señalar para el hombre otro fin que Dios mismo, que nos crío por su amor, de quien nos separamos por el amor a nosotros, con quien fuimos reconciliados por el amor de Jesucristo y a quienes hemos de volver también por la vía del amor” (p.10).

En cuanto al aspecto relacionado con el profesor, Zaragüeta (1940) expresa puntualmente de Vives, entre comillas, como en la cita anterior: “se haga profesores o maestros a quienes sean capaces, por su ciencia, criterio y costumbres, de enseñar a los demás y de merecer a la vez la estimación pública” (p.11), prosiguiendo en este mismo sentido, plantea que Vives prefiere que el maestro que ingrese a la enseñanza no lo sea por sus “funciones definitivas o superiores” sino que vaya continuamente escalando “...pasando del profesorado al doctorado y de éste al magisterio universitario, madurando así su preparación en el ejercicio de la enseñanza.” (p.12).

En cuanto a estas citas se percibe que para Vives el profesor es alguien que es valorado por el público dado que tiene la capacidad de enseñar por su razón, tradición y conocimiento de la ciencia, no

obstante, pone de relieve que para aprender a enseñar se debe ir creciendo en el ascenso hacia niveles más altos de conocimiento, hasta lo que denomina magisterio universitario. Para Vives entonces la enseñanza es cuestión de alcanzar estados altos de conocimiento, lo que lo faculta para ser profesor o maestro.

Planteando el papel del alumno al unísono que describe las funciones que debe realizar el profesor con sus alumnos, expresa que una vez se tenga el magisterio preparado y el alumnado seleccionado, hay que "...pasar a la *actuación pedagógica* propiamente dicha." La cual para Vives tiene doble faceta "doctrina o enseñanza" por el lado del maestro, a quien compete "la transmisión de aquello que uno conoce a quien no lo conoce" y "disciplina" por el lado del alumno, encargado de "la recepción de lo transmitido". (p.16).

De aquí se puede decir que para Vives existe correlación directa con el conocedor y quien quiere conocer para lo que la disciplina tiene un sentido especial. Ante lo cual Zaragüeta (1940) subraya que "Dada la tendencia de la mente humana hacia el mal, Vives no se muestra absolutamente refractario a los castigos, incluso corporales, "para que obre el dolor allí donde la razón no alcanza"... (p.18), continúa más adelante señalando "...a la aplicación de sanciones coactivas será preferible el estímulo inspirado en el "temor y respeto al profesor...o a los padres y allegados... " (p.18). La disciplina cumple un rol trascendental en la formación de alumno dado el control que se puede imponer hasta el punto de hacer temer ante un hecho de contrariedad, la religión tiene una dinámica particular con el fin de coaccionar el comportamiento, la conducta.

Ahora, haciendo una lectura directa del texto *Tratado de la enseñanza*, se puede resumir diciendo que Vives no tuvo el menor reparo en describir minuciosamente cada detalle sobre cómo debería ser la escuela, el profesor, el alumno, todos pensados desde los fundamentos de la religión, las condiciones del lugar y la ubicación donde se enseñe, los temperamentos de quienes participan en la misma, la alimentación, la actitud y postura del profesor y el alumno, los procedimientos para llevar la clases, entre otras cosas, son aspectos que determinaban lo que implicaba enseñar. Vives se pregunta: "...cuáles son las materias que han de enseñarse, cómo han de enseñarse, con qué extensión, por quiénes y en qué sitio". (p.62).<sup>22</sup> Destaca que lo más importante de todo es que "...la Enseñanza se dé con pureza de doctrina, a fin de que no padezcan las buenas costumbres, siendo por lo contrario, ignominioso y despreciable quien instruido y educado en las artes humanas, se halle carente de toda virtud" (ibid, p.62).

Las preguntas que desde el siglo XVI, cuando menos, ya se venían realizando (cuáles, cómo y en qué extensión han de enseñarse las materias, sino también en cuanto a quiénes y en qué sitio) en la actualidad siguen siendo recurrentes y son la base cuando se piensa en la enseñanza y su investigación que ha dado cauce y constitución a la pedagogía y la didáctica por algo más de cinco siglos, con todas y sus posibles desviaciones, derivaciones, interpretaciones.

Lo expuesto anteriormente tiene como fin poder tener en mente algunos aspectos que posibiliten someramente, en lo que sigue sobre Comenio, recabar el alcance, la cabida, a lo declarado por Cuauhtli (1962) y Zuluaga (2007), en cuanto a que la *Didáctica magna*, para el primer autor, es "...el primer

---

<sup>22</sup> Esta y la siguiente cita pueden ser consultadas en: El "Tratado de la enseñanza" de Vives. En: [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.educacion.gov.ar%2Fdspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F97675%2FMonitor\\_10293.pdf%3Fsequence%3D1&ei=v8u1U5K3BPTHsASd-oGgBw&usg=AFQjCNFpVOqupJ-h1Lfw\\_KhkoXcxs\\_K0eg](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.educacion.gov.ar%2Fdspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F97675%2FMonitor_10293.pdf%3Fsequence%3D1&ei=v8u1U5K3BPTHsASd-oGgBw&usg=AFQjCNFpVOqupJ-h1Lfw_KhkoXcxs_K0eg)

avance decisivo sobre el “Tratado de la Enseñanza” de Luis Vives...” , en tanto que para Zuluaga, lo que hizo Comenio fue fundar lo que ya había sido preparado por Vives. En consecuencia, se puede aseverar desde ya que las aserciones de los autores que motivaron esta pequeña constatación pueden tener razón de ser, como se podrá verificar en lo que se prosigue a resaltar en lo que tiene que ver con los planteamientos de Comenio.

## **2.2. Espíritu fundante de la *Didáctica magna* de Juan Amós Comenio**

La didáctica de Comenio<sup>23</sup> tiene apartados que la dejan percibir como específica por su énfasis en los métodos para la enseñanza de las ciencias, artes, lenguas, costumbres y la piedad, pero sobre todo goza de ser general porque se refiere, como sustento para todo el escrito, a la constitución del hombre en cuanto a una realización religiosa, a la necesidad de formar al hombre en la escuela, además de que los preceptos de ésta deben ser espejo de la naturaleza para entonces asegurar que se superen los obstáculos que puedan alterarle, y en concurso con lo anterior, a los menesteres generales para aprender y enseñar. Esto tiene, en principio, coherencia con el adjetivo calificativo de “magna”, ante lo que se resalta lo importante, lo significativa que puede resultar la didáctica para el hombre y el mundo.

### **2.2.1. La religión: medio y fin de la educación**

En consecuencia, se puede encontrar la premisa de *conócete a ti mismo*, y bajo esta sugestión, insinuación, sugerencia, se formula la pregunta:

“¿Qué es sino una voz celestial la que resuena en la Sagrada Escritura, diciendo: ¡Oh, hombre, si me conocieras, te conocerías? Yo, la fuente de la eternidad, de la sabiduría, de la bienaventuranza; tú, mi hechura, mi imagen, mi delicia.” (Comenio, 2010:1)

Esto resulta muy importante dado que de pleno se da inicio a una concepción de sujeción del hombre a una imagen que es su propia imagen de la cual proviene la felicidad, inmortalidad y sabiduría, la dependencia de algo externo a hacerse así mismo, conocerse, lo que se convierte en principio, medio y fin en y de la formación. Por la cita se puede inferir que conocer a ese alguien es conocerse a sí mismo, existe entonces un alguien de quien se es reflejo, espejo, que condiciona en principio –también puede ser hasta el final- la formación o quizá desarrollo del ser. El control es ejercido por algo o alguien no importa como sea, como es, si está adentro o está afuera del individuo, lo importante es el papel que puede jugar en el dominio del ser, en la psique del que se sumerge en el pensamiento, qué mejor que dimensionar todo ello desde la “*educación magna*”<sup>24</sup>, como manera para prevalecer antes que todo y antes que nada. Comenio entiende el apalancamiento que desde la educación se puede hacer para el mantener ciertas creencias.

Sin entrar a realizar citas bíblicas, que abundan en este libro, es de resaltar que se pone al hombre por encima de otros seres como las plantas, ovejas, bueyes, peces, etc., en cambio se iguala la naturaleza de un Dios a la del hombre y se eleva éste al punto de decir que es el colofón absoluto de la obra de Dios, a saber:

---

<sup>23</sup> Según Mora (2010), la *Didáctica magna* fue escrita en checo, país natal de Comenio, entre los años 1627 y 1630, en el año 1657 fue traducida al latín.

<sup>24</sup> Término acuñado por mí.

“¡Ojalá todas estas cosas queden esculpidas, no en las puertas de los templos, ni en las portadas de los libros, ni en los ojos, lenguas y oídos de todos los hombres, sino en sus corazones! Ciertamente hay que procurar que todos aquéllos que tienen la misión de formar hombres hagan vivir a todos conscientes de esta dignidad y excelencia y dirijan todos sus medios a conseguir el fin de esta sublimidad.” (p.1)

Hasta el momento se ha anunciado a donde se quiere llegar, con quiénes y cuál sería, en función de los designios y *fundamentos preestablecidos*, la misión del formador de hombres. La religión y la formación del hombre en razón de conocerse a sí mismo en virtud de una naturaleza son los elementos esenciales.

Desde lo ontológico se esbozan nociones rudimentarias relacionadas con la concepción del hombre, que en la actualidad, para nuestra época, están desechadas como posibles, como por ejemplo cuando escribe: “En un principio, nada es el hombre, como nada existió en la eternidad; tiene su iniciación en el útero de la madre, de la gota de sangre paterna...” (p.2); por lo menos en esto último, se denota, sin negar que con todo lo demás pueda ser igual, el desconocimiento de Comenio de lo que tiempo después la embriología describiría en detalle y que abre la puerta a otras explicaciones, incluso más profundas que la religiosa, sobre la concepción del hombre y sus características fenotípicas, que vendría a ser la imagen del hombre en Comenio, solo que con razones de conocimiento completamente diferentes.

Prosiguiendo, con el tema del desarrollo del ser hombre, explicita que los sentidos entran a funcionar poco a poco hasta que “Con el transcurso del tiempo se manifiesta el sentido interno cuando se da cuenta de que ve, oye y siente. Más tarde ejercita su entendimiento, advirtiendo las diferencias de las cosas; finalmente, la voluntad asume su función de directora...” (p.3). Señala que dentro del trasegar del hombre por el mundo esta vida es sólo preparación para la vida eterna. Para esto hace referencia a la naturaleza manifestando que ésta ha puesto dentro del hombre la semilla de la erudición, virtud y religión. En este sentido, “Nada, pues, necesita el hombre tomar del exterior, sino que es preciso tan sólo desarrollar lo que encierra oculto en sí mismo y señalar claramente la intervención de cada uno de sus elementos.” (p.12).

La existencia de algo clandestino, recóndito en el interior del hombre con ciertas características bajo el fundamento religioso, la existencia de un Dios del cual el hombre es un reflejo, pone a este último en condición de existencia supeditada a otro que se hace ver está dentro del otro. El control del desarrollo de la semilla del hombre - erudición, virtud y religión- se debe, como quiera que sea, a lo interno a la vez que externo. Lo más interesante es que las bondades con que se nace, son nada hasta que se ponga algo en ellas, para lo cual argumenta:

“Aristóteles comparó el alma del hombre a una tabla rasa, en la que nada hay escrito, pero en la que pueden inscribirse muchas cosas. Y de igual modo que en una tabla limpia puede escribirse lo que el escritor quiere o pintarse lo que desea el pintor conocedor de su arte, así en el entendimiento humano puede, con igual facilidad, fijarlo todo aquel que no ignore el artificio de enseñar. Y si esto no se realiza no será ciertamente por culpa de la tabla (a no ser que esté estropeada), sino por ineptitud del pintor o escritor.” (Comenio, 2010:14)

Esta cita, que tiene como referencia a un filósofo griego que ha influido por siglos, deja ver la concepción sobre el punto de partida de todo aprendizaje y enseñanza, el cual debe ser tenido en cuenta

por quien enseña. La no “fijación de la escritura, pintura”, en sentido analógico para destacar el aprendizaje, es responsabilidad de quien enseña, “escribe, pinta sobre la tabla limpia”, ya que es conocedor de su arte, aquí Comenio da una especificidad a la acción de enseñar –que es fácil- al igual que atribuye a quien enseña la culpa de no generar el aprendizaje; en esto se parte de pensar que la tabla –semilla- está dispuesta - erudición, virtud y religión- para tal efecto “... si hemos de saber algo hay que aprenderlo; y teniendo, ciertamente, nuestra mente como tabla rasa, nada sabemos hacer, ni hablar, ni entender, sino que hay que excitarlo todo desde su fundamento.” (p.21)

Congruente con su lógica plantea:

“Todo lo que cada uno de nosotros (en especial los dedicados a las letras) pudo durante tantos años ver, oír, leer, deducir por experiencia o raciocinio y que puede recordarse como cosa conocida, todo ello está evidentemente encerrado en el cerebro; esto es, allí han sido recibidas las imágenes de todas las cosas anteriormente vistas, oídas, leídas, etc., de las que existen miles de millones y que se multiplican casi hasta lo infinito viendo, oyendo, leyendo, experimentando, etc., algo nuevo cada día. ¿A qué se debe esto sino a la insondable Sabiduría de la Omnipotencia divina?” (p.14)

Es importante esto escrito, ya que determina un lugar en donde se forma el entendimiento de las cosas a partir de los sentidos, y desde donde se recuerdan las cosas conocidas gracias a la divina sabiduría que tiene el poder supremo para hacerlo posible de manera armoniosa.

Sin la intención de ampliar el tema, cabe poner de relieve que el adjetivo tabla limpia o raza, fue, es objeto de diversas investigaciones sobre el aprendizaje, ideas previas, intuitivas, etc., así como de su cambio conceptual, desde diferentes perspectivas de investigación en el campo de la didáctica.

Prosiguiendo, Comenio asiente cuando escribe “... no definió mal al hombre el que dijo que era un Animal disciplinable, pues verdaderamente no puede, en modo alguno, formarse el hombre sin someterle a disciplina.” (p.20), ante esto pone claros ejemplos de cómo otras criaturas también deben ser amaestradas para un oficio: “...el caballo nació apto para la guerra, el buey para el tiro, el asno para la carga... de muy poco nos valdrán si no amaestramos a cada uno de ellos para su oficio.” (p.21). Destaca como propio de todas las criaturas tener en principio nada y poco a poco “...irse elevando tanto en cuanto a su esencia como en cuanto a sus acciones.” (p.21). Comenio no desconoce que todas las criaturas puedan desarrollarse por sí mismas, para el hombre dice que por sí mismo puede tomar la “...figura humana (como todo bruto en la suya); pero no puede llegar a ser Animal racional, sabio, honesto y piadoso sin la previa plantación de los injertos de sabiduría, honestidad y piedad.” (p.24).

En concordancia con lo señalado, y citando a Platón (1.6 de las leyes), Comenio acepta el anuncio de: “...el hombre es el animal extremadamente manso y divino si ha sido amansado con la verdadera disciplina; pero si no tuvo ninguna o fue equivocada, es el más feroz animal que produce la tierra.” (p.22), también declara: “Quede, pues, sentado que a todos los que nacieron hombres les es precisa la enseñanza, porque es necesario que sean hombres, no bestias feroces, no brutos, no troncos inertes.” (p.23). La enseñanza no debe hacerse con cárcel o azotes a la criatura racional sino con la razón. “...Si se obra de modo contrario, redundará en injuria de Dios, que puso en ellos igualmente su imagen, y las cosas humanas estarán llenas, como lo están, de violencias e inquietud.” (p.23).



La edad más adecuada, fácil, propicia para dicha enseñanza es la primera edad, la razón es que el

“...cerebro... está húmedo y blando en la edad pueril, dispuesto a recoger todas las impresiones; y poco a poco se reseca y endurece hasta el punto de que la experiencia testifica que de un modo más difícil se impriman o esculpan en él las cosas.” (p.25)

En este orden de ideas, hasta el momento se encuentra que existe una relación biunívoca entre el hombre y Dios, uno y otro son reflejo, dentro de cada hombre hay una semilla que debe desarrollarse según las características con las que se concibió -erudición, virtud y religión-, así pues, se advierte que el hombre en principio es una tabla rasa sobre la cual se empiezan a inscribir un entendimiento, para esto es necesario la disciplina y la enseñanza desde la edad temprana con el fin de que el proceso de entendimiento sea más fácil. Advierte, haciendo una similitud del pintor o escritor con quien enseña, que quien no es capaz de fijar con igual facilidad lo que enseña será por su ineptitud. Plantea una correlación directa entre la enseñanza y la necesidad de formar hombres no animales irracionales, bestias.

### **2.2.2. La educación en manos de los padres de familia en la escuela**

Ahora, Comenio expresa la necesidad de formar conjuntamente a la juventud en las escuelas, señala que la educación es naturalmente responsabilidad de los padres, no empero entiende la imposibilidad de muchos para realizar tal actividad debido a los múltiples asuntos humanos, por lo que establece un panorama que abre las posibilidades para que “...aquellos que o sepan, o puedan, o estén sin ocupaciones para entregarse a la enseñanza de los suyos...” y que además sean “...personas escogidas, notables por el conocimiento de las cosas y por la ponderación de costumbres...” se encarguen de “...educar al mismo tiempo a los hijos de otras muchas... estos formadores de la juventud se llamaron<sup>25</sup> [sic] Preceptores, Maestros, Profesores; y los lugares destinados a estas comunes enseñanzas: Escuelas, Estudios literarios, Auditorios, Colegios, Gimnasios, Academias, etc.” (p.27).

Comenio justifica su propuesta señalando que las escuelas existen tiempo atrás, de hecho destaca que:

“...después del Diluvio el Patriarca *Sem* abrió la primera escuela, que después fue llamada Hebrea. Igualmente, expresa que “En el pueblo de Israel, por mandato divino, se creaban escuelas, llamadas Sinagogas... éstas duraron hasta Cristo, conocidas por las predicaciones de Él y las de los Apóstoles.” (p.27)

Menciona que la tradición de fundar escuelas fue pasando de los egipcios, a los griegos y que “...principalmente de los romanos, *partió la admirable costumbre de abrir escuelas por todo su Imperio*, especialmente después de propagada la religión de Cristo por el piadoso cuidado de los Príncipes y Obispos.” (p.28). En esta misma página, Comenio (2010) continúa manifestando: “...Carlo Magno... ordenaba a los Obispos y Doctores la creación de templos y escuelas; y siguiendo este ejemplo otros cristianos Emperadores, Reyes, Príncipes... aumentaron de tal modo el número de escuelas que hoy son innumerables.”

---

<sup>25</sup> El cambio del tiempo presente al pasado en el texto es parte del original.

Fue entonces la escuela una idea adecuada para poder formar en la religión a la vez que solventar el problema de los padres que no pueden educar a sus hijos debido a sus ocupaciones (falta de tiempo) o porque no tienen condiciones intelectuales para hacerlo (aunque con el tiempo esto pasó a un segundo plano una vez evidenciadas las bondades adicionales de la educación en las escuelas, academias, etc.). Los preceptores, maestros, profesores, personas valoradas por su conocimiento y aprobación de sus costumbres, son para Comenio quienes tienen la responsabilidad de enseñar, educar a los hijos de otros al mismo tiempo, en unos sitios adecuados.

Esto responde a lo planteado por Vives, solo que para éste los profesores deben ir escalando "...madurando así su preparación en el ejercicio de la enseñanza." (Zaragüeta, 1940:12), es decir, que el profesor no nace siéndolo sino que se forma, aunque la formación no sea un conocimiento pedagógico y didáctico *per se* sino más bien es el resultado del ejercicio. Para Comenio ser profesor no es un asunto de formación sino más bien de seguir lo que él –Comenio- preestablece como fundamentos (tablas 4.2, 4.3 y 4.4); considera que el conocimiento de la materia es la base del conocimiento del profesor, los fundamentos le darían la facilidad, solidez y abreviada rapidez para enseñar. Es evidente que en la época no existían los elementos conceptuales para la enseñanza, lo que se hace más claro en Vives, en tanto que Comenio no se conforma con esta carencia por lo que se propuso establecer un método que pudiera ser utilizado por quienes enseñaran en la escuela, colegio, academia, etc.

La escuela se convierte en un lugar de reunión de la juventud, que entendida como santa costumbre, impulsa la adquisición del ejemplo de los demás lo cual también redundará en una mayor satisfacción y fruto, se empieza a convertir en un lugar especializado en el que se educa bajo ciertos principios. Para esto se planteó que:

“... es de gran interés para toda la República Cristiana, no sólo conservar esta santa costumbre, sino aumentarla de tal manera que en toda reunión bien ordenada de hombres (bien sea ciudad, pueblo o lugar) se abra una escuela como educatorio común de la juventud....Y aunque no faltarán padres que puedan dedicarse completamente a la enseñanza de sus hijos, es mucho mejor que se eduque la juventud reunida, porque el fruto y la satisfacción del trabajo es mayor cuando se toma el ejemplo y el impulso de los demás” (p.28) “¿Por qué, pues, así como los talleres forman los artesanos, los templos conservan la piedad y las curias administran la justicia, no han las escuelas de avivar, depurar y multiplicar las luces de la sabiduría, y distribuirla en todo el cuerpo de la comunidad humana?” (Comenio, 2010:29)

Así pues, se institucionalizó la escuela que hoy por hoy es motivo por múltiples razonamientos respecto a su función ya no tanto para la religión como sí para la sociedad, cultura y economía (empresa, industria, producción, consumo). Tampoco se ha ignorado el papel y dinámica de quienes se encuentran en el interior de la escuela, enseñando, aprendiendo, educando, administrándola. Lo cierto es que, en la actualidad más que nada y más que siglos atrás, las instituciones de educación dependen de factores tales como la cultura, política, economía, desarrollo científico y tecnológico, más que el religioso –aunque en algunas culturas puede seguir siendo fundamental-, su “autonomía” y la de quienes la conforman están al vaivén de estos factores, con todo y esto, estos mismos están también dependientes de qué tanto su control, regulación, en verdad contribuye a sus intereses, puesto que la realidad de lo que ocurre en la práctica y las teorías construidas son poco tenidas en cuenta por los factores que buscan dominar la educación.

### **2.2.3. Educación para todos y de todo**

Teniendo presente el adjetivo de “magna” en la didáctica de Comenio, la concepción generalizadora de la educación adquiere el carácter de favorecer a todos los que sean posibles de educar en la escuela sin importar sus características sociales (“...no sólo deben admitirse en las escuelas de las ciudades, plazas, aldeas y villas a los hijos de los ricos o de los primates, sino a todos por igual, nobles y plebeyos, ricos y pobres, niños y niñas.” (p.30)) o congénitas “...no es obstáculo que haya algunos que parezcan por naturaleza idiotas y estúpidos. Porque esto mismo es lo que hace más recomendable y urgente esta cultura general de los espíritus.” Dando un argumento más, pone de relieve que “...Por lo mismo que hay quien es de naturaleza más tarda o perversa, hay que ayudarle más para que en lo posible se vea libre de su brutal estupidez.” (p.30). Más aún, esgrime para el caso de las mujeres: “No existe ninguna razón por la que el sexo femenino...deba ser excluido en absoluto de los estudios científicos (ya se den en lengua latina, ya en idioma patrio).” (Comenio, 2010:31).

Al parecer la concepción que expone responde a un interés por cambiar las condiciones que se presentaban en las escuelas de la época. Critica el que no hayan escuelas en territorios pequeños, aldeas; el que no existan escuelas sino para los ricos, dados los costos, lo cual deriva en la pérdida de “... algunos excelentes ingenios con daño de la Iglesia y de los Estados.” (p.38). Reconoce la segregación que se hace a los escasos de entendimiento y las mujeres, en esto se percibe el humanismo y sentido democrático que Comenio quiere dar a la escuela, la acogida y recibimiento que deben tener todos y todas, es decir, busca establecer una igualdad en tanto seres humanos sin importar su ascendencia o características físicas, sociales, de género.

Según Cura (2011), Vives busca que “...una educación integral llegara a todos los estratos sociales...” (p.8), no empero no queda claro cuál es el alcance de tal expresión, como sí lo hace Comenio en su descripción, ya que propone situar todo, todas, todos, en la órbita universal, en donde se admita un cubrimiento mucho más amplio de la educación, más inclusiva, niños y niñas de toda naturaleza y características naturales o de diferentes condiciones sociales tienen derecho a recibir educación.

Teniendo en mente lo anterior, Comenio advierte que “En las escuelas hay que enseñar todo a todos.” (p.33). También aclara que no se trata de que todos tengan conocimientos especialmente acabados y laboriosos de todas las ciencias y artes, “Esto ni es útil por su misma naturaleza ni posible dada la brevedad de la humana existencia.”. (p.33). Ante esto, parece encontrarse cierta incoherencia si se tiene en cuenta que se asume cabalmente el determinante de “a todos” pero al referirse al todo se detiene a precisar que no se trata de enseñar todo, aunque da la impresión unas páginas más adelante en su escrito, que no solo se debe enseñar todo sino que además debe aprenderse como tal, como ha sido construido el conocimiento.

### **2.2.4. Descripción y clasificación de las escuelas**

Hasta aquí, Comenio expresa su intención de no escribir sobre las escuelas de su época, no obstante, es evidente que ha terminado haciéndolo mediante la presentación de sus condiciones de funcionamiento y organización, describiendo su estado y cómo deberían ser. En lo que sigue, continúa elaborando críticas y propuestas que se acercan cada vez más a su manera de pensar la escuela, lo que deberían

enseñar los profesores y cómo hacerlo, al igual que, basado en esta enseñanza deberían aprender los alumnos.

Prosiguiendo con su lógica, destaca su idea de escuela por lo que escribe:

“Llamo escuela, que perfectamente responde a su fin, a la que es un verdadero taller de hombres; es decir, aquella en la que se bañan las inteligencias de los discípulos con los resplandores de la Sabiduría para poder discurrir prontamente por todo lo manifiesto y oculto (como dice el libro de la Sabiduría, 7.17); en la que se dirijan las almas y sus afectos hacia la universal armonía de las virtudes y se saturen y embriaguen los corazones con los amores divinos de tal modo que todos los que hayan recibido la verdadera sabiduría en escuelas cristianas vivan sobre la tierra una vida celestial.” (p.37)

En su idea de escuela da un sentido y significado claro del fin y alcance de la misma en el desarrollo de la vida de las personas en la que sus inteligencias se eleven hasta lo manifiesto y oculto. La escuela – cristiana- es el lugar de la sabiduría y del conocimiento en el que las almas se exponen a la armonía universal orientada por los amores divinos. La función de la escuela y su educación, dice, es vista con pánico, susto, por los alumnos debido al método tan severo, lo cual los ha alejado del conocimiento y acercado a otras actividades, en sus propias palabras dice:

“Para educar a la juventud se ha seguido, generalmente, un método tan duro que las escuelas han sido vulgarmente tenidas por terror de los muchachos y destrozo de los ingenios, y la mayor parte de los discípulos, tomando horror a las letras y a los libros, se ha apresurado a acudir a los talleres de los artesanos o a tomar otro cualquier género de vida.” (p.38).

Señala, que la juventud que asiste a la escuela, no obstante lo anterior, lo hacen por algunas de las siguientes condiciones: obligados por la voluntad de sus padres o instigadores; por la esperanza de obtener en algún tiempo alguna dignidad a causa de las letras; movidos por un espontáneo impulso hacia profesiones liberales. Manifiesta que los que no continuaban en la escuela en lugar de ser “... mansos corderos, salieron de allí asnos salvajes, indómitos y petulantes mulos, y en lugar de inclinación encaminada a la virtud, sacaban una afectada urbanidad de costumbres...” (p.38).

Destaca, cómo en la escuela no se desarrolla el buen vivir, “...Testimonios de ello son la disoluta disciplina de casi todas las escuelas; las licenciosas costumbres en todos los órdenes; las quejas, suspiros y lágrimas de muchos piosos varones.” (p.38), así también destaca que lo que se evidenciaba en la escuela es un desorden como consecuencia del apetito por la ciencia, aunado a esto declara que “...lo que la mente humana es capaz de conocer en el espacio de un año, entretenía durante cinco, diez, muchos. Lo que puede infiltrarse e infundirse suavemente en las almas se introducía violentamente, o mejor, se embutía y machacaba.” (p.38).

Es evidente el reclamo que se está haciendo a la pérdida de tiempo y al atropello que se hace con el conocimiento a consecuencia del desconocimiento, posiblemente no del mismo *per se* pero sí de saber cómo enseñarlo. Resulta interesante su reclamo sobre el sufrimiento que se vive en las escuelas a causa de la disciplina, no obstante, se puede decir que la manera como él mismo la piensa cuando señala qué se debe hacer en la misma para alcanzar el orden, mediante el método, parece contradecirlo. Si con ser de su crítica él también de cierta forma cae en lo mismo, habría que hacer un estudio a profundidad en dicha época. Quizá los estudios de Foucault ayuden a aproximarse a comprender un escenario general

–sobre todo en Francia-, pero aun así se percibe necesario conocer cuál era el disciplinamiento específico en el contexto que denuncia Comenio.

Prosigue el autor proliferando su asombro, escribiendo: “Lo que podía ser expuesto clara y lúcidamente se ofrecía a los ojos de modo obscuro, confuso, intrincado como verdaderos enigmas.” (p.39). Pone como ejemplo, que el latín puede fácilmente ser aprendido por aguadores, zapateros, etc., incluso dos o tres lenguas, en unos pocos meses, no obstante, los estudiantes “...después de quince y aun veinte años, sostenidos con los andadores de sus gramáticas y diccionarios, apenas si pueden expresar en latín unas pocas cosas, y esto no sin duda y titubeos.” (p. 39).

Teniendo presente lo anterior se puede decir que, trayendo a colación el aprendizaje de unos idiomas, se hace comparación con la facilidad con que personas ubicadas fuera de la escuela lo aprenden sin mayores óbices, de manera rápida y sencilla, la escuela por su parte se quedaría en las estructuras teóricas que sin beneficio paralizan, anquilosan, tullen, petrifican, detienen la fluidez del aprendizaje del idioma. La escuela es vista como un obstáculo para el aprendizaje, además de ser ineficiente en el uso de tiempo también advierte que se encuentra centrada en mostrar de forma oscura lo que puede ser expuesto claramente, el paralelo que hace con el aprendizaje del latín obtenido por personas que no asisten a la escuela es muy revelador del estado de la situación, aunque también un poco exagerado.

Según Comenio “...la escuela no ha hecho otra cosa que perseguir la ciencia.” (p38). Cabe decir, que por más que se dedique tiempo en exceso a la enseñanza de la ciencia *per se* -la del laboratorio, la de la actividad u oficio científico- o la de un idioma, éste no podrá ser aprendido de *ipso facto*. Comenio busca hacer accesible el conocimiento por lo que pretende organizar el tiempo para su aprendizaje a la vez que organizar el conocimiento a enseñar. Su concepción de enseñar a todos al mismo tiempo, en el cual espera que también se aprendan al mismo tiempo, al igual que su idea de la tabla limpia, y el método de enseñanza universal –se puede decir que estandarizado- es muy revelador sobre cómo entendía la enseñanza, el aprendizaje y la planeación de las mismas.

Ahora, reflexionando sobre sí mismo y de los que lo rodean, Comenio pone de relieve, confiesa fríamente, que son muchos los testimonios de gente ilustre, insigne, preclara, notable, que podrían dar cuenta de su reclamo sobre lo que ocurre en las escuelas, a saber:

“Aunque, ¿qué necesidad tenemos de buscar testigos? Lo somos todos los que hemos salido de las escuelas y academias con un ligero barniz literario. Entre muchos miles yo mismo soy uno, mísero hombrecillo, cuya riente primavera de la vida, los florecientes años de la juventud pasados en las vaciedades escolásticas fueron desdichadamente perdidos. ¡Ah, cuántas veces, después que me ha sido dado comprenderlo mejor, me ha llenado el pecho de suspiros, los ojos de lágrimas y el corazón de pena el recuerdo de la edad perdida! ¡Ah, cuántas veces el sentimiento me obligó a exclamar!: ¡oh, sí Júpiter me devolviera los años pasados!” (p.39).

Leer esta cita hace recordar el capítulo III en el que presenté algunos libros frecuentemente usados como referentes bibliográficos de consulta por su importancia para la construcción del conocimiento, de estos resaltaba algunas concepciones negativas sobre la educación, escuelas y profesores, que Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Foucault y Kuhn, habían elaborado desde sus propias vivencias. En este sentido entonces, a juzgar por el momento histórico que vivió cada uno de los autores inmediatamente enunciados, se encuentra coincidencia entre sus concepciones construidas –siglos XIX

y XX- y las que desde el siglo XVII Comenio ya había igualmente elaborado como resultado de su paso por la escuela.

Estos gestos de sinceridad provenientes de autores que tienen su estructura conceptual en campos de conocimiento, ya sea de la pedagogía, didáctica, educación o fuera de estas, no solo deben ser vistos como puntos desde los que se despotrica, critica, reprocha, sino también como la realidad y naturaleza de los hechos que en la escuela han derivado en concepciones tan negativas sobre el conocimiento, desafortunadamente en compañía de quienes han practicado la enseñanza abiertamente en un sentido tortuoso.

Para Comenio, las causas de que después de muchos años de pasar por las escuelas no se aprendiera lo suficiente, o en la mayoría de los casos apenas se llegara a conocer todas las ciencias y artes, son resultado de obstáculos que se urden en las escuelas, de su estado, a saber:

- No ha habido objetivos determinados ni metas fijas a las que hubiesen de llegar los discípulos en cada año, mes o día, todo era indeciso.
- No se ha determinado los caminos que infaliblemente habrían de conducir a la meta; lo que naturalmente está unido no se consideraba conjuntamente, sino por separado.
- Casi nunca han sido enseñadas las artes y las ciencias de un modo enciclopédico<sup>26</sup>, sino fragmentariamente.
- Se ha empleado múltiples y variados métodos, diferentes en cada escuela, cada preceptor el suyo y aún un mismo profesor practicaba un método distinto en una ciencia o arte que en otra.
- Falta el modo de instruir simultáneamente a todos los discípulos de la misma clase, se emplea el trabajo separadamente con cada uno de ellos; siendo muchos los profesores se ocasiona una mayor confusión al enseñar y practicar cosas diversas en cada hora, lo mismo ocurre con la abundancia de libros que de los preceptores sólo consiguen distraer a los espíritus.
- Por último, han podido los discípulos, con anuencia de los preceptores, manejar y estudiar otros libros en la escuela o fuera de ella, se piensa que cuanto más fuesen los autores consultados más numerosas serían las ocasiones de aprovechamiento, siendo así que solamente eran motivos de distracción.

Como se puede leer Comenio (2010) tiene la concepción de que la escuela está en desorden, sin estructura, sin un oriente que guíe su razón de ser. Su descripción del estado de la educación hasta inicios de siglo XVII, no obstante de escribir que no eran sus intenciones, fue necesaria, fundamental, en aras de soportar su propuesta. Entonces, se denota de los puntos destacados anteriormente la alerta que el autor hizo referente a la falta de metas, lo que conducía a visiones fragmentadas frente a lo que se buscaba, según el autor, esto ha llevado a que en la instrucción por escuelas o profesores se utilicen varios métodos en distintos campos de saber, aunado a esto destaca que la libertad para consultar libros daba pluralidad de opciones que terminaban en la distracción. Otros aspectos, tienen que ver con la falta de enciclopedismo, de textos que reunieran y relacionaran todo en su conjunto, y de disminuir el número de profesores y aumentar el número de estudiantes por cada uno, en la idea de disminuir la confusión que se podría generar en cada estudiantes por la cantidad de profesores con métodos distintos y variados libros.

---

<sup>26</sup> Al parecer Comenio (2010) hace referencia a lo enciclopédico en el sentido de que los conocimientos se encuentren reunidos en un solo escrito.

Hasta este momento se ha buscado con este autor poder sacar a flote ideas que permitan conocer lo mejor posible su escrito que sin duda es relevante para entender lo que más adelante se escribirá en este capítulo sobre autores que hacen alusión a la didáctica y/o pedagogía, a veces desconociendo este escrito clave para la investigación, reflexión o propuestas, pero en todo caso abriendo el camino hacia la constitución de territorios de conocimiento que dan cuenta de discursos y objetos particulares de investigación que han generado perspectivas conceptuales, teóricas, sobre las cuales se ha venido haciendo discusión dentro de sus comunidades de investigadores.

Con base en los elementos que se han presentado hasta el momento, Comenio ha tejido lo que a su modo de ver ha sido la educación de su época, es a partir de estos que elabora su propuesta la cual tiene como conceptos moderadores, el orden y la organización, quizá también se pueda decir disciplina en la perspectiva registrada por Foucault en el mantener el control de las instituciones. Comenio entonces consigue construir un camino suficientemente detallado bajo ciertos principios religiosos ortodoxos que reinaban, de los que supo sacar el máximo de provecho combinándolos con la instrucción y la idea de formación a través del uso de analogías y creencia en Dios.

Su pretensión de transformar la escuela, la educación, a partir de sus propias concepciones negativas de cómo estaba funcionando, lo condujo a plantear elementos generales con lo que se pudiera reformar:

- Se debe instruir a toda la juventud, en todo aquello que puede hacer al hombre sabio, probo y santo.
- Se ha de hacer la preparación de la vida de modo que termine antes de la edad adulta; esto es posible de realizar sin castigos ni rigor, de manera leve y suavemente, sin coacción alguna, de un modo natural.
- Se debe preparar para adquirir un conocimiento verdadero y sólido, no falso y superficial, que permita al hombre guiarse por su propia razón, para que no se limite únicamente a leer y aprender en los libros pareceres y consideraciones ajenos de las cosas, o a retenerlas en la memoria y recitarlas, sino que sea capaz de penetrar hasta la médula de las cosas y conocer de ellas su verdadera significación y empleo.
- La enseñanza debe ser fácil en extremo y nada fatigosa, bastando cuatro horas diarias de ejercicios públicos y de suerte que un solo preceptor sea bastante para instruir a cien alumnos con diez veces menos trabajo que el que actualmente emplean con uno solo.

Las expresiones enunciadas dan atinadamente –aunque no necesariamente apropiadas- en puntos neurálgicos al pensar ontológicamente en las personas, poniendo en aviso las etapas y condiciones para el aprendizaje, y lo que debe distinguir a la enseñanza –lo fácil-, las características del conocimiento que se aprende y la función de este para comprender las cosas en sí mismas. En lo que respecta al conocimiento verdadero y sólido, no falso ni superficial, suena en verdad que interesante, ahora más que nunca, cuando sobre esto se ha elaborado y acumulado investigación que da aproximaciones a semejante complejidad que se cierne cuando se toma en profundidad lo que significa tal expectativa.

Por los procedimientos propuestos por Comenio en cuanto a la enseñanza de las artes, ciencias, piedad, lenguas, costumbres y el dogmatismo que encierra todo ello alrededor de la religión, no parece coherente lo que pretende en cuanto a erradicar el aprendizaje memorístico y el recitar lo que dicen los libros, para permitir al hombre regirse por su razón, máxime si se tiene en cuenta lo celoso que es el

autor por el uso deliberado de libros que no son previamente analizados en la pertinencia para la educación, y el método de enseñar que diseña en el marco de la idiosincrasia religiosa.

En esto y en todo su escrito, como se continuara presentando, en Comenio se evidencia su virtud de administrador, esto es tanto más cierto que hasta clasifica las escuelas en cuatro tipos según el crecimiento de la persona, tabla 4.1.

**Tabla 4.1:** Periodos, tiempo de duración de cada uno, y tipos de escuelas para la educación según Comenio (Tabla adaptada de la *Didáctica magna*)

Periodo	Duración (en años)	Institución
I La Infancia	6	El regazo materno, Escuela maternal (Gremium maternum)
II La Puericia	6	La escuela de letras o Escuela común pública
III La Adolescencia	6	Escuela latina o Gimnasio
IV La Juventud	6	La Academia y viajes o excursiones

Como se observa en la tabla 4.1 para cada escuela hay un periodo que tiene una duración de seis años por lo que se concluye que a la edad de 24 años se termina la formación escolar, según Comenio cada escuela desarrolla actividades de acuerdo a la edad, pero en todo caso se enseña todo, solo que en diferentes niveles de profundidad. En este sentido, también resalta que, "...no se enseñaran materias también diferentes, sino las mismas, pero de distinto modo; es decir, TODAS las que pueden hacer a los hombres, verdaderos hombres; a los cristianos, verdaderos cristianos, y a los doctos, verdaderamente doctos..." (p.160).

A la par señala que las enseñanzas no deben disgregarse, sino que, conforme a las leyes del método natural ya expuesto, al mismo tiempo deben darse todas, "... a la manera que el árbol va creciendo en su totalidad por igual en todas sus partes, lo mismo este año que el próximo, que mientras viva, aunque pasen cien años." (p.160). Poniendo en una posición aún más administrativa, aclara que "...habrá una escuela materna en cada casa; una escuela pública en cada población, plaza o aldea; un Gimnasio en cada ciudad y una Academia en cada Reino o provincia mayor." (p.160).

### **2.2.5. Características y relación profesor y estudiante (s), descripción de los fundamentos generales y específicos: solidez y facilidad para enseñar y aprender**

No se puede pasar por alto el asunto del número de estudiantes y lo equivocado que el autor estaba al creer que es posible, por lo menos en pleno siglo XXI aunque no creo que haya sido muy diferente en el siglo XVII, disminuir el trabajo del profesor diez veces menos teniendo como proporción 1 a 100 estudiantes, es decir que tiene menos trabajo atendiendo a 100 estudiantes a la vez que atendiendo uno por uno. Es claro que Comenio ya estaba teniendo en mente lo que implica para un Estado dar educación a todos y totalmente.

Abordando el tema de las características de los estudiantes en tanto inteligentes y dóciles, dentro de sus asuntos elaboró una clasificación de los estudiantes según su temperamento, el cual se concreta aquí de la siguiente forma:



- Los agudos, ávidos y dúctiles: éstos son los únicos, entre todos, más aptos para los estudios, a quienes no hay más que suministrar el manjar de la sabiduría y crecen como una vigorosa planta. Solamente hay que proceder con prudencia, para no permitirles ir más de prisa de lo conveniente, a fin de que no decaigan prematuramente y se tornen estériles.
- Los agudos, pero lentos, aunque complacientes: estos sólo necesitan espuela (al parecer esto quiere decir estímulo, incentivo).
- Los agudos y ávidos, pero bruscos y tozudos: son corrientemente odiados en las escuelas y muchas veces no se tiene esperanza de sacar nada de ellos, sin embargo, suelen resultar hombres grandes si se les educa con acierto.
- Los simpáticos y ávidos de aprender, pero tardos y obtusos: estos pueden, desde luego, seguir los pasos de sus compañeros, y para que les sea posible hay que condescender con su debilidad, no imponiéndoles nada con severidad ni exigiéndoselo con dureza, más bien hay que tener una tolerancia benigna en todo, estimulando, apoyando y levantando su espíritu para que no decaigan. Ciertamente éstos tardarán más en llegar a la meta, pero llegarán más formados, como acaece con los frutos tardíos.
- Los obtusos que al mismo tiempo son indolentes y perezosos, los cuales, a pesar de todo, pueden ser corregidos con tal de que no haya en ellos pertinacia. Pero éste es un trabajo que requiere mucha prudencia y paciencia extraordinaria.
- Los obtusos y además de torcida y malvada índole, perdidos la mayor parte de las veces: no hay que desesperar en absoluto de que estos casos tengan remedio, sino que debemos intentar corregir y extirpar la pertinacia (obstinación, terquedad). Si no se consigue, habrá que arrojar el torcido y nudoso leño. No obstante, apenas si se halla entre millares un ingenio de tal naturaleza y de tamaña degeneración, lo cual es un testimonio elocuente de la bondad de Dios.

La taxonomía que formaliza Comenio bien puede ser utilizada para controvertir precisamente la idea del número de estudiantes por profesor, con la consecuente diversidad de pensamientos, el manejo de la disciplina, que por cierto fue motivo del capítulo XXVI: “De la disciplina escolar” en su didáctica; unas páginas más adelante abordaré algunos detalles del mismo.

En torno al educador y su incidencia en la formación de las personas, haciendo uso de analogías sacadas de la historia y filosofía, pero sobretudo de la biblia asociada con asuntos que se presentan en la naturaleza, como suele ser su constante en el libro, pone como ejemplos utilizando como analogía a un animal: “...muchos ingenios que nacen despiertos perecen por culpa de sus educadores, que convierten a los caballos en asnos porque no saben gobernar a los rectos y libres.” (p. 46). Otro ejemplo, pero esta vez conexo con el manejo apropiado de una planta para su desarrollo, es el siguiente: “En verdad, el arboricultor puede obtener un árbol de cualquier raíz viva si emplea racionalmente su arte en la plantación.” (p.47).

De manera muy inteligente y buscado siempre la coherencia con su fundamentación espiritual, Comenio, a lo largo del escrito, pone el acento en que la naturaleza en si es resultado de una creación divina ordenada, organizada, completa, que solo es necesario seguirla para alcanzar el hombre ejemplar, el educador que quiera ser un buen guía deberá conocer a fondo lo que Dios dice a través de la naturaleza.

En tal sentido, la razón de ser de la didáctica para Comenio se establece claramente al manifestar que “... se deduce que ese orden que pretendemos que sea la idea universal del arte de aprender y enseñar

todas las cosas, no debemos ni podemos tomarle de otra parte que no sea de la enseñanza de la Naturaleza.” (p.53). Apoyándose en Cicerón, expresa: “Con la Naturaleza por maestro no se puede errar en modo alguno.” (p.53).

No era para menos que siendo Comenio determinista, tanto en sus investigaciones como en su manera de pensar la naturaleza no hiciera de importancia lo mismo con la didáctica, tanto que la vuelve universal, como una ley natural –científica-, la inmutabilidad es perenne por lo que lo estático de la naturaleza, la perfección copiada de la naturaleza para la enseñanza conduce igualmente a la creación de seres perfectos, sin error en modo alguno.

En consecuencia, el conocimiento del profesor deberá estar permeado, centrado más que por el conocimiento en sí mismo, por las buenas costumbres. No en vano declara, “Comencemos, en nombre de Dios, a investigar sobre qué, a modo de roca inmóvil, podemos establecer el Método de enseñar y aprender.” (p.52). Todavía más contundente en sus apreciaciones señala: “...*vamos a demostrar que con un solo y mismo método se puede instruir y formar una juventud de índole tan diversa como queda enunciado...*” (p.47). Lo enunciado corresponde a cuatro aspectos que para Comenio son prácticamente axiomas, a saber:

**Primero:** *todos los hombres han de ser encaminados a los mismos fines de Ciencia, Costumbres y Santidad.*

**Segundo:** *todos los hombres, sea cualquiera la diferencia que presenten en sus cualidades, tienen una única e igual naturaleza humana dotada de los mismos órganos.*

**Tercero:** *la expresada diversidad de cualidades no es sino exceso o defecto de la armonía natural, de igual modo que los excesos morbosos del cuerpo son húmedos o secos, ardientes o helados.*

**Cuarto:** *es más fácil atender a los aludidos excesos y defectos del espíritu cuando son recientes.*

Queda estipulado que lo único que hay que hacer en las escuelas es seguir estrictamente los designios, los cuales son inmutables, inmovibles, estáticos, al igual que extrapolables en un método, por lo que se puede confirmar el carácter técnico del método de enseñanza que se aventuró el autor a estructurar. Precisamente haciendo alusión a los requisitos generales para aprender y enseñar, y recordando lo que acontece en su época, tiene como justificación de primera mano el que “...en realidad, el método de enseñar fue hasta ahora tan indeterminado...” (Comenio, 2010:61). Su preocupación lo conduce a precisar claramente, a establecer los tiempos para el funcionamiento de la escuela, y con ello lo que debía hacer el profesor y el estudiante en el aula de clase, la función de los libros, los adornos en el salón.

En la idea de dar cumplimiento a la enseñanza y aprendizaje de manera estricta, plantea unos fundamentos que tienen su origen en acomodar la norma de las operaciones de la naturaleza a estas, para Comenio, como ya lo he dicho antes, lo que ocurre en la naturaleza es imitado por los hombres en cualquiera de sus actividades: “Veamos, pues, el procedimiento de la Naturaleza en el ejemplo de las aves al sacar los pollos, y observaremos cómo lo han imitado los arboricultores, pintores y arquitectos, deduciendo fácilmente cómo han de aplicarlo los formadores de la juventud.” (p.61).

Llevando esto al contexto de la escuela, Comenio escribe algunos de los fundamentos generales que él considera se deben desarrollar para cumplir con la ordenanza y así alcanzar los preceptos de formación (tabla 4.2).

**Tabla 4.2:** Recopilación y síntesis de fundamentos, requisitos generales esclarecidos por Comenio para enseñar y aprender (Tabla elaborada a partir de la *Didáctica magna*)

<p><b>Fundamento I: La naturaleza aprovecha el tiempo favorable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La formación del hombre debe empezarse en la primavera de la vida, como ya se había resaltado unos párrafos atrás.</li> <li>• Las horas de la mañana son las más adecuadas para los estudios (porque la mañana semeja la primavera; el medio día, el verano; la tarde, el otoño, y la noche el invierno).</li> <li>• Todo cuanto se ha de aprender debe escalonarse conforme a los grados de la edad, de tal manera que no se proponga nada que no esté en condiciones de recibir.</li> </ul>
<p><b>Fundamento II: La naturaleza prepara la materia antes de empezar a adaptarle la forma</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que estén de antemano dispuestos los libros y demás instrumentos.</li> <li>• Que se forme el entendimiento antes que la lengua.</li> <li>• Que ninguna lengua se aprenda por la gramática, sino, mediante el uso de autores adecuados.</li> <li>• Que las enseñanzas reales vayan antes que las orgánicas.</li> <li>• Que los ejemplos precedan a las reglas.</li> </ul>
<p><b>Fundamento III: La naturaleza toma para sus operaciones los sujetos a propósito, o también para hacerlos aptos los prepara antes adecuadamente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo el que ingrese a la escuela debe tener perseverancia.</li> <li>• Para cualquier estudio que haya de emprenderse hay que preparar el espíritu de los discípulos.</li> <li>• Hay que despojar de impedimentos a los discípulos. Para nada sirve dar preceptos si antes no <b>se remueven los obstáculos</b> a lo que se preceptúa (Séneca).</li> </ul>
<p><b>Fundamento IV: La naturaleza no se confunde en sus obras, procede claramente en cada una de ellas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuidese en las escuelas de que los discípulos no se ocupen en cada momento sino de una sola cosa. “En las escuelas existió la confusión de enseñar a los discípulos muchas cosas a un tiempo.” (p.66).</li> </ul>
<p><b>Fundamento V: La naturaleza empieza todas sus operaciones por lo más interno</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe formarse primero el entendimiento de las cosas, después la memoria, y por último, la lengua y las manos.</li> <li>• Debe tener en cuenta el preceptor todos los medios de abrir el entendimiento y utilizarlos congruentemente.</li> </ul>
<p><b>Fundamento VI: La naturaleza parte en la formación de todas sus cosas de lo más general y termina por lo más particular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar los cimientos de la erudición general desde el primer momento de su formación en la inteligencia de los niños que han de dedicarse a los estudios; esto es, una disposición tal de las cosas que los estudios que después se emprendan no parezca que aportan nada nuevo, sino que sean un cierto desarrollo particular de lo primeramente aprendido.</li> <li>• Cualquier idioma, ciencia o arte se enseña primero por los más sencillos rudimentos para que tenga de ella total idea. Luego, más intensamente los preceptos y ejemplos; seguidamente, el sistema completo con las excepciones. Por último, los comentarios, si hay necesidad.</li> </ul>
<p><b>Fundamento VII: La naturaleza no da saltos, sino que procede gradualmente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El núcleo de los estudios debe distribuirse cuidadosamente en clases, a fin de que los primeros abran el camino a los posteriores y les den sus luces.</li> <li>• Hay que hacer una escrupulosa distribución del tiempo para que cada año, mes, día y hora tenga su particular ocupación.</li> <li>• Debe observarse estrictamente la extensión del tiempo y el trabajo para que nada se omita ni se trastorne nada.</li> </ul>
<p><b>Fundamento VIII: La naturaleza que comienza no cesa hasta terminar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al que haya de ir a la escuela reténgasele en ella hasta que se convierta en hombre erudito, de buenas costumbres y religioso.</li> <li>• La escuela debe estar en lugar tranquilo, separado de las turbas y barullos.</li> <li>• Lo que, según esté establecido, haya que hacer, hágase sin interrupción alguna.</li> <li>• No deben otorgarse a nadie salidas ni vagancias (bajo ningún pretexto).</li> </ul>
<p><b>Fundamento IX: La naturaleza evita diligentemente lo contrario y nocivo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que los discípulos no tengan abundancia de libros, a no ser los dé su clase.</li> <li>• Que los libros referidos estén preparados de tal modo que no pueda aprenderse en ellos sino sabiduría, piedad y buenas costumbres.</li> <li>• No deben tolerarse compañías disolutas ni en las escuelas ni cerca de ellas.</li> </ul>

Partiendo de los fundamentos presentados en la tabla 4.2, Comenio (2010) elabora los fundamentos específicos de facilidad y solidez para enseñar y aprender (tablas 4.3 y 4.4). Tanto la tabla 4.2 como las 4.3 y 4.4, demuestran el nivel de control que Comenio buscaba se estableciera en las escuelas, recogen

múltiples aspectos contruidos minuciosamente buscando hacer de estos y los diseños religiosos uno solo; lo que se puede encontrar es también el querer hacer permanecer ciertas creencias sobre la vida y la existencia de la humanidad en la misma y en la otra vida. Presento los fundamentos en las tablas solo a modo de ilustración de la minuciosidad con la que se estaba pensando la didáctica en el marco de un paradigma particular, no me detendré a analizarlas.

**Tabla 4.3:** Recopilación y síntesis de los fundamentos de la facilidad para enseñar y aprender (Tabla elaborada a partir de la *Didáctica magna*)

<b>Fundamento I: La naturaleza empieza siempre por la privación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber más que un solo preceptor para el mismo discípulo en cada materia.</li> <li>• Antes de nada procúrese la armonía de las costumbres al arbitrio del formador.</li> </ul>
<b>Fundamento II: La naturaleza predispone la materia para hacerle apetecer la forma</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por todos los medios hay que encender en los niños el deseo de saber y aprender.</li> <li>• El método de enseñar debe disminuir el trabajo de aprender de tal modo que no haya nada que moleste a los discípulos ni los aparte de la continuación de los estudios.</li> <li>• El deseo de aprender puede encenderse en los niños y ser fomentado por los padres, los preceptores, la escuela, las cosas mismas, el método y los gobernantes.</li> </ul>
<b>Fundamento III: La naturaleza saca todo de sus principios, pequeños en tamaño, potentes en energía</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo arte debe ser encerrada en reglas brevísimas, pero muy exactas.</li> <li>• Toda regla ha de ser expresada en muy pocas palabras, pero claras en extremo.</li> <li>• A toda regla han de acompañarse muchos ejemplos para que su utilidad sea manifiesta, por muchas aplicaciones que la regla tenga.</li> </ul>
<b>Fundamento IV: La naturaleza procede de lo más fácil a lo más difícil</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El preceptor y los discípulos hablan el mismo idioma.</li> <li>• Todas las explicaciones de las cosas se hacen en la lengua conocida.</li> <li>• Toda gramática y diccionario se adaptan a la lengua mediante la cual ha de aprenderse la nueva.</li> <li>• El estudio de la nueva lengua se hace gradualmente de manera que el discípulo se acostumbre: primero, a entender (es lo más fácil); después, a escribir (donde hay tiempo para pensar), y por último, a hablar (esto es más difícil porque es más repentino).</li> <li>• Cuando se junta la lengua latina con las lenguas comunes preceden siempre éstas como más conocidas y va después la latina.</li> <li>• Los objetos se disponen de tal manera que primero se conozcan los próximos; después, los más cercanos; luego, los lejanos, y por fin, los más remotos.</li> <li>• Se ejercitan en los niños los sentidos, en primer lugar (esto es fácil); después, la memoria; luego, el entendimiento, y por último, el juicio. Así, gradualmente, seguirán; porque la ciencia empieza por el sentido, y por la imaginación pasa a la memoria; después, por inducción de lo singular, se forma el entendimiento de lo universal, y por último, de las cosas suficientemente entendidas se compone el juicio para la certeza del conocimiento.</li> </ul>
<b>Fundamento V: La naturaleza no se recarga con exceso; se contenta con poco</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Origina la distracción de los espíritus el proponer a los discípulos diversas materias al mismo tiempo. Como hacer estudiar en el mismo año gramática, retórica, dialéctica y hasta poesía, lengua griega, etc.</li> </ul>
<b>Fundamento VI: La naturaleza no se precipita; procede por el contrario, con lentitud</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destine pocas cosas a las lecciones públicas, deje otras tantas para los estudios privados.</li> <li>• Fatigue lo menos posible la memoria; es decir, sólo con lo fundamental, dejando correr libremente lo demás.</li> <li>• Enseñe todo conforme a la capacidad, que aumenta con la edad y adelanto de los estudios.</li> </ul>
<b>Fundamento VII: La naturaleza no produce sino lo que puede salir por sí una vez maduro interiormente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se emprenda con la juventud sino lo que la edad y el ingenio no solamente alcanzan, sino piden.</li> <li>• No se haga aprender de memoria sino lo que haya sido rectamente comprendido por la inteligencia. Y no se exija a la memoria más que lo que estemos ciertos que sabe el niño.</li> <li>• No se mande hacer sino aquello cuya forma y modo de imitar haya sido suficientemente enseñado.</li> </ul>

<b>Fundamento VIII: La naturaleza se ayuda a sí misma por todos los medios que puede</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se castigue con azotes por causa de la enseñanza. (Pues si no se aprende no es culpa sino del preceptor, que o no sabe, o no procura hacer dócil al discípulo).</li> <li>Lo que han de aprender los discípulos se les debe proponer y explicar tan claramente que lo tengan ante sí como sus cinco dedos.</li> <li>Para aprender todo con mayor facilidad deben utilizarse cuantos más sentidos se pueda.</li> </ul>
<b>Fundamento IX: La naturaleza no produce sino lo que tiene un uso claro e inmediato</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentarás la facilidad en el discípulo si le haces ver la aplicación que en la vida común cotidiana tiene todo lo que le enseñe. Esto debe verlo siempre en la gramática, dialéctica, aritmética, geometría, física, etc.</li> </ul>
<b>Fundamento X: La naturaleza ejecuta todas las cosas con uniformidad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Haya un solo y mismo método para enseñar las ciencias; uno sólo y el mismo para todas las artes; uno sólo e idéntico para todas las lenguas.</li> <li>En cada escuela se siga el mismo orden y procedimiento en todos los ejercicios.</li> <li>En cuanto sea posible sean iguales las ediciones de los libros en cada materia.</li> </ul>

**Tabla 4.4:** Recopilación y síntesis de los fundamentos de la solidez para enseñar y aprender (Tabla elaborada a partir de la *Didáctica magna*)

<b>Fundamento I: La naturaleza no emprende nada inútilmente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No deben tratarse otros asuntos sino aquellos que tienen una aplicación segurísima para esta vida y la futura. Principalmente para la futura.</li> <li>Si es necesario, como realmente lo es, imbuir en la juventud algunos conocimientos con miras a esta vida actual han de ser dichos conocimientos de tal naturaleza que no sean obstáculo para la vida eterna y produzcan verdadero y seguro fruto en la presente.</li> </ul>
<b>Fundamento II: La naturaleza no omite nada de lo que estima provechoso para el cuerpo que forma</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La escuela, al intentar formar al hombre, debe procurar formarlo totalmente para hacerle, igualmente, apto para los negocios de esta vida que para la eternidad, a la que se enderezan todas las cosas que anteceden.</li> <li>Enseñense, por tanto, en las escuelas no solamente las letras, sino también las buenas costumbres y la piedad.</li> </ul>
<b>Fundamento III: La naturaleza no hace cosa alguna sin fundamento o raíz</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Al empezar cualquier estudio debe excitarse en los discípulos una seria afición hacia él, con argumentos tomados de su excelencia, utilidad, hermosura, etc.</li> <li>Antes de descender a su particular estudio, debe siempre fijarse en el entendimiento del que aprende la idea general de la lengua o arte objeto del mismo.</li> </ul>
<b>Fundamento IV: La naturaleza echa raíces profundas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe estimarse seriamente la docilidad del discípulo como grabar profundamente la idea en su entendimiento; de tal manera, que nadie pase al estudio más intenso de un arte o de una lengua, sin asegurarse antes de que ha sido bien concebida y arraigada la idea general de dicha enseñanza.</li> </ul>
<b>Fundamento V: La naturaleza produce todo de sus raíces, no de ningún otro origen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Todo debe deducirse de los principios inmutables de las cosas.</li> <li>No se debe enseñar nada por la mera autoridad, sino que todo debe exponerse mediante la demostración sensual y racional.</li> <li>En nada se empleará únicamente el método analítico, la síntesis con preferencia en todas las cosas.</li> </ul>
<b>Fundamento VI: La naturaleza al disponer algo para muchos usos, lo diferencia con toda claridad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Al educar a la juventud deben hacerse todas las cosas con gran claridad de manera que no sólo el que enseña, sino también el que aprende, se dé cuenta sin confusión de ningún género del lugar a donde llegan y lo que han de ejecutar.</li> </ul>
<b>Fundamento VII: La naturaleza se halla en progreso continuo; jamás se detiene, nunca emprende cosas nuevas dejando a un lado las anteriores, sino que prosigue lo que empezó, lo aumenta y le da fin.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispónganse los estudios de tal manera que los posteriores tengan su fundamento en los que preceden y éstos se afirmen y corroboren con los que van después.</li> <li>Cuanto se ofrezca a la inteligencia, una vez bien percibido por el entendimiento, debe ser sólidamente fijado en la memoria.</li> </ul>
<b>Fundamento VIII: La naturaleza enlaza todas las cosas con vínculos perpetuos</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben de tal manera organizarse los estudios de toda la vida que formen como una enciclopedia, en la que nada haya que no provenga de la común raíz ni esté en su lugar debido.</li> <li>• Todas cuantas cuestiones se resuelvan han de ser de tal manera racionalmente fundamentadas que no dejen lugar ni a la duda ni al olvido. Todo debe enseñarse por sus causas.</li> </ul>
<p><b>Fundamento IX: La naturaleza guarda proporción entre la raíz y las a ramas, tanto respecto de la cantidad como de la cualidad</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo cuanto se perciba, considérese al punto qué uso puede tener para que nada se aprenda en vano.</li> <li>• Todo cuanto se perciba transmítase a otros para que ellos lo comuniquen a los demás, a fin de no saber nada en vano.</li> </ul>
<p><b>Fundamento X: La naturaleza vive y se robustece con movimiento frecuente</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es posible esperar solidez en la instrucción, sin repeticiones y ejercicios en extremo frecuentes y hábilmente preparados.</li> <li>• Una vez expuesta con brevedad la materia de la lección, determinado claramente el sentido de las palabras y enunciada con precisión su utilidad, debe el profesor ordenar que se levante cualquiera de los discípulos y exponga los preceptos sirviéndose de las mismas palabras, y enuncie su utilidad valiéndose de los mismos ejemplos, debiendo ser corregido cada vez que incurra en error.</li> <li>• Mandé levantarse a otro y hacer igual relato, estando atentos todos los demás, y luego a un tercero, y un cuarto y cuantos sean necesarios hasta que se pueda suponer que todos lo han entendido bien y son capaces de repetirlo y enseñarlo.</li> <li>• De igual modo, fuera de la escuela se podrán formar discusiones y explicaciones varias respecto a materias recientemente aprendidas o estudiadas ya de atrás o algún asunto nuevo. Para lo cual, si se reúnen un número considerable de discípulos, se elige (por suerte o por votación) uno que haga las veces del maestro y que sea el que dirija la discusión. “Si alguno se negase, sea duramente castigado; queremos que en esto se proceda con severidad a fin de que no solamente no haya quien rehuya las ocasiones de enseñar y aprender, sino que todos procuren aprovecharlas.” (p. 92-93).</li> </ul>

Así pues, a través de estos fundamentos se esboza todos lo que se debería hacer para ordenar la escuela y hacer que funcione como un reloj de cuerda, toda la maquinaria estaría acoplada y siguiendo un mismo ritmo, la exactitud y determinismo serían los ejes desde los cuales se orientaría tal empresa de formación a la que todos y todas tienen derecho y en la que el profesor estaría sujeto técnicamente a obtener resultados eficaces. Diría Comenio: “Si todo esto se observa con cuidado seguramente las escuelas llenarán su fin.” (p.71). “De esta manera todo se irá consiguiendo suave y gratamente.” (p.72). “De este modo, con facilidad y sin dudas, se efectuarán todas las cosas.” (Comenio 2010:81).

Permeado por el paradigma de las ciencias clásicas Comenio quiso hacer funcionar la escuela como una maquina en la cual todo está calculado, la teleología marcó todo su pensamiento al seguir la idea de formar en esta vida para la otra, en que al igual que la naturaleza la educación debe ser universal, todos debe regirse por la misma razón de medida, no se deben salir de las condiciones preestablecidas. Al parecer, todas las lógicas ya están escritas solo es necesario observar la naturaleza para encontrarlas, la humanidad en sí tiene una manera de ser formada según la naturaleza al igual que su fin está pensado para servir a esta.

Si se tuviera en mente la didáctica establecida -método- por Comenio (2010) en los fundamentos de las tablas anteriores, pues sería un mundo de cosas sobre la que se habría de formar a los profesores, además de adecuar espacios y tiempos, conseguir recursos que al parecer no existían en gran cantidad. Quizá, la formación del profesor no es contemplada dado que se asume que quien sea profesor solo debe seguir fielmente los fundamentos preestablecidos para enseñar, para alcanzar el aprendizaje de los estudiantes. El conocimiento, tanto del profesor como del estudiante, no es el problema, el conocimiento ya está determinado, el profesor debe inscribirlos en la mente de los estudiantes.

Vaticinando las críticas que recibiría su propuesta de educación, Comenio se adelanta y formula los posibles problemas (tabla 4.5).

**Tabla 4.5:** Recopilación de los problemas reconocidos por Comenio para enseñar y aprender  
(Tabla elaborada a partir de la *Didáctica magna*)

<b>Problema I:</b>	¿Cómo <b>un solo preceptor puede ser suficiente</b> para cualquier número de discípulos?
<b>Problema II:</b>	¿Cómo puede ser que con <b>unos mismos libros se instruyan todos</b> ?
<b>Problema III:</b>	¿Cómo puede hacerse que <b>a un mismo tiempo todos hagan lo mismo</b> en la escuela?
<b>Problema IV:</b>	¿Cómo puede hacerse que <b>para todo se emplee el mismo método</b> ?
<b>Problema V:</b>	¿Cómo puede llenarse el <b>entendimiento de muchas cosas con muy pocas palabras</b> ?
<b>Problema VI:</b>	¿Cómo deben enseñarse las cosas para <b>obtener doble o triple resultado con un solo trabajo</b> ?
<b>Problema VII:</b>	¿Cómo podrá hacerse todo gradualmente?
<b>Problema VIII:</b>	Obstáculos a remover y evitar

La tabla 4.5, elaborada a partir del capítulo XIX: “Fundamentos de la abreviada rapidez en la enseñanza” hace clara alusión a las inquietudes que reflejarían su propuesta pero que de hecho él ya venía resolviendo en capítulos atrás. Las preguntas que formula relacionadas con los preceptores, libros y método, estableciendo proporcionalidad de estos con el número de discípulos, al igual que el referente de que todos hagan lo mismo y que se haga uso de pocas palabras, prediciendo que se pueden alcanzar el doble o triple de resultados, deja entrever que el problema está, más que en la abreviada rapidez –debido al mal uso del tiempo en las escuelas para la enseñanza-, en la eficacia y eficiencia que implicaba la educación para todos y todas, lo cual generaría mayores costos para el Estado. Con la abreviada rapidez busca la solución a cada una de las preguntas que formulaba, no dar fundamentos –lineamientos- generales, de facilidad y solidez para aprender y enseñar.

Como se puede entender de la tabla 4.5, a través de las preguntas se pone en las mismas una condición central desde la cual el método unificado, homogéneo, busca poner todo bajo las mismas condiciones de funcionamiento, en las que la exactitud y lo cíclico, son las constantes. Se puede decir, que de seguirse puntualmente a la *Didáctica magna* puede devenir la universalización de la educación, muy a propósito de expresarse la hegemonía, el poderío, el totalitarismo político, económico y cultural que da las pautas a seguir teniendo como pretexto la educación, y como marco de creencia, de paradigma, la religión y la naturaleza correlacionadas que son los lugares desde donde se configuran los principios y fundamentos de formación del ser persona.

El tiempo prolongado en la enseñanza es una parte del problema comeniano sobre la educación, el otro está en que ésta sea solo para algunos, por lo que al buscar disminuir un problema generó otro -el número de estudiantes a recibir en las escuelas y los profesores requeridos para la enseñanza, entre otras de este mismo tipo-, que es el que pretende afrontar con las preguntas que formula y que tienen parte de sus respuestas con los fundamentos generales, y específicos: de la facilidad y solidez para aprender y enseñar.

En correspondencia con lo anteriormente enunciado, Comenio destacaba: “Alguno dirá que todo esto es sumamente laborioso y prolijo en extremo.” (p.94). Continúan, pero ahora preguntándose lo que preguntarían: “¿Cuántos Preceptores, cuántas bibliotecas, cuántos trabajos serán necesarios para esta enseñanza universal?” (p.94), a lo cual respondía: “En efecto; si no hallamos el modo de abreviarlo es

asunto de gran magnitud y de no escaso trabajo.” (p.94). Aludiendo a lo que implicaría lo que dice manifiesta:

*“Si alguno quiere dedicarse a aquellas cosas más minuciosas (como todas las diferencias de las hierbas y animales; las obras de los artesanos y los nombres de las herramientas y cosas parecidas) se empeñará en un trabajo cansadísimo y lleno de prolijidad y complejidad. En las escuelas basta con investigar, llana y sólidamente, los géneros de las cosas y sus principales diferencias (ciertas siempre); lo demás ya habrá mil ocasiones de que llegue al entendimiento... si se consigue imbuir lo más importante en el entendimiento, todo lo particular vendrá después naturalmente [...] Esto es lo que se relaciona con la brevedad para enseñar y aprender.”* (p.108).

## **2.2.6. La disciplina y los libros en la escuela**

En concordancia con su lógica, Comenio, no deja de dedicar un capítulo a la disciplina en la escuela, para lo cual se pregunta “¿Qué es la disciplina sino un modo cierto, en virtud del cual los discípulos se hacen verdaderos discípulos?” (p.155), ante esto explicita que la disciplina es para todo aquel que se aleje del recto camino, no hay que aplicarla porque alguno se haya extralimitado sino para que no se vuelva a extralimitar, hay que emplearla sin pasión, ira u odio, con tal candor y sinceridad, que el mismo que la sufre se dé cuenta de que se aplica en su provecho, por lo tanto, debe aceptarla como se toma la medicina amarga que el médico receta...

*“La disciplina más rigurosa no debe emplearse con motivo de los estudios o las letras, sino para corrección de las costumbres... Los azotes y los golpes no tienen eficacia alguna para despertar en las mentes el amor a las letras; poseen, por el contrario, la virtud de engendrar en gran cantidad el tedio y odio del espíritu hacia ellas.”* (p.155).

Las disciplina más severa y rigurosa debe emplearse a quienes cometan faltas contra las costumbres tanto más las que van dirigidas contra Dios, ya que son pecados, deben ser expiados con durísimo castigo; las que se cometen contra los demás hombres y contra sí mismo, son injusticias que deben corregirse con áspera enmienda, y la que va contra los libros y trabajos es mancha que se borra con la esponja de la reprimenda. En resumen: *“... la disciplina debe dirigirse a mantener la reverencia respecto a Dios, la afabilidad para con el prójimo y la constancia en los trabajos y ocupaciones de la vida, y afirmarlas con el uso y práctica continuados.”* (p.157).

Tan importante es la disciplina como el arte de inculcar las buenas costumbres y la piedad, hasta tal punto que “... se ponga en práctica con toda exactitud y sea introducido en todas las escuelas, para que éstas sean de modo cierto verdaderos talleres de hombres...” (p.128).

En cuanto a esto, no sobra resaltar lo celoso que es Comenio con los libros que habrán de usar los discípulos y profesores, por lo que declara enfáticamente que:

*“...en las escuelas cristianas no deben estar Plauto, ni Terencio, ni Ovidio, ni Aristóteles, sino Moisés, David, Jesucristo; y deben idearse los modos en virtud de los cuales la Biblia sea tan familiar como el alfabeto a la juventud consagrada a Dios...”* (p.137).



Es tal la preocupación, que se dedica un capítulo en el que pone de colofón lo siguiente: “*Si queremos reformar las escuelas conforme a las normas verdaderas del cristianismo, hemos de prescindir de los libros de los gentiles o, por lo menos, usarlos con más cautela que hasta el presente.*” (p.142). Sin embargo, permite algunos peros con salvedades, por lo que manifiesta:

“*No todos son impuros: Cicerón, Virgilio, Horacio y Otros son serios y honestos. Sin embargo, también son paganos ciegos que apartan del verdadero Dios las inteligencias de los lectores para dirigirlos a sus dioses y diosas (Júpiter, Marte, Neptuno, Venus, la Fortuna, etc., falsas divinidades suyas)... (p.150)...si alguno de los gentiles ha de ser admitido, séalo Séneca, Epicteto, Platón y otros parecidos maestros de virtudes y honestidad en los cuales hay menos supersticiones y errores que hacer notar.*” (p.152).

### 2.3. Análisis general

La religión ha tenido una influencia paulatina y constante en la educación, de allí se han construido concepciones sobre el sujeto, conocimiento, disciplina, castigo, Estado, investigación, moral. Desde estas creencias se han constituido las disciplinas de conocimiento, de investigación, en ellas la cultura ha jugado, permeado, ayudada por la religión, un papel controlador del pensamiento, de las ideas que explican el mundo, que niegan, favorecen, coartan o promueven la libertad.

Siendo el origen de las escuelas de tipo bíblico, quienes la integran están supeditados a los designios predestinados; el principio y fin de sus vidas están encausadas y son causadas por las deidades, la escuela es para Comenio el lugar por excelencia más adecuado para la formación de las personas bajo la idea de la universalidad, mecanismo, determinismo del ser y el hacer en la vida.

En sí, Comenio lo que propuso fue organizar, estructurar la educación, buscando hacer accesible a todos todo el conocimiento pero bajo ciertas reglas y disciplina, fundamentos extraídos de lo que su mente religiosa, las condiciones históricas, literatura más próxima a él, le posibilitaban escribir argumentando con analogías de lo que acontece en la naturaleza, con otros seres vivos, lo que debía pasar con las personas en la escuela. Es claro que sus razones se ajustan al desarrollo que sobre educación se había realizado, de hecho las citas que realiza están relacionadas con autores como Platón, Aristóteles, Séneca, Vives y otros autores, que imperaban con sus explicaciones y reflexiones.

Comenio fue muy meticuloso en seleccionar los autores que podrían ser leídos en la escuela, como se encuentra en algunas de las citas realizadas anteriormente, para él; algunos escritos contenían ideología que debían ser negadas para la educación ya que no atendían a su manera de ver el mundo, pero sobre todo a su ideología. Quizá sea por eso que a Bacon y Montaigne –que citó Zuluaga (2007) como precursores de la didáctica-, no los haya citado en su escrito, habría que examinar qué sería lo que no aceptaba de estos o que dificultad podría haber hecho que no fueran tenidos en cuenta: ¿desconocimiento de los escritos, riñas religiosas, filosóficas, políticas, culturales, etc.? Desafortunadamente esto último se sale del alcance para esta tesis por lo que quedará como una proyección.

La perspectiva ortodoxa defendida por Comenio lo llevó a proponer una didáctica rigurosa, dominadora del ser y hacer, procedimental, metódica para alcanzar objetivos claros, y sobre los que se debía re-reproducir patrones de comportamiento que dieran continuidad al paradigma creacionista que

correlacionado con el paradigma clásico de las ciencias, concepciones absolutista, fijista y determinista, se conjugaban para pensar en la educación en la escuelas. Por esto no es difícil encontrar que el aprendizaje memorístico y el empezar de cero –en limpio, en blanco- en el mismo, al igual que la autoridad que ejerce el profesor para alcanzarlo sean consecuentes con los paradigmas mencionados.

La escuela se encarga de los hijos de los padres que no tienen tiempo para educarlos, lo cual termina siendo un cláusula para todos los niños, tengan o no sus padres tiempo para la educación, es decir, la escuela adquiere una responsabilidad de formar al niño, al ciudadano, pero con una perspectiva ortodoxa, doctrinaria, por lo que Comenio piensa en la eficacia –organización, orden, disciplina, aprendizaje- y eficiencia –número de estudiantes por profesor, reproducción de libros, colaboración de los estudiantes más inteligentes a sus compañeros de estudio, ir de lo simple a lo menos simple en la enseñanza-.

La premisa de “...enseñe todo a todos y totalmente.”, compromete aspectos financieros para la educación, lo que al parecer ya era preocupación de Comenio, al igual que también se puede interpretar, como lo hace Díaz Barriga (1995) que “...la enseñanza simultánea no es sólo un avance metodológico; implica una visión política de la escuela, surge en contra de la enseñanza tutorial de la nobleza feudal.” (p.14). Entonces, Comenio racionalizó tanto la enseñanza como el aprendizaje – profesor y estudiante- el aspecto ontológico era transversal a su didáctica, sin embargo, más que nada, la diversidad humana era sometida, entendida como homogenizada desde los primeros años de vida para luego dar la posibilidad, en la edad adulta, de sugerir, insinuar, de tener libertad para pensar.

Dado que primero se adoctrina y después “se abre la puerta de, hacia la libertad” la persona tiene escasas posibilidades de salirse de la semillita implantada y/o desarrolla durante su educación en la escuela bajo paradigmas que fueron, que todavía puede encontrarse, son dominantes en las instituciones de educación. Se podría decir, pensando desde la actualidad –inicio del siglo XXI- que Comenio quiso de cierta forma entretejer que en el ADN de las personas ya existía la información genética de la erudición, virtud y religión, que solo había que ayudar a germinar y crecer el ímpetu – semilla- con el que se nacían. No sobra aclarar que en los tiempos del autor la denominación “ADN” no había sido elaborada.

Para llegar a ser un animal racional, acorde a su figura humana, sabio, honesto y piadoso, es necesario cultivar en el hombre tales injertos, la disciplina es en esto la que facilita el amansar el animal congénito, sin un uso adecuado puede generarse un animal indomable. A diferencia de Vives para Comenio no debe usarse el castigo severo como la cárcel o el azote sino la razón, aunque subraya la necesidad de servirse de la severidad en el castigo cuando se trate de estudiantes que van en contra de las costumbres orientadas hacia Dios.

Si se tiene en mente la correlación entre enseñanza, naturaleza y religión en la formación de los seres humanos establecida por Comenio, sumado al número de estudiantes -100 por profesores- resulta entonces que la disciplina, en especial el castigo duro debía ser la constante más imperiosa ya que en la misma enseñanza, método, se contempla el espíritu, el fundamento de la formación.

La disciplina que se estaba dando en la escuela y la enseñanza de los profesores en sí –no en los estudiantes que al parecer recibían una disciplina recia- estaba siendo pérdida de tiempo y de frustración para quienes ingresaban a ella, ya que veían como con la enseñanza no se aprendía. En esto,

no empero la rigurosidad de Comenio en su presentación de los fundamentos y su análisis a la dinámica en la escuela, hay que decir que el profesor es visto para él como un instrumento mediante el que se alcanzan metas, siempre que cumpla con sus planteamientos.

Desde una mirada anacrónica a todo lo expuesto hasta este momento, se puede decir que el dogmatismo religioso y la revelación del mismo en la formación de la humanidad a través de la *Didáctica magna* son entonces el valor supremo de Comenio para ordenar la escuela, de allí buena parte de lo que ha acontecido en la educación, en muchos lugares y a lo largo de la historia de la misma y de otros campos como la ciencia y tecnología, cada una y en diferentes niveles de formación y de desarrollo han alcanzado diferentes miradas frente a la enseñanza, aprendizaje, conocimiento y naturaleza, aunque no tan alejadas de lo que Comenio había pensado desde el paradigma dominante de su época, que se reprodujo y se reproduce ampliamente desde disciplinas distintas a la pedagogía y la didáctica.

Es manifiesto que muchos paradigmas y epistemologías coexisten buscando alternativas que respondan a las características que con el tiempo van cambiando, transformando la manera de pensar y actuar, curiosamente más cerca de la complejidad e incertidumbre del conocimiento, que del determinismo comeniano, con características de solidez, facilidad y brevedad para la enseñanza del conocimiento. El hecho de no ser necesariamente deterministas, no implica ser desordenado, endeble, complicado, extenso, no tener objetivos, en esto la complejidad pone retos. La *Didáctica magna* con Comenio devino en una epistemología caracterizada por la con rigidez, mecanicismo, dogmatismo, en verdades reveladas sobre cómo tiene que funcionar la escuela, el profesor y el estudiante.

Quizá la realidad de la naturaleza no sea lo fácil, breve, sólida, ordenada, sino todo lo contrario, seguramente que lo que habría que enseñarse no es precisamente diferentes niveles de facilidad, solidez u brevedad, sino más bien diferentes niveles de complejidad, de incertidumbre, de comprensión de la naturaleza de los sistemas. En esto es determinante la lectura y razonamiento autónomo que el observador hace de la naturaleza y la aplicación que le da para explicar y explicarse fenómenos y problemas. Comenio reconoce e intuye lo prolijo y complejo que puede llegar a ser el detenerse a pensar las minuciosidades de la enseñanza y el aprendizaje, de hecho declara, aunque ya se había realizado esta cita arriba, que "...En las escuelas basta con investigar, llana y sólidamente, los géneros de las cosas y sus principales diferencias (ciertas siempre)... Esto es lo que se relaciona con la brevedad para enseñar y aprender." (p.108).

Con esto se abre entonces la premisa contraria, ya que por lo menos en los últimos cincuenta años ha despertado la curiosidad de investigadores que desde varias disciplinas de conocimiento -didáctica de las matemáticas, de la biología, etc.- han indagado a profundidad, minuciosamente la enseñanza y el aprendizaje, entre otras cosas, no obstante la complejidad que puedan revestir, buscando explicarlas, entenderlas.

Las ideas de *didáctica magna* comenianas son sugestivas y posibles de encontrar en la didáctica y la pedagogía actuales, claro está que otras ideas no tan *magnas* se han vislumbrado y profundizado, a la vez que aportando a la madurez de estos campos de investigación y de producción de conocimiento, que ya no tan asiduos seguidores de la religión han acrecentado la visión sobre lo que implica enseñar y aprender, abriendo perspectivas explicativas sobre las razones de ser del conocimiento, currículo, estudiante, profesor, formación, cultura, evaluación, entre otras cosas. Luego entonces la perspectiva

magna de Comenio ha evolucionado en la manera de pensar la didáctica, negada para algunos, dando un lugar privilegiado a la pedagogía aunque en algunos casos es didáctica solo que se han intercambiado los términos.

Es indudable el aporte de este escrito a la didáctica y a la educación si se tiene en cuenta los problemas que el autor resaltaba de manera acuciosa y que buscaba resolver, sin embargo, en algunas ocasiones parece hallarse algunas contradicciones –memorización, tabla rasa, número de estudiantes por profesor, precisar el acceso a los mismo libros, las analogías con la religión- que no estarían del todo acordes para nuestro tiempo, pero que seguramente no fueron vistas en su momento como tales dado el paradigma religioso que predominaba y marcaba la pauta para pensar el conocimiento, persona, estudiante, profesor y el lugar de la particular concepción sobre el lugar de la naturaleza en la enseñanza.

A decir verdad, cada uno de los fundamentos son una o varias soluciones a problemas y obstáculos detectados por Comenio en sus investigaciones, fundamentos que propendían por transformar la educación haciendo un mayor cubrimiento pero también optimizando los recursos mediante la planeación y administración de toda la enseñanza, espacios y recurso humano. El pensamiento creacionista de la vida, y la naturaleza mecanicista y positiva de la ciencia tiene un lugar especial en la reproducción de sujetos en las escuelas que propone Comenio.

Recogiendo el asunto preliminar con el que se inició este apartado en cuanto a la declaración de Cuauhtli (1962) y Zuluaga (2007) respecto a que Comenio había recogido los planteamiento de Luis Vives, por lo que le debía a este mucho de su propuesta, a estas alturas se puede decir someramente, debido a no conocer de fondo los escritos de Vives, que la *Didáctica magna* recoge el fundamento religioso, la concepción sobre profesor y de cierta manera también el de disciplina, solo que matizada en lo relacionado con la enseñanza y aprendizaje, ya que en cuanto a los aspectos de irreverencia hacia la religión hay coincidencia en lo riguroso para el castigo a seguir.

Hasta aquí se ha presentado de forma resumida lo que se puede entender como la estructura general de su didáctica. Es posible explicitar que también se evidencian unas didácticas específicas que se entroncan de manera coherente con su discurso en lo que denominó como “...enseñar ingeniosamente *las ciencias, las artes, las lenguas, buenas costumbres y piedad*. ...ingeniosamente; esto es, con facilidad, solidez y brevedad.” (p.109). A cada una de estas materias Comenio (2010) destina un capítulo a partir del método único establecido en sus fundamentos.

Sera motivo de destacar en el capítulo V de esta tesis doctoral la didáctica relacionada con la enseñanza de las ciencias. Continuaré retomando brevemente otros aspectos de Comenio (2010) en la parte inicial del apartado que sigue.

### **3. Acercamiento a las encrucijadas y perplejidades entre didáctica y pedagogía devenidas de la *Didáctica magna***

Con lo enunciado hasta ahora se podría decir que la palabra didáctica no es nueva, todo lo contrario subyace a esta varios siglos, Juan Amós Comenio, fue quien dio principalmente el contexto de la misma con la producción de la *Didáctica magna*. A partir de esta, la propagación, dispersión, expansión, difusión, curso y divulgación, esta palabra ha tenido diferentes maneras de ser entendida,

incluso, de ser cambiada por otras que han tomado su lugar. En algunos momentos, textos, contextos, haciendo énfasis en la didáctica se refieren a ella en términos de pedagogía, en otros casos se busca negarla o hacerla ver como un asunto meramente instrumental, de manera semejante puede ocurrir que a la pedagogía se le dé un sentido instrumental. Como quiera que sea, los sentidos y significados no son fortuitos, todo lo contrario abrigan de fondo miradas particulares de tipo ontológico, epistemológico, político y cultural, cuando menos.

Varios autores entonces, sobre todo desde la pedagogía, han dado por hecho que la didáctica es técnica y un asunto de práctica y reflexión más que nada (Fernández-Pérez, 2000; Soterias, 2004; Charlier, 2012) que no requiere de escenarios de discusión, investigación y problematización, y si se conciben, se hacen ver como tangenciales, sin reconocer de fondo lo que implican.

De todos modos, en esto hay que aceptar que se ha avanzado, ya que Comenio desde su momento histórico –inicio del siglo XVII- y paradigma religioso dominante fundante de su pensamiento, entendió la enseñanza como un asunto instrumental estático, mecánico, fijo, inequívoco, infalible, algoritmo con el cual se alcanzan objetivos preestablecidos, en su tiempo la teoría es entendida *per se* como prescriptiva, normativa, si se quiere obligatoria en el devenir de la conducta y comportamiento, no solo de las personas sino de todo: estado, instituciones, sociedad. Las disciplinas de investigación no escapan a los preceptos de la época que inundaban las mentes de filósofos, naturalistas y místicos.

El paradigma prevaleciente, superior, normal, se encontraba incrustado en la manera de describir, explicar los fenómenos, objetos, sujetos. La enseñanza y el aprendizaje, y con estos sus agentes, no escapan a dicha atmósfera de pensamiento que se respiraba.

En esta circunscripción es que el cálculo y precisión, eficacia y eficiencia buscadas, son las soluciones concebidas para la escuela que no debería ser reducida sino todo lo contrario universal, con acceso en y para todo el mundo; igualmente, el conocimiento enseñado y aprendido, tiene para Comenio (2010) razón de ser y deber ser en la escuela en tanto “...enseñe todo a todos y totalmente.” (p. 37). Como lo mencioné unos párrafos atrás, el determinismo entonces hace su gala en el autor cuando destaca el fin de la enseñanza mediante el método que copia de la naturaleza, el cual es universal –ley-, hay que seguir fielmente para alcanzar los objetivos de la educación. En esto el individuo, no la individualidad, es comprendido como un receptáculo; esto último en sí no es el aspecto a criticar, sino el hecho de considerar que todos deben aprender lo mismo y al mismo tiempo, con lo que la pluralidad de pensamientos, comprensiones y formas de aprender son negadas, o mejor, son desconocidas.

Volviendo con el primer párrafo de este apartado, se identifica en la literatura referente a fundamentar la didáctica, que a veces hace referencia a esta pero entonces no cita a Comenio, por lo que se desconoce la procedencia y antecedentes de la misma, esto tiene relación con la cultura del país desde donde se genera la producción de conocimiento lo cual influye en las posibles posturas en el campo de producción de capital simbólico. No dar el crédito a un autor tiene entonces relación, por una parte, con aspectos de tipo ideológico arraigados a un Estado, por otra parte, por falta de seguimiento a los conceptos y al o los caminos que ya han recorrido, lo cual resulta en la repetición de ideas –en el mejor de los casos- sólo que con un nombre distinto (el ejemplo más claro es cuando se hace referencia a la didáctica utilizando la palabra pedagogía o viceversa), o en otros casos en adjudicarle a una misma palabra significados distintos o que corresponden a los significados de otras palabras (se pueden evidenciar el uso de la palabra didáctica cuando corresponde al de pedagogía o al contrario).

Esto ha generado sinonimia en cuanto al significado, que ciertamente pueden tener la escritura diferente en la palabra, no obstante que sus significados pueden ser semejantes, similar a otra palabra escritas de manera distinta a esta. Así mismo, la polisemia se hace presente tanto en la pedagogía como en la didáctica, al igual que los concurrentes entrecruces, constituyéndose estas disciplinas en confusiones difíciles de dirimir, lo que dificulta la consolidación de su estatuto de conocimiento fundante. Sobre todo porque los miembros tanto de la didáctica como de la pedagogía tienden a negarse mutuamente, advirtiendo que son distintas.

Así pues, es posible encontrar que desde la publicación de la *Didáctica magna* el concepto de didáctica, más que el de magna, ha sido usado bajo el rótulo de pedagogía, en algunos casos ésta ha recogido los elementos de la didáctica, en otros se ha distanciado creando su propio significado, discurso, gramática.

Frecuentemente la pedagogía y educación se han acompañado mutuamente, se corresponden por su mirada filosófica, axiológica, deontológica en la formación de las personas, lo cual en parte coincide con algunos de los fundamentos doctrinarios identificados por Comenio (2010) desde la religión; es posible decir, que la pedagogía se afirma unos siglos después como una contrapuesta al instrumentalismo y técnica magna pensada para la didáctica desde Comenio.

Vale decir en este momento que Comenio a lo largo de su escrito utiliza no más de 15 veces la palabra didáctica (o) (as, os), más que nada en el capítulo XXXII “*Del orden general de las escuelas rectamente guardado*”<sup>27</sup> para hacer alusión a libros –sobre todo-, materiales, método, procedimiento, colegio -escuela de escuelas- y para titular su libro, dando confluencia así a su idea central de hacer de la misma algo universal y que se sostendría en tanto se siguieran los preceptos establecidos. En congruencia con algunos párrafos en los que he esbozado que la didáctica es instrumental, técnica, por si llega a quedar duda se puede interpretar la siguiente cita (Comenio, 2010):

“*Es nuestro deseo que el método de enseñar alcance tal perfección, que entre el usual y corriente, hasta ahora, y este nuevo procedimiento didáctico, exista igual diferencia que la que admiramos entre el arte antiguo de multiplicar los libros, mediante la copia, y el arte tipográfico, recientemente descubierto y ya extraordinariamente usado. Pues de igual modo que el arte de la tipografía, aunque más difícil, costoso y trabajoso es, sin embargo, más adecuado para copiar los libros con mayor rapidez, exactitud y elegancia, así también este nuevo método, aunque asuste al principio por sus dificultades, una vez implantado, servirá para instruir a muchísimos con aprovechamiento más seguro y mayor complacencia que con el actual y corriente desorden...*” (p.182)

Comenio, haciendo un símil entre la enseñanza de las ciencias y la función de una tipografía, aprovecha y acuña un término que le parece acorde a sus planteamientos, a saber

“...las ciencias pueden inculcarse en las inteligencias del mismo modo que se imprimen exteriormente en las hojas de papel. Esta es la razón de que no sea un despropósito inventar y

---

<sup>27</sup> Se puede decir que este penúltimo capítulo es la concreción de su idea de didáctica, es en este que incluye por primera vez, de tres ocasiones, la palabra Didacografía.

aplicar a esta Didáctica nueva un nombre parecido al de *Tipografía*, llamándola *Didacografía*. (p.183)

Con el uso de la palabra “...*Didacografía o método universal*...” (p.187) se fragua entonces sus concepciones de mundo propios de su época. Como ya lo mencionaba Díaz Barriga (1995) “Comenio... “digno hijo de su siglo”, concreta un pensamiento educativo a 20 años de que Descartes publicara su *Discurso del método*, e incluso, al decir que sus biógrafos, establece un diálogo personal con dicho autor.” (p.19).

Aún más, Díaz Barriga (1995) declara que el siglo XVII tuvo un papel primordial en la características de la ciencia moderna como consecuencia de que Bacon, Galileo y Pascal iniciaran la revolución científica: “la ciencia al servicio de una nueva sociedad –el Estado nacional y las democracias parlamentarias-, que entierran los valores de la sociedad feudal, el surgimiento de nuevos valores para reconocer y orientar el conocimiento científico.” (p.19).

En concordancia, Mora (2010) en el prólogo del libro en cuestión expresaba:

“Fue en la ciudad sueca de Leuden, en donde se entrevistaron Comenio y Descartes –el revolucionario de la pedagogía y el revolucionario de la filosofía- para intercambiar impresiones en un diálogo cordial de transcendencia educativa. Aquél ponía como centro de la educación al alumno, en lugar del maestro, este establecía como punto de partida del conocimiento a la razón, en vez de la revelación...ambos coincidieron en la plataforma común de la filosofía baconiana, sobre la cual fincaban sus lucubraciones científicas. ... De este diálogo surgieron los filósofos y, consecuentemente, los pedagogos, que en la edad moderna guiaron a la razón y a la conducta de los hombres occidentales sobre los senderos de la experiencia.” (p. XIX – XX).

En cuanto al análisis que se está adelantado, Davini (2004) subraya que desde la matriz de origen de la didáctica, “...la disciplina se constituye en el ámbito de organización de las reglas de método para hacer que la enseñanza sea eficaz, basada en el sensual-empirismo de Bacon y en el realismo pedagógico de W. Ratke.” (p.45).

Luego entonces, el momento vivido por Comenio marcó el paradigma desde el que enfocaría la enseñanza, se complejizaría, criticaría y se darían múltiples interpretaciones que se solapan, mezclan, entrecruzan, al igual que se hereda, *pasa de tiempo en tiempo siguiendo más o menos los mismos fundamentos*. En este punto se puede hallar coherencia con los enunciados descriptivos que Foucault (2002) elaboraba para detallar lo que acontecía en algunos lugares, espacios, entre ellos la escuela, en términos del disciplinamiento, sometimiento de los cuerpos para alcanzar su docilidad, para controlar su animalidad desde siglos atrás con la institucionalización de la educación.

Ahora, aunque se puede constatar en su escrito –de Comenio- que la palabra pedagogía, pedagógico (a) (as, os) no aparece explícitamente escrita como sí el de didáctica, es posible encontrar autores que hagan referencia a la pedagogía a la vez que a la didáctica cuando se refieren al libro de Comenio, para no ir muy lejos, nótese como en la cita anterior sobre Mora (2010) este se refiere al autor como el “...revolucionario de la pedagogía...”. Por su parte, Astolfi (2001) no obstante de hacer énfasis en la didáctica de las disciplinas y los conceptos clave, asegura que la “...*Didáctica magna*...aparece como

la primera tentativa sintética para constituir la pedagogía en ciencia autónoma y para concebir al enseñante como “servidor de la naturaleza”. [Aunque eso sí reconoce que] Evidentemente, las perspectivas actuales son completamente diferentes.” (p.73).

En otros casos no se presenta este tipo de situación, sino que se tiende a desconocer a Comenio o cualquier otro autor cercano, por lo que, por ejemplo, puede hacerse referencia a la pedagogía y a la didáctica sin dar crédito a su emergencia unos siglos atrás (Zambrano Leal, 2005).

Se puede decir que Comenio (2010) tiene explícitamente, en parte, el interés de plasmar asuntos sobre educación y sobre los niños que no tienen acceso a la misma, por ello se inscribe su propuesta con un tinte político y social. El pensar en el niño como quien debe ser educado bajo ciertos fundamentos (de facilidad, solidez y brevedad, tablas 4.3, 4.4 y 4.5) denota preocupación por la formación del ser para un posterior hacer, reproducción del aprendizaje y de la enseñanza, es posible establecer que el matiz filosófico y religioso hubiera llevado a interpretar la existencia de fundamentos pedagógicos.

Teniendo en mente que “...el saber didáctico en su inicio no realiza ninguna distinción con una teoría pedagógica... el inicio de ésta se da en la propia didáctica: la *Didáctica magna* es una articulación de este doble saber.” (Díaz Barriga, 1995:20), se entiende entonces que el escrito de Comenio (2010) tiene elementos de didáctica y educación explícitos, y de pedagogía, implícitos, desde los que han devenido las variadas maneras de fundamentar la didáctica y/o pedagogía desde diferentes países –se podría decir más específicamente que de grupos de investigación que puede disentir, al respecto, incluso dentro un país- que le han dado más peso a una u otra, en algunos casos las han entendido como complementarias.

Trasladándose unos años más hacia atrás a la época de Comenio, Litwin (2012) señala que “La pedagogía, si bien adquiere su estructura a partir de los desarrollos de la filosofía moderna alemana del siglo XIX, ya se encuentra perfilada en los trabajos didácticos del siglo XVI.” (p.36). Con esto entonces se llega a afirmar que no es propiamente con la didáctica de Comenio que la pedagogía tiene curso sino incluso es mucho antes. Ahora, para Martínez (1990a):

“...el saber pedagógico nos ha permitido identificar, a propósito del perfilamiento de la instrucción elemental como una práctica independiente y diferente de los llamados estudios superiores hacia el siglo XVI, la emergencia de una positividad acerca de la enseñanza, valga decir, la irrupción de la enseñanza como objeto de saber al interior de un discurso positivo que en el siglos XVII, a partir de Comenio, se denominará como la didáctica.” (p.152).

Martínez (1990a) da a entender que lo que llama saber pedagógico le da paso a establecer la enseñanza como objeto, también de saber, de la didáctica que se encontraba en medio de un pensar y hacer positivista.

Concretando, se puede decir que los últimos autores citados (Díaz Barriga, 1995; Astolfi, 2001; Mora, 2010), tienen como característica emergente de sus ideas el posicionar el origen, inicio de la pedagogía desde la didáctica que promueve Comenio en el siglo XVII, para Litwin (2012) en el siglo XVI con trabajos didácticos, pero no de Comenio. El movimiento que propende por buscar, inferir, interpretar que la pedagogía tiene un lugar también desde el lugar de la didáctica, obliga a hacer seguimiento a las



razón que puedan ser sustentadas, no obstante que, como ya se había expresado unos párrafos atrás, la palabra pedagogía no tiene un lugar explícito en el discurso de Comenio.

No sobra advertir que, de los autores citados, Martínez (1990a) es quien se mueve dentro del territorio de la pedagogía para dar cuenta de sus investigaciones, aunque no deja de enunciar la didáctica, pero ya en un segundo plano; Davini (2004) da por sentado que la disciplina subyacente a la didáctica proviene del "...realismo pedagógico de W. Ratke." (p.45).

Cuando aborde en el capítulo V el apartado de las didácticas específicas, se podrá denotar que los autores suelen poner la pedagogía en un segundo plano, en el mejor de los casos, al igual que es una constante para estos no enunciar a Comenio y su didáctica. Por lo que pareciera que las didácticas específicas no tienen antecedentes en otra (s) didáctica (s). En algunos casos esto genera tensiones entre la didáctica general y las didácticas específicas.

Continuando, si se escudriña en los posteriores desarrollos de investigación alrededor de la enseñanza y/o el aprendizaje se evidencian confusiones, entrecruces, coincidencias, en fin, inconsistencia en cuanto al o los objeto (s) que diferencian a la didáctica de la pedagogía. Su distancia y las razones dadas para la misma, al igual que los rastreos hechos por los investigadores, varían según los elementos constitutivos de sus constructos teóricos, conceptuales, de su cultura académica.

De la mano con lo planteado, sin hacer pensar por el momento en la distinción o complementariedad entre la didáctica y la pedagogía, están las teorías desarrolladas durante los últimos siglos como resultado de lo que en la práctica se ha evidenciado en las aulas, escuelas -en el acto de enseñar y/o aprender-, en las conexiones de estas con la cultura, sociedad, economía, etc.

Como si se tratara de un ser vivo, homológamente, a través de tiempo y el espacio se han dado constantes mutaciones -interpretaciones o reinterpretaciones a la didáctica y la pedagogía- lo cual ha llevado a la *convergencia* o *divergencia* en las construcciones de conocimiento, esto es para el primer caso, que no obstante de partir de referentes documentales o prácticas distintas a las de Comenio se llega a expresiones ya enunciadas por este autor o incluso por otros, creándose a la vez, como lo anunciaba Díaz Barriga (1998) "... las condiciones para que quienes desarrollan alguna didáctica presupongan que descubren el hilo negro, en una disciplina que tiene por lo menos tres siglos de efectuar construcciones teórico-técnicas." (p.2). En el segundo caso, partiendo de un mismo referente o autor -Comenio, por ejemplo-, pueden generarse escisiones, disecciones, especializaciones, que conducen a la diversificación, separación, distanciamiento del punto de origen, dando lugar a nuevas perspectivas.

Esta dinámica, responde a las lógicas y comportamientos de las comunidades de investigadores que constantemente están construyendo explicaciones que pueden partir de referentes teóricos, filosóficos, conceptuales del pasado; que lo hacen sin conocer dichos referentes, pero que no obstante pueden llegar a los mismos; o que buscan en su explicaciones acoger tanto los referentes del pasado como del presente, llegando a reelaboraciones teóricas.

Por consiguiente, lo que en la época de Comenio en un principio no era motivo de investigación profunda, posiblemente por las concepciones que se tenían en este momento sobre la enseñanza, el conocimiento, el profesor y el estudiante, pasó a convertirse en un o unos objetos o sujetos de estudio

con el devenir de la misma dinámica de producción de conocimiento en la pedagogía y la didáctica a lo largo de estos últimos cuatro siglos, por lo menos. Ciertamente, la didáctica y la pedagogía cada vez más se han venido consolidando por la producción de su capital simbólico, al unísono que por la conformación de comunidades de investigadores, desde las cuales se han generado varias vertientes, perspectivas académicas que pueden legitimar o negar la enseñanza, estudiante, profesor, aprendizaje, metodología, contenidos, política, economía y cultura.

Consustancialmente, es relevante tener conocimiento sobre el origen de las palabras, de las disciplinas, de las cosas, de las teorías, ya que contribuyen a entender los momentos y discusiones que al referente se han puesto sobre la mesa, que se han barajado –baza, a decir de Bourdieu (2003)- y que pueden haber cambiado, desviado o afinado la manera de entender la didáctica y la pedagogía.

Para Barco (1989), la identidad, la distinción entre estos campos era mucho más clara unas décadas antes: “Treinta años atrás la tarea de determinar el estado de la pedagogía y de la didáctica, de sus interrelaciones y recíprocas determinaciones, hubiera presentado muchas menos dificultades que en la actualidad.” (p.7). Es muy posible que la didáctica y la pedagogía se hubieran tornado cada vez más cercanas ya no desde tres décadas atrás (1959) como lo manifestaba Barco (1989), sino desde por lo menos cinco décadas atrás, si se tiene en cuenta que estamos en el año 2016. Es más, vale expresar que estos campos en la práctica nunca han estado separados, algunos investigadores, estudiosos, son quienes han generado el quiebre según su idiosincrasia individual o colectiva.

Para Díaz Barriga (1988 y 1998), hoy no se tiene presente que la conformación de la pedagogía fue en los albores de Comenio. Asintiendo con este autor, en todo caso es posible decir que la didáctica y la pedagogía prácticamente nacieron juntas y que su proximidad se plasma en la *Didáctica magna*, en el siglo XVII, pero que unos siglos después –desde el inicio del siglo XIX en la tradición alemana- se buscó hacer tener una visión de estos campos como separados, aislados, apartados, alejados, pero que nuevamente, en la actualidad, parece evidenciarse que estos campos se vuelven a conjugar, a ser complemento uno del otro. En esto último, Zambrano Leal (2005) también está de acuerdo, aunque como ya lo señalé no cita a Comenio, para él la didáctica nace en Francia.

Llama la atención que en la tesis doctoral de Zambrano Leal (2006a), al escudriñar él sobre los campos de la didáctica y la pedagogía en el territorio francés estableciendo como objetivo “Comprender la configuración disciplinar de las ciencias de la educación y conocer el lugar que tienen tanto la didáctica como la pedagogía en su seno, los discursos que la atraviesan y los sujetos que participan en ella.” (p.11), no pueda salirse de la lógica de la cultura tanto académica como de la estipulada por el Estado para reconocer que las palabras o conceptos que analiza tienen una historia fuera del territorio en el cual específicamente elabora sus análisis. Considero que no es suficiente que haga explícito que “...dada la amplitud de la temática tuvimos que cerrar las fronteras y centrar nuestra atención en los procesos de surgimiento en el campo francés.” (p.15). Mucho menos si se tiene en cuenta que en términos metodológicos manifiesta que “Específicamente nos detuvimos en la «genealogía» de la disciplina<sup>28</sup> y en sus relaciones de proximidad y distancia respecto de la pedagogía y la didáctica.” (Zambrano, 2006:14).

### **3.1. La educación y la emergencia de la pedagogía y la didáctica**

---

<sup>28</sup> Con la palabra y concepto de disciplina, Zambrano Leal (2006) se refiere a las Ciencias de la Educación.

Otro territorio, al cual he venido haciendo alusión y que no había desarrollado, no porque fuera menos importante sino porque incluso puede llegar a absorber, diluir a los otros dos que previamente y sucintamente he mencionado, es la educación, la cual se puede decir –por el sentido y alcance que tiene para la humanidad y por el uso de la palabra- tiene más antigüedad y trayectoria, ya que es *sine qua non* a la formación ontológica del individuo que nace pensante para pensarse y pensar al mundo, para pensar dentro de un colectivo, cultura, sociedad dinamizada por la economía, la política de Estado, en general, por el –los- paradigma (as) que dominan y controlan, el pensamiento, la realidad, justificación e influencia de la concepción de hombre; la razón de cada uno de estos aspectos, desde luego que está dependiendo del contexto –país, Estado- y momento histórico.

“En cuanto está dirigida a la especie humana, la educación expresa unas finalidades, unos actos y unos medios. La conjugación equilibrada de estos está vinculada directamente con la idea de Hombre que la sociedad haya construido.” (Zambrano Leal, 2005:105). Al unísono que se piensa en la educación se asoma la idea del ser que se manifiesta como social y humano dentro de una cultura que ha fortificado, consolidado creencias y valores, por lo que como destaca este mismo autor “A cada finalidad corresponden unos actos morales, éticos y de saber.” (p.106).

Kant (2008), sin poner en duda el carácter de la educación y hacia quién va dirigida, declara: “El hombre es la única criatura que tiene que ser educada. Bajo el nombre de educación entendemos, en efecto, el cuidado (alimentación, conservación), la disciplina (crianza) y la instrucción junto a la formación<sup>1</sup>. El hombre es, en consecuencia, lactante –alumno- y aprendiz.”<sup>29</sup> (p.27)<sup>30</sup>

La educación entonces navega en la dimensión y condición del ser *Homo sapiens*, de ser *Homo humanos*, es en este horizonte de seres pensantes y humanos en que la educación adquiere el sentido de civilización, significado en la conformación y conservación de la cultura y de la especie, de la identidad, de la vida, de allí la congruencia que al unísono se da entre el desarrollo de las culturas y las educaciones, del sentido y significado que esta tiene por lo que representa para la supervivencia, en general de la especie, en particular, de los Estados, de los territorios, por lo que representa heredar, transmitir las tradiciones, costumbres, creencias, concepciones sobre el mundo, el seguimiento de un idealismo. Se puede decir que la educación tiene que ver con todo y con todos, lo cual es característica inherente a todas las personas pero también a las culturas que luchan por permanecer bajo sus creencias arraigadas por siglos, por esto entonces se entiende la dimensión que representa la cultura en tanto productora y reproductora – conservadora- de su saber.

Hablar de educación es pensar en que ésta tiene propensión al desarrollo de la humanidad, cultura, al cuidado y crecimiento de la especie (Kant, 2008), avance en el conocimiento del entorno y de sí mismos, en contextos y tiempos particulares, a la transformación de las personas y de los lugares que frecuentan, a la creación de nuevos mundos, de culturas con sus propias idiosincrasias. La educación inunda a la humanidad a la vez que esta inunda a la educación, ambas coevolucionan, convergen para y en la constitución del ser, en estas también se tornan esenciales la genética y el contexto.

---

<sup>29</sup> En otras ediciones sobre el libro *Sobre pedagogía*, de Kant, las tres últimas palabras de esta cita (el cuidado, la disciplina y la instrucción) aparecen como: niño pequeño, educando y estudiante. Así también, en esta cita se usa la palabra formación, en otras ediciones aparece como educación. Esto se debe a que en el idioma alemán no hay acuerdo sobre el significado preciso de *Bildung*, formación, y *Erziehung*, por educación, por lo que suele encontrarse confusión en la traducción.

<sup>30</sup> Pie de página del editor del libro (Caerio, 2008): “<sup>1</sup> La formación comprende para Kant la crianza y la instrucción significa para él el proceso total de la formación espiritual. (N.d.H.) “Formación (Bildung) significa esta orientación hacia la humanidad y su conservación: tal es la tarea de cada hombre...” (p.27).

Para Delval (1991) desde su inicio la educación ha estado a cargo en menor o mayor grado por los adultos, los niños aprenden con sus padres al relacionarse con sus padres y con otros niños y con otros adultos, de estas interacciones se forman hábitos y valores y representaciones de la realidad, del mundo circundante. El suizo Rousseau, unos años antes que Kant<sup>31</sup>, expresaba con ahínco y como esencia en el desarrollo del individuo, en el entremés a su libro *Emilio o la educación*:

“Nacemos débiles, necesitamos ser fuertes, y al nacer carecemos de todo y se nos debe proteger; nacemos torpes y nos es esencial conseguir la inteligencia. Todo esto de que carecemos al nacer, tan imprescindible en la adolescencia, se nos ha dado por medio de la educación. La educación nos viene de la naturaleza, de los hombres o de las cosas. El desenvolvimiento interno de nuestras facultades y de nuestros órganos es la educación de la naturaleza; el uso que aprendemos a hacer de este desenvolvimiento o desarrollo por medio de sus enseñanzas, es la educación humana, y la adquirida por nuestra propia experiencia sobre los objetos que nos afectan, es la educación de las cosas.” (1762:7)

Para el autor, la relación de desarrollo del hombre se entrelaza con el mismo hombre y la naturaleza para llegar a ser fuertes, diría que para conseguir la inteligencia, el lugar que ocupa la naturaleza en primer lugar, y después las cosas y el hombre en la educación, son lo que le dan la razón de ser. El carácter filosófico que le subyace a Rousseau para pensar la educación en términos de la naturaleza tiene mucho que ver con las posteriores miradas pedagógicas sobre el niño.

Sin la intención de continuar aquí por el pensamiento de este autor ya que implicaría tomar unas cuantas páginas más –no siendo esto el problema sino más bien la posible distancia que se alcance respecto del planteamiento para este capítulo- continuemos citando a Delval (1991) en cuanto algunas ideas que pueden seguir aportando a la comprensión de la educación de antaño, así pues, vale expresar que para el caso de la educación griega se “...diferenciaba claramente entre lo que era la formación moral, del carácter y en los valores, que estaba a cargo del «pedagogo», y la enseñanza de conocimientos, que era realizada por el maestro (Marrou, 1954, p.178)” (Delval, 1991:12).

Según esto, *el pedagogo* era una especie de criado que tenía la función de convivir con el niño y hacerle compañía, al igual que lo formaba en valores de la comunidad e identidad del pueblo, contribuyéndole de esta forma a su socialización. Los conocimientos que se aprendían por fuera de la casa que derivaban de la lectura, escritura y numeración, *estaban a cargo del maestro*. En este sentido, se consideraba central la función del pedagogo, la del maestro era menos importante ya que la formación que daba consistía en asuntos accesorios para vida social. No sobra resaltar que por el uso de la palabra criado, muy seguramente esto es propio de círculos burgueses ya que en el sentido comeniano la educación era encomendada a los padres pero desde luego que este autor quiso hacerla para todos no para unos pocos.

Pensando en la educación de la época antigua Delval (1991) pone de relieve que la distinción entre educación e instrucción, como posteriormente se ha solido denominar...

---

<sup>31</sup> Según Caerio (2008), las ideas de Kant sobre la educación y pedagogía, contenidas en el libro *Sobre pedagogía*, emergen de algunas de sus clases, a decir de Caerio “...expuso sus ideas sobre pedagogía en el semestre de invierno de 1776 y 177, en el semestre de verano de 1780, en el invierno de 1783 a 1784 y, por último, también en el invernal de 1786 a 1787...” (p.7). No sobra resaltar que Rousseau murió en 1778.

“...va a ser muy importante a lo largo de toda la historia de las prácticas educativas y se va a mantener permanentemente, pero su incidencia va a ir en aumento a medida que va incrementándose sin cesar el papel de los conocimientos, a medida que nos aproximamos más a la época actual. Durante mucho tiempo se ha concedido una importancia mucho mayor a la educación frente a la instrucción.” (p.12)

Sin entrar a detallar como la educación se fue desarrollando en cada cultura, ya que pueden (Delval, 1991) encontrarse diferentes etapas que no son idénticas entre los Estados, pero sobre todos porque ello obligaría por lo menos otro (s) apartados, se puede establecer que la educación fue pasando de ser un asunto exclusivo de la familia y la sociedad en general, a la designación de esta a unas personas de confianza que detentaban saber que orientaba la formación personalizada del niño, para terminar en la institucionalización –escuela, colegio, gimnasio, universidad, etc.- y orientación de la misma según políticas de Estado.

En alusión a la última cita realizada, ésta plasma una propensión a hacer que la instrucción tenga mayor preponderancia como resultado de las propiedades del conocimiento –el autor se refiere en términos de papel de los conocimientos-, a su crecimiento, asuntos que en la actualidad adquiere sentido, no tanto filosófico, antropológico, epistemológico, sino capitalista, comercial, asuntos que Comenio, no obstante de preguntarse por asuntos de la organización, eficiencia y eficacia, no los ponía explícitamente en su propuesta de enseñanza pero que a la luz de hoy día la relación didáctica-capitalismo adquiere cierto significado en términos de la enseñanza –para algunos instrucción- y el capital, más que de educación y economía.

Si bien es cierto que la instrucción se ha convertido en un punto clave para alcanzar objetivos de eficacia y eficiencia, la educación es la palabra más usada por el lego, que desconoce lo que encierra la enseñanza en los resultados y explicaciones de investigaciones, propuestas y reflexiones realizadas por lo menos desde el siglo XVII como he tratado de presentar en algunos momentos, y que por cierto han conducido a la competencia, lucha entre variados campo de investigación.

No es la intención aquí hacer una presentación de la educación en términos de una narrativa histórica sobre su desarrollando de principio a fin en cada cultura, sobre cómo fue ordenada y organizada política y, según Martínez (2004), económicamente por organismos internacionales, sobre cómo pasó de ser personalizada –exclusiva- a ser inclusiva –educación para todos y todas<sup>32</sup>-, a la vez que de convertirse en un factor de competitividad económica, científica y tecnológica, ya que como se puede percibir, por lo que representa para el ser humano, puede incluir diversos factores de la vida, pero sí brevemente en lo que sigue, realizar un aproximación al surgimiento de la palabra educación y su posible relación con la pedagogía y la didáctica, asunto que sobreviene esencial para no vulgarizar campos que tienen tradición y construcciones conceptuales y teóricas, pero que suelen o ser ignorados o utilizados de manera inexperta, lo cual tiene serias repercusiones por las concepciones sobre enseñanza, aprendizaje, profesores, evaluación, etc., que las políticas en educación de ordinario construyen y dejan plasmadas en la realidad al ponerlas en marcha.

---

<sup>32</sup> Pasados tres siglos aproximadamente la intención de Comenio de alcanzar una educación para todos, sin distinción alguna, aún y más que nunca tiene lugar en algunos espacios de análisis y toma de decisiones internacionales sobre política en educación. Basta con recordar el resultado de la Conferencia Mundial sobre Educación para Todos, realizada en el mes de marzo de 1990 en Jomtien, Tailandia, en la que se oficializa La *Declaración Mundial sobre Educación para Todos: Satisfacer las Necesidades Básicas de Aprendizaje*, en la cual se contó con una amplia participación de organismo internacionales y con delegados de 155 países (Unesco, 1994).

En esta dirección, Díaz Barriga (1998) plasmaba que entender los modelos de investigación en el campo de la didáctica requiere tener una cuidadosa mirada histórica sobre el desarrollo de la teoría didáctica, desde tiempos atrás, al igual que el sentido social y técnico-pedagógico que tiene cada época en la producción didáctica, lo cual no suele ser tenido en cuenta en los ambientes vinculados con la formación del especialista en educación, lo cual origina que el saber didáctico sea conocido de manera altamente reduccionista, ya que en el mejor de los casos se limita a repetir como muletilla ideas o principios de algunos autores, sin comprender el debate estructural en que tales ideas o principios fueron expuestos.

Frecuentemente, ocurre que la palabra educación se filtre fácilmente en muchos escritos que hacen alusión a ésta como sinónimo de pedagogía o didáctica o viceversa, que se haga uso de estas dos últimas haciendo referencia a la educación, lo cual desde luego no es del todo descabellado, si se intenta abordar la distinción que exige hacer entenderlas como semejantes o no, desconocerlas o reconocerlas como sustantivas y co-rrespondientes a campos de investigación.

Esto tiene repercusiones en las concepciones que se elaboran y mantienen sobre educación y enseñanza –enseñar-, y en quienes la ejercen como profesores. Precisamente por esto es que se está buscando describir cada una de estas tres palabras –didáctica, pedagogía, educación- más que nada las dos primera, en el sentido de poder, de ser posible, reconocerlas con su propio significado asociada a una disciplina, sin desconocer los confusos vínculos que a lo largo del tiempo han venido teniendo por la lucha de sus territorios. Es importante aclarar que la descripción de dichas palabras convertidas en campos no se hace aquí desde un enfoque lingüístico sino más bien en la proximidad de poder dejar en evidencia algunas posturas que develan las tensiones y presiones, e interpretaciones según el campo que se quiera salvaguardar. De acuerdo con Zambrano Leal (2006a:20) “La palabra es «palabra» porque enuncia algo, la pedagogía y la didáctica son palabras que enuncian «algo» de la educación.”

Marín-Díaz y Noguera (2011) haciendo seguimiento a la palabra educación a través de varios autores que han referenciado la educación en términos de su surgimiento o uso en varios idiomas, destacan en primera instancia: “Contrario a lo que podría pensarse, el concepto de educación es relativamente reciente en el lenguaje del saber pedagógico. Tuvo su emergencia a fines del siglo XVII y su delimitación aconteció en los siglos XVIII y XIX.” (p.135). Para dar cuenta de esta aseveración hacen el rastreo a la palabra a través de algunos autores, inician su exposición destacando que Hubert (1952), citado por Marín-Díaz y Noguera (2011), afirma:

“Según el Diccionario general de Hatzfeld, Daimesteter y Thomas, [el término *éducation*] no lo encontramos en la lengua francesa antes de 1527. Está en todos los léxicos a partir de 1549, así como en el Diccionario francés-latino de Robert Estienne<sup>8</sup> donde se le relaciona con la alimentación. Pero todavía no aparece más que raramente en los textos. Por lo demás, etimológicamente no es más que una transcripción del latín, debido a los humanistas del Renacimiento. El latín empleaba la palabra correspondiente indiferentemente para el cultivo de las plantas, el cuidado de los animales, la nutrición y la institución de los seres humanos. En 1649, la traducción francesa no conoce todavía más que la primera acepción de esta palabra. Sólo entiende la educación como la formación del espíritu y del cuerpo, y la hace consistir en la instrucción: <sup>9</sup> ‘el cuidado que se tiene de la instrucción de los niños, sea en lo que se refiere a

los ejercicios del espíritu, sea en lo que se refiere a los ejercicios del cuerpo'. (p. 13-14)" (p.135-136)<sup>33</sup>

Estos mismos autores, citan a Compayré (1887), para destacar que para él

"...la palabra *éducation* es relativamente nueva en la lengua francesa...tal vez haya sido Montaigne quien la utilizó por primera vez en sus *Ensayos*... la educación es propia del hombre y, por lo tanto, conviene reservar sólo al hombre esa "bella palabra"... pues los animales se adiestran y las plantas se cultivan: "Sólo el hombre es susceptible de educación porque sólo él es apto para gobernarse a sí mismo, para devenir una persona moral." (p. 10)." (Marín-Díaz y Noguera, 2011:136)

Haciendo alusión al surgimiento desde algunas lenguas, Marín-Díaz y Noguera (2011:136) escriben que Corominas (1954), enuncia que en castellano la palabra *educación* data del siglo XVII, pues "hasta entonces se había dicho siempre *criar*, que es la voz que emplea aún Cipr. [Cipriano] de Valera en su traducción de la Biblia, a finales del siglo XVI, allí donde Scio, siglos antes, escribió *educar*" (p. 216)." Continúan señalando que también Cunha (1986) reconoce el siglo XVII como el momento de aparición de la palabra *educação* en la lengua portuguesa.

Como se podrá entender en la cita que sigue, y en otras por el estilo ya realizadas, existe un estado gaseoso, sólido, líquido, coloidal, multiforme, que se deja plegar, moldear según el deseo, experiencia y vivencia de quien quiere hacerla parecer, aparecer, justificar por la historia, a la pedagogía, la educación, la didáctica, como extensiones, prolongaciones que se modelan a partir de la (s) una (s) o de la otra, a la luz del seguimiento a la historia pero también de la toma de postura para dar cierto sentido de razón al hecho o de rechazo a lo construido y constituido por alguien que al igual que quien busca hacer explícito lo escrito también tiene un interés por un territorio, en este caso académico.

En esta aparente mirada irregular, extraña, es que se fragua lo que en la práctica de la investigación y en la construcción de teoría se esboza como constante, como resultado de la razón de ser de las posibles maneras de interpretar un fenómeno, objeto, hecho, de hacer seguimiento. Precisamente esto tiene su asidero en este momento por lo que se ha evidenciado y se evidenciará en la cita que sigue y muchas otras puesta es este escrito como insumo factual que evite la distorsión, la curvatura de lo que se dijo o dice. Quizá lo que sigue complejice todavía más lo hasta ahora dicho, ya que se mezcla la didáctica, la pedagogía y la educación, pero es necesario para poder evidenciar las discontinuidades, cambios, interpretaciones o reinterpretaciones que han surgido según la cultura de los países.

Así pues, entrando a debatir Marín-Díaz y Noguera (2011) con Narodowski (1995, 2001) en cuanto al lugar de emergencia de la pedagogía moderna a propósito de que Narodowski afirmara que fue desde la Didáctica de Comenio, expresan:

---

<sup>33</sup> Los pies de página 8 y 9 los elaboran Marín-Díaz y Noguera (2011), a saber:

"8. Education. s. f. Le soin qu'on prend de l'instruction des enfants, soit en ce qui regarde les exercices de l'esprit, soit en ce qui regarde les exercices du corps. Bonne education. mauvaise education. l'education des enfants. prendre soin de l'education des enfants. il se sent bien de la bonne education qu'il a eue. EFF. Ver término Education en: Académie Française (1694).

9. Educatio: Nourrissier. Educatrix. Educatrix, pen. prod. Verbale foem. gen. Colum. Nourrisse. Educatio, Verbale. Cic. Nourriture, Education. EDUCO educis, pen. prod. eduxi, eductum, educere. Tirer ou Mener hors. Colores educere. Catul. Produire fleurs de diverses couleurs. Educere cirneam vini. Plaut. Tirer hors. (Estienne, 1552, p. 453)." (p.136).

“Aunque Locke emplease por primera vez aquel término –*education*–, siete décadas antes [que Rousseau] en sus conocidos *Pensamientos sobre la educación*, es a partir del *Emilio* [de Rousseau] que esa palabra adquiere el significado propiamente moderno; de ahí que, en sentido estricto –y contrariamente a la afirmación de Narodowski (1995, 2001) –, podamos decir que es el *Emilio* y no la *Didáctica Magna* la obra fundadora de la ‘pedagogía moderna’<sup>9</sup>.”<sup>34</sup> (p.136)

Si bien la cita suscita nuevamente en debate de corte similar al que ya se planteó un páginas atrás sobre el lugar de surgimiento de la pedagogía y/o la didáctica (Martínez, 1990a; Díaz Barriga, 1995; Astolfi, 2001; Davini, 2004; Zambrano, 2005 y 2006<sup>a</sup>; Mora, 2010; Litwin, 2012), esta vez se pone en tensión además la palabra educación, al igual que se ponen en juego algunos autores como soporte para afianzar la afirmación de que la pedagogía moderna proviene de Rousseau y no de Comenio y de que incluso fue Locke quien utilizó por primera vez la palabra educación, lo cual hay que decirlo no es posible ya que claramente en la *Didáctica magna* aparece dicha palabra, este texto fue escrito por Comenio “...en checo durante los años 1627 a 1630...Posteriormente lo vertió al latín...en 1657...” (Mora, 2010: XXXI). Cuando Comenio elaboraba el texto, John Locke (1632-1704) ni siquiera había nacido. Su libro *Algunos pensamientos sobre la educación*, fue publicado en 1693.

Hecho este anuncio, se puede comprender que Narodowski (1995, 2001) entonces se puede agrupar con quienes reconocen en la didáctica la emergencia de la pedagogía es decir con Díaz Barriga (1995); Astolfi (2001) y Mora (2010).

Continuado, Marín-Díaz y Noguera (2011) establecen:

“Coincidimos con Narodowski en el carácter transdiscursivo de la Didáctica comeniana<sup>10, 35</sup>, pero, siguiendo su perspectiva, sería necesario decir que con el *Emilio* se constituye otro ‘paradigma transdiscursivo’ a partir del cual, y mediante la incorporación de la tradición didáctica, se desarrollaron las que conocemos y llamamos ‘culturas pedagógicas modernas’. Sin duda, la *Didáctica Magna* es la obra fundadora de la Didáctica, pero ella, a partir de las elaboraciones de autores de la tradición germánica, en los inicios del siglo XIX, quedará integrada dentro de la *Pädagogik* o Ciencia de la Educación<sup>11</sup>. De esa forma, la educación y sus desarrollos –y ya no sólo la enseñanza– estuvieron en el centro de los discursos pedagógicos.” (p.137)

Así pues, se puede entender que para Marín-Díaz y Noguera (2011) la pedagogía moderna estaría en consonancia con la educación, también moderna, en cuanto a su lugar de origen, parece que la una y la otra tienen coincidencias ya que la educación se vuelve el que hacer de la pedagogía. Estos autores no dudan en afirmar que la didáctica de Comenio es fundadora de la didáctica, aspecto que es reconocido y aceptado como cierto desde esta tesis, no obstante, no resulta coherente negar el carácter pedagógico que la obra tiene si se asume el carácter de educación que Marín-Díaz y Noguera le dan a la pedagogía. Es un hecho que Comenio tenía un grado de interés alto por la educación, palabra que es nombrada por

---

<sup>34</sup> No sobra escribir el pie de página 9 que se ubica al final de esta cita ya que es de importancia, a saber: “Es necesario aclarar que, en sentido estricto, no es posible hablar de una ‘pedagogía moderna’, sino de tres culturas pedagógicas modernas (francófona, germánica y anglosajona) que se constituyeron en desarrollo del concepto rousseauiano de educación y del concepto germánico de Bildung.” (Marín-Díaz y Noguera, 2011:137).

<sup>35</sup> “10. Sobre este aspecto afirma Narodowski: “De hecho, Comenio está implantando un paradigma transdiscursivo, que será el núcleo de hierro del discurso pedagógico moderno. Esa transdiscursividad se refiere al hecho de que el núcleo común instalado por la obra comeniana será compartido -pese a sus diferencias teóricas e ideológicas- por los pedagogos y pedagogías de la Modernidad” (2001, p.16).” (Marín-Díaz y Noguera, 2011:137).



él en varias ocasiones de forma estructurante en el desarrollo de su escrito, no ocurriendo lo mismo para el caso de la palabra pedagogía, como ya se había señalado anteriormente.

Rodríguez (1991) reconoce que la palabra didáctica aparece con orientación específicamente pedagógica en la *Didáctica magna*, incluso asegura que “El que fijemos el comienzo del empleo de la palabra «didáctica» como concepto pedagógico en el siglo XVII no quiere decir que no hubiese habido anteriormente problemas que haya que calificar retrospectivamente de didácticos.” (p.106). Luego entonces, además de ratificar la emergencia de la pedagogía en el territorio de la didáctica, destaca, incluso, que esta última tiene su asidero tiempo más atrás.

Hay que decir que no obstante, que Marín-Díaz y Noguera, presentan un sentido algo diferente a la de otros autores, valiéndose de sus propias maneras de entender la educación y la pedagogía, a través de seguimiento a estas palabras en varios idiomas (portugués, castellano, francés) siendo el alemán el punto de inflexión para absorber, justificar, el que la didáctica quedara integrada en la tradición alemana del siglo XIX en lo que declaran fue denominando “*Pädagogik* o Ciencia de la Educación”, no son los únicos en querer presentar una ruta desde sus propias lógicas de comprensión, ya que por ejemplo, para Zambrano Leal (2006a) las ciencias de la educación en Francia “...es una disciplina universitaria institucionalmente reconocida, por decreto, el 2 de febrero de 1967. Su surgimiento tiene lugar a partir de la segunda mitad del siglo XX luego de una historia de debates y discusiones entre especialistas en educación.” (p.7).

En torno a comprender la educación como *una ciencia o unas ciencias*, es oportuna la aclaración que Zambrano Leal (2006b) hace al expresar que en el paradigma educativo de referencia francés, son las *ciencias* de la educación las que se acogieron como resultado de intensas luchas y debates sostenidos entre los fervientes defensores y partidarios de una “ciencia de la educación” y aquellos que veían en la complejidad del concepto de educación el sentido del plural “ciencias”.

Para el autor anterior, estos debates tuvieron lugar hacia mediados del siglo XX, los primeros provenían de la psicología positivista, de la que participaban grupos organizados en las universidades que eran proclives a ver la “pedagogía” como la ciencia de la educación; los segundos, seguidores del pensamiento durkheniano, formados en la sociología y la filosofía, estimaban que el concepto de educación forjado por el padre de la sociología francesa constituía una sólida definición que remitía a la complejidad del hecho y del acto educativo. Para los primeros, la “ciencia de la educación” prescribía el conjunto de técnicas necesarias en el “desarrollo de la inteligencia”; para los segundos, el acto de educar no se limitaba a tal desarrollo, sino que abarcaba todo el conjunto de instituciones, las prácticas, modos y formas como la sociedad adulta educaba a las generaciones más jóvenes; los primeros veían en la “inteligencia” la educación en actos; los segundos, la observaban en la confluencia entre psiquis y cultura.

Según Zambrano (2006b) el concepto de educación de Durkheim aparece definido en el capítulo III de su libro *Sociologie de l'éducation*, agrega que como rasgo particular, “...para el padre de la sociología francesa, la educación es una actividad orientada a la inculcación de los patrones y valores hegemónicos de la cultura, mientras que la pedagogía es una teoría práctica de aquella.” (p.598). Dejando expresada la pluralidad de la educación, Zambrano Leal (2005) reconoce que la pedagogía y la didáctica dependen de las ciencias de la educación.

Luego entonces, para Alemania y Francia se encuentra que, la primera, manifiesta que la didáctica tuvo un giro desde el siglo XIX lo que conllevó a que fuera reconocida como Ciencia de la Educación (o *Pädagogik*) dado que esta tendría como punto clave de análisis la educación y no tanto la enseñanza; la segunda, quiere hacer ver que las ciencias de la educación tuvieron luz propia desde mediados del siglo XX, negando que sea la pedagogía -la ciencia de la educación- exclusivamente la que da cuenta del hecho educativo sino que todo lo contrario el mismo requiere una mirada plural y compleja.

Se puede esclarecer entonces que existe una clara tendencia a hacer prevalecer en estos Estados el pensamiento de autores que tienen su origen en los mismos, o tienen un vínculo estrecho con estos, para ello entonces se busca hacer emerger nuevas palabras que den cuenta de un giro o simplemente el desconocer los antecedentes provenientes de otros Estados o autores. En todo esto se advierte de fondo buscar desterritorializar/territorializar la didáctica/pedagogía ya sea en términos de lo académico y/o geográfico haciéndolas ver con origen y objeto de estudio aparentemente distintos.

Con toda razón, Martínez (2013) haciendo alusión a la importancia del pensamiento histórico sobre la educación y la pedagogía para las sociedades y la cultura, por lo que representa para la explicación de fundamentos, de las instituciones, y la descripción de hechos y narración de acontecimientos, ponía de relieve que muchas sociedades han combinado y acompañado “distintas expresiones para crear una cultura histórica, en tanto que otras han tenido en una obra esta posibilidad, como ejemplos pone el caso de Estados Unidos, con la obra de John Dewey, que incluso en un sólo libro *Democracia y educación* (1914) ha reunido estos elementos. Señala que algo semejante ocurrió en Francia con la obra de Durkheim, en dos textos monumentales *Evolución de las instituciones educativas* y *Sociología y educación*, escritos a principios del siglo XX, los cuales dieron fundamento y sentido a la educación francesa. Otro ejemplo, es España, país en que la obra de Lorenzo Luzuriaga fue también fundamental, no sólo construyó un pensamiento sobre la educación sino que además creó una corriente en historia de la educación y la pedagogía.

Por lo tanto, Martínez (2013) reconoce lo importante que es mantener el interés por la historia de la educación y la pedagogía –complemento con la didáctica- ya que da valor y legitima la mirada flexible que se debe permitir el investigador al estudiar otras culturas en la que estos campos han tenido incidencia.

En clave de lo anterior y continuado con la presentación de la postura defendida por Marín-Díaz y Noguera (2011) la cual tienen gran importancia en la configuración de los campos puestos en análisis, por las tensiones y presiones que se puede desatar, y también porque allí dejan plasmada de todas maneras el transcurso que la didáctica sigue a pesar de sus declaraciones:

[Pie de página 11] “En particular, desde Herbart con su propuesta de una 'educación a través de la enseñanza' -y a pesar de que posteriores propuestas hayan considerado la posibilidad de hablar de una Didáctica o Teoría de la Formación humana en lugar de 'pedagogía'...se inició una recomposición de la didáctica clásica que, sobre la base del concepto de *Bildung*, amplió el problema de la erudición o instrucción (eruditio) en la dirección de la educación (institutio). Hay que decir, sin embargo, que la Didáctica continuó sus desarrollos particulares como disciplina acerca de los problemas de la enseñanza y el aprendizaje constituyéndose, por ejemplo, una Didáctica General (allgemeine Didaktik) y otras específicas (Fachdidaktik)...” (p.137)

Reconociendo las razones que Marín-Díaz y Noguera (2011) han dado para entender lo que llama ‘culturas pedagógicas modernas’, primero, a partir del *Emilio*, de Rousseau, y segundo, por las elaboraciones que surgieron en el territorio alemán, dándole un giro a la tradición didáctica comeniana; a decir por la idea de integrar la tradición didáctica en lo que denominaron *-Pädagogik-*, se pueden declarar que tienen sentido sus apreciaciones en tanto a buscar posicionar la pedagogía como una ciencia, y porque quisieron pasar la mirada de la enseñanza a poner como centro el discurso pedagógico –de la educación. Como ya lo he anunciado anteriormente, la pedagogía como idea y palabra explícita en la *Didáctica magna* no se expresa, no obstante, reconozco que allí se encuentra implícita como también se encuentra explícita e implícitamente la idea y palabra de educación.

En verdad si se inspecciona el escrito del alemán Kant *Sobre pedagogía*, se puede evidenciar que éste tiene el planteamiento de asimilar la pedagogía o educación como ciencia, la siguiente cita así lo confirma:

“Todo arte de educar que resulta solo mecánicamente, tiene que llevar muchos errores y defectos. Porque no se basa en ningún plan. El arte de la educación, o pedagogía, tiene que llegar a ser por lo tanto juicioso, si es que ha de desarrollar a la naturaleza humana de tal manera que alcance su destino. Padres ya educados son ejemplos de acuerdo con los cuales se forman los hijos, a los que les sirven de norma. Pero si estos han de hacerse mejores, entonces la pedagogía tiene que llegar a ser un estudio, de lo contrario no se puede esperar nada de ella, y el que ha sido echado a perder por la educación, educa no más a los otros. El mecanismo en el arte de educar tiene que transformarse en ciencia; pues sino nunca llegará a ser un esfuerzo coordinado; y cada generación va a querer demoler lo que haya erigido la otra.” (Kant, 2008:37)

Dados los elementos relacionados por Marín-Díaz y Noguera (2011) para afirmar que la pedagogía moderna es el resultado de los razonamientos establecidos en el *Emilio*, y por los adelantados por autores de tradición germánica, tiene mucho sentido pensar por lo menos en Kant, quien fue uno de los asiduos pesadores de esta cultura y que además se preocupó por la educación. Sin embargo, Marín-Díaz y Noguera (2011) no le dan crédito a Kant sino Rousseau.

Miremos brevemente lo que puede subyacer a tal asunto. Expresa Caerio (2008) –en una nota preliminar al libro de Kant, de donde se ha tomado la cita textual anterior–, que son varias las citas o referencias expresas por Kant al filósofo francés, Rousseau, que por cierto nació en Suiza y murió en Francia, que dan claro testimonio de la importancia de este en su escrito. Según Duproix (1897), citado por Caerio (2008:15), “...La influencia de Rousseau sobre Kant no es discutible, y se puede decir que en su pedagogía Kant ha tenido siempre presente el *Emilio*, ya para aprobar los preceptos, ya para modificarlos o, algunas veces contradecirlos”. (p.77).

Así pues, el anuncio que Marín-Díaz y Noguera (2011) hacen sobre el Rousseau, endilgándole a este, y no a Kant, lo que denominan el ‘paradigma transdiscursivo’ que daría cuenta del paso de la tradición didáctica a las ‘culturas pedagógicas modernas’, es congruente en cuanto a dar crédito a dichas culturas. Si se lee el *Emilio* se puede encontrar que es una obra escrita que todo el tiempo está haciendo relación al ser y a la función de la educación desde la vida temprana de una persona, es claro el sentido pedagógico –además deontológico, axiológico– del discurso, sin embargo, cabe anotar que la palabra

pedagogía no es explícita, la palabra didáctica se encuentra expresa una sola vez haciendo referencia a la comprensión que podría alcanzarse mediante la lectura de una fábula, según el alumno y el contenido del texto. Puntualmente esclarece:

“Si vuestro alumno no entiende la fábula sin explicación, estad seguro de que tampoco con ella la entenderá. Del mismo modo sería conveniente dar a estas fábulas un orden más didáctico y más conforme con el progreso de los afectos y las luces del adolescente.” (p.168)

No encuentro que en el *Emilio* se incorporen aspectos contemplados en el pensamiento de Comenio, a excepción del religioso con lo que incluso abre su escrito diciendo que “Todo es perfecto cuando sale de las manos de Dios, pero todo degenera en las manos del hombre...”, con esto toma impulso para lanzar algunas declaraciones contra el hombre: “...mezcla y confunde los climas, los elementos y las estaciones...no quiere nada tal como ha salido de la naturaleza, ni al mismo hombre, a quien doma a su capricho, como a los árboles de su huerto.” (p.6). Es oportuno aclarar que Comenio ni Kant hacían tal señalamiento hacia el hombre. Rousseau no considera los colegios relevantes como tampoco la educación magna: “No considero institución pública esos establecimientos irrisorios llamados colegios<sup>5</sup>. Tampoco tengo en cuenta la educación del mundo...”<sup>36</sup> (p.9).

Continuando y sin la intención de hacer un cuadro comparativo exhaustivo entre los autores implicados en el último párrafo, se puede expresar brevemente que Comenio y Rousseau son poco convergentes en sus planteamientos, de hecho el suizo –a veces reconocido como francés- no cita al checoslovaco, como tampoco Kant lo hace, aunque este último coincide con Comenio –pero no con Rousseau- en la categoría universal para la educación –“...la bases de un plan de educación tiene que ser hecha desde un punto de vista cosmopolita. (Kant, 2008:38)”- y en la necesidad de tener un plan para el desarrollo de la misma.

En lo que sí coinciden los tres es en el enfoque religioso y en pensar la realización ontológica del ser pensante. El único que explícitamente subraya la necesidad de que la educación o pedagogía se constituya en una ciencia es Kant, esto podría ser implícito en Comenio, en Rousseau esto no tiene lugar ya que para él lo esencial de la educación son la naturaleza y los padres como ejemplo a seguir, siempre que se ajuste a lo características de la naturaleza y del ser humano. Como ya había escrito antes en una cita sobre Rousseau: “La educación nos viene de la naturaleza, de los hombres o de las cosas.” (1762:7).

Se puede decir que estos autores, inspiradores de varias generaciones de investigadores, de pensadores, por la manera de elaborar sus escritos son más filósofos que pedagogos, de hecho se puede decir que la pedagogía está más cerca de la filosofía de lo que la didáctica lo pueda estar.

Como ya se había manifestado unas páginas atrás, Zambrano Leal (2005) posiciona y territorializa el origen de la didáctica tanto a nivel académico como de Estado, declara entonces que ésta se institucionalizó por los teóricos y prácticos así como por el Estado francés entre 1969-1975 con la creación de IREM (Instituto de Investigación en la Enseñanza de las Matemáticas). Con esto entonces se abre otra postura ya que para este autor Comenio no aparece con el primer escrito que haga

---

<sup>36</sup> El pie de página destaca: “<sup>5</sup> Hay muchas escuelas, y sobre todo en la Universidad de París hay profesores a los cuales yo aprecio y a quienes consideraría muy capacitados para la instrucción de la juventud si no se les obligase a seguir el método establecido. Emplazo a cualquiera de ellos para que publique su proyecto de reforma. Quizá al darse cuenta de que la enfermedad todavía tiene remedio se intente poner en práctica los medios para alcanzar el fin apetecido.

manifestación en cuanto a la didáctica si no que hace aproximadamente cuatro décadas que la didáctica surge en el campo de las matemáticas en el marco de la cultura francesa que según él ha sido la que ha liderado el desarrollo de la investigación en tanto ha sido quien más ha invertido en la misma, no deja de manifestar que es desde la didáctica desarrollada en las matemáticas que otras disciplinas toman sus aportes, la siguiente cita puede soportar lo dicho:

“Si bien es cierto que fue en el campo de las matemáticas donde se origina la Didáctica, sus desarrollos sirvieron para que otras áreas disciplinares se interesaran por sus aportes. En esta perspectiva se observará un desarrollo inusitado en algunas regiones geográficas específicas. En el caso de Europa Occidental, Francia podría ser el país que más ha invertido en la investigación científica en Didáctica.” (p.23)

Con esto entonces no se cierra el o los caminos que la didáctica y/o pedagogía han seguido en la medida que se generan nuevos cuestionamientos, conocimientos, comprensiones y argumentaciones; seguramente que si se hace el seguimiento a éstas en otros países, aparecerían otros intrínquilos que aportarían a reflejar todavía más las perplejidades. En este sentido, Rodríguez (1991:106) expresa que la didáctica desde su papel magno “...no ha desaparecido ya de la literatura pedagógica, aunque ha habido notables oscilaciones en cuanto a su importancia y su acentuación.”

Bachelard (2010) ya advertía al referente, que “¡En una misma época, bajo una misma palabra, hay conceptos tan diferentes! Lo que nos engaña es que la misma palabra designa y explica al mismo tiempo. La designación es la misma; la explicación es diferente.” (p.20) lo que se hace veraz, se vislumbra para el caso de las palabras a las que les he buscado hacer seguimiento, las cuales han pasado por varias épocas y culturas que las han conceptualizado según su propia idiosincrasia, de ellas han emergido varias explicaciones sobre su significado y sentido en la formación de las personas.

No admitir nuevas perspectivas o bifurcaciones, conjugaciones, recomposiciones, ampliaciones que se hayan emprendido ya sea desde la didáctica y/o pedagogía, la educación, o fuera de estas, sería desconocer las características, principios y propiedades que los sociólogos, filósofos e historiadores, cuando menos, han puesto de manifiesto en el comportamiento, dinámica en la construcción de conocimiento y en la constitución de grupos de investigadores que tienden a conformar campos de investigación que terminan por disputar sus territorios. Resulta pues interesante hasta este momento, evidenciar el poder que las palabras y sus significados, y consiguientes interpretaciones, van adquiriendo para poder ligar o desunir, o desencadenar debates que ponen en duda las explicaciones construidas desde momentos y contextos diferentes. Así también, el surgimiento de nuevas palabras, ideas, modelos teóricos nuevos o recompuestos generan giros en las maneras de pensar.

Luego entonces hasta el momento es posible decir que los límites entre estos tres campos son muy finos, podría decirse que como resultado de las múltiples intersecciones –incluso contradicciones–, más adelante se podrá observar como sus objetos de estudio pueden ser compartidos sólo que desde perspectivas variadas.

Continuado, no se puede dejar pasar por alto el análisis respecto a las manifestaciones que tienden a instalar la pedagogía y/o la didáctica dentro de alguna de las ciencias: sociales, humanas, educación, como de plano ya se ha podido evidenciar con algunos autores antes citados. Ciertamente, Marín-Díaz y Noguera (2011) han instalado en el campo de la ciencia, en este caso ciencia de la educación, a la

pedagogía y de cierta forma también a la didáctica acuñando el concepto alemán *Bildung*, como medio para ampliar "...el problema de la erudición o instrucción (erudito) en la dirección de la educación (instituto)." (p.137), y el concepto *Pädagogik*, como fin, al posicionarlas dentro de la ciencia de la educación. De cierta forma es entendible el querer darle este nuevo semblante a la enseñanza que vista desde Comenio era más técnica, instrumental, que cercana a la persona vista como humana, no obstante, resulta paradójico que el autor checo teniendo como premisa la religión reflejara finalmente en su escrito tal perspectiva, esto fue quizá debido al positivismo que reinaba y que convivió en su didáctica.

Ruiz (2013) recogiendo este mismo planteamiento, solo que ahora de Noguera (2012), y haciendo uso de la idea de campo de Bourdieu deja subrayado que entiende por...

"...campo teórico de la educación una parcela del conocimiento que teniendo por objeto *la educación* de los seres humanos construye su *corpus* conceptual en la hibridación de teorías, distinciones conceptuales, métodos y técnicas de diversas disciplinas de las ciencias sociales y las humanidades; a esa confluencia afortunada o no se le llama pedagogía..." (p.1)

Si bien es afortunado acoger el concepto de campo de Bourdieu, como también se ha hecho en esta tesis, para el explicar el comportamiento y características del mismo en términos de la producción de conocimiento, y que sin duda el campo denominado de las Ciencias de la Educación puede ser en parte un ejemplo del mismo, seguir pensado el o los objeto (s) de la pedagogía como uno más de los múltiples y variados objetos que recoge o resguarda esta ciencia de la educación para alcanzar sus pretensiones, más que académicas, sobre todo políticas y económica, no es una buena idea ya que tanto la pedagogía como la didáctica son disciplinas consolidadas, que tienen sus propias características.

Amplíemos un poco más con el fin de dar a entender lo que expresó Ruiz (2013) reconoce lo que implica su posición, de hecho afirma con toda claridad:

"Cuando nos referimos al mundo de la educación nos estamos refiriendo, también, a un ámbito de definición de política pública por parte del Estado y de organismos supraestatales que condicionan dichas políticas. Estamos, igualmente, ante una importante *área de negocios* para distintos agentes económicos. En ambos casos, la idea de producción de conocimientos está o bien subordinada o bien es resistente a la funcionalidad del sistema (político, económico)<sup>2</sup>. Es necesario reconocer que en el campo teórico de la educación buena parte de la definición de temas y objetos de investigación suele articularse desde fuera del radio de acción de los investigadores, especialmente, debido al carácter público de la mayor parte de los asuntos a ser estudiados. Esto es lo que Bourdieu denomina presiones externas, que si bien, en principio, no configuran toda la gramática de las disciplinas, para el caso, prescriben, nada más y nada menos, buena parte de los asuntos sobre los cuales ésta debe discurrir." (p.72-73)<sup>37</sup>

Lo anterior toca aspecto clave de todo el intrínquilis que se desarrolla dentro de la ciencia de la educación –que denomina campo teórico de la educación- que más que pensada como productora de

---

<sup>37</sup> El pie de página expresa: "2. Un ejemplo de esto lo representan las políticas de priorización o reducción de la inversión pública en educación en América Latina. En muchos casos, éstas se soportan en el diseño y aplicación de evaluaciones censales (escuela o universidad). El conocimiento se reduce o subordina a información estadística. Más que una ampliación, precisión o complejización del conocimiento en el área lo que se obtiene (porque es realmente lo que se busca) es la legitimidad formal que el diseño de la política ya había previsto." (Ruiz, 2013:72-73).

conocimiento –de capital simbólico que cuestione, controvierta, profundice, amplíe, explique fenómenos- es pensada como una estrategia para dominar a través de las disciplinas que se someten, y son sometidas, a un escrutinio que se sale de las lógicas y características de campo pensadas por Bourdieu. Ruiz (2013) asiente acerca del sometimiento o resistencia al que están expuestos los investigadores dado que no son reconocidos por parte del Estado, organismos y/o áreas de negocios. Para él el que un teórico de la educación llegue a ser reconocido, por sus objetos y temas de investigación “...ante sus pares académicos o ante públicos más amplios, depende, en buena medida, de la calidad de sus argumentos y la veracidad de sus relatos, esto es, de la capacidad persuasiva desplegada en sus producciones (publicadas o publicables).” (Ruiz (2013:3)

La perspectiva desde la que el autor está interpretando a Bourdieu es la de un campo en completo entrelace con el exterior, tanto que hasta el público en general, vulgo, puede avalar sus investigaciones. Es claro que Bourdieu (2003) plantea la presión –del exterior- a la que se ve abocado un campo pero no es menos cierta la esencia que tiene la *tensión* – del interior- del campo para su existencia.

Quien da vida al campo no es el exterior sino el interior, a este no le interesa la existencia de los campos sino de su campo, éste presta atención a los otros campos en la medida en que estos se acerquen a los intereses, le aporten al campo. Los intereses del Estado o lo que piense el público, si bien son importantes, no son los asuntos desveladores de los investigadores. Luego entonces no es claro por qué conociendo esta dinámica, en la cual o se supeditan o son supeditadas las disciplinas, ciencias, a las ciencias de la educación, se quiere seguir bajo este “yugo”. Considero que no es suficiente el argumento que usa el autor *so pretexto* del concepto de campo de Bourdieu.

Más adelante será necesario explicitar, aún más, la implicación que tiene ubicar los objetos propios de la didáctica y la pedagogía en el terreno de las Ciencias de la Educación en el que caben cuantas ciencias sean posibles que se piense la educación y en el que las disciplinas están supeditadas, sometidas a las normas, controles del Estado, un ejemplo de esto ya nos lo ha dado Zambrano (2006a) al escribir que las Ciencias de la Educación es reconocida por decreto en Francia.

Como se puede afirmar, Zambrano (2006a y 2005), al igual de Marín-Díaz y Noguera (2011) y Ruiz (2013), también reconoce la denominación de ciencia (s) de la educación, solo que lo hace desde el ámbito francés y sin hacer alusión explícita al análisis anterior con Ruiz (2013) con base en un campo, por lo menos en lo atinente a lo económico, aunque al poner las Ciencias de la Educación constituida en términos de un Estado difícilmente se puede desconocer lo económico. El objeto de estudio que le adjudica Ruiz y los otros autores a la ciencia o Ciencias de la Educación deja entrever lo amplio del objeto y así también que todos pueden hacer parte de la misma.

Como pone de relieve Zambrano (2005) “Las ciencias de la Educación en Francia tienen por objeto de estudio el hecho educativo. Este objeto es multiforme, de ahí la participación de diversas ciencias que con sus métodos y enfoques buscan dar cuenta de su comportamiento.” (p.19), luego entonces este autor hace manifiesto un objeto de dichas ciencias desde el que además busca justificar la razón de participación de otras ciencias por el hecho de tener varias formas. En este sentido, declara que “Tanto la Pedagogía como la Didáctica dependen de las Ciencias de la Educación, y a la vez estas se alimentan de aquellas...estos dos conceptos...vistos desde su interior adquieren un estatus delimitado que logra diferenciarlos.” (p.20).

Hay que decir que, si bien es cierto es importante que se anuncie que al interior de la dicha ciencia la didáctica y la pedagogía son reconocidas y diferenciadas, lo más importante en este caso es qué tanto pueden llegar a participar en *estricto sensu* académico en la toma de decisiones sobre la educación – ciencias-, no tanto por lo que denomina como objeto “hecho educativo” sino por la enseñanza y aprendizaje, que guardan una mayor especificidad.

Por su parte, Camilloni (2008) reconoce que:

“...la didáctica es una ciencia social pero no es una ciencia autónoma. No es desinteresada, porque está comprometida con proyectos sociales y con la instalación y el desarrollo de los valores de la humanidad en cada uno de los alumnos. Siendo la enseñanza una acción social de intervención, está fuertemente comprometida con la práctica social. Es el resultado del esfuerzo por resolver problemas concretos que se presentan en la práctica social de la educación.” (p.58)

La anterior cita deja puesta la didáctica en el campo social y además advierte que no es una ciencia autónoma, dice unos renglones más abajo a esta cita “No es autónoma, porque se relaciona con otras disciplinas con las que comparte, necesariamente, teorías.” (p.58). En verdad que casi que resulta imposible encontrar disciplinas de conocimiento que no tengan relación con otras disciplinas a través de sus teorías, métodos, incluso objetos de estudio. Sin embargo, no encuentro apropiado –a la luz de las presiones que se ejercen sobre un campo- expresar que la didáctica no sea autónoma solo por compartir algunos asuntos con otras disciplinas, esto conduciría a pensar que no hay autonomía en todas las disciplinas. Lo cual es cierto hasta cierto punto si se entiende que ésta no depende de nada ni de nadie, es decir, la autonomía no debe ser negada por el hecho de establecer relación con el exterior, todo lo contrario: ser o hacerse consiente de esta, además de reconocer lo interno, es lo que puede brindar la posibilidad de alcanzar cierto nivel de autonomía.

Quizá no sea buena idea negar la autonomía solo por el hecho de establecer relación con otras disciplinas, sino más bien por el uso interno que de la teoría se hace y el efecto que podría llegar a tener con el exterior en una relación biunívoca, recíproca, pero sin perder su identidad, su naturaleza. La autonomía no niega el establecer relación con el exterior, todo lo contrario, para alcanzarla es necesario “abrir las puertas a la teorías” para conocer elementos que puedan ayudar a una mejor comprensión de los problemas de investigación -esto no desconoce la necesidad de restringir el derecho de admisión al campo-. Lo anterior resulta afín con lo escrito por Bustamante (2013) a propósito del análisis que realiza al concepto de campo y autonomía, entre otras cosas alrededor del concepto, “...hablar de “autonomía” presupone un exterior, pues se es autónomo en relación con algo que estaría por fuera (de lo contrario, no tendría sentido hablar de autonomía).” (p.13-14).

Por lo tanto, de acuerdo con Camilloni (2008) la didáctica no es desinteresada, no obstante, es oportuno manifestar que no le corresponde pensarse como dependiente, sujeta a los proyectos y práctica social, buscando intervenir con la enseñanza en la acción social, responsabilizándose del acontecer social. Si se reconoce la constante interacción de la didáctica con el exterior no es para que se entienda la misma en esos términos, ya que ahí sí perdería su autonomía y objeto de estudio, *la enseñanza no lo social*. De hacerse suyos los problemas de la práctica social de la educación es por lo que se le indilgan a la didáctica, al igual que a la pedagogía y también a la educación, los males sociales –por ejemplo: de nutrición, pobreza, desempleo-, económicos, ambientales, etc.



Unos años antes que Camilloni (2008), Barco (1989) no estaba tan segura de que la didáctica y la pedagogía correspondieran a las ciencias sociales y que de allí se mantuviera su identidad, de hecho advertía que:

“... tanto la didáctica como la pedagogía parecían tener clara su identidad, su ubicación en el campo de las ciencias de la educación y desde éstas en el contexto mayor de las ciencias sociales. Esa aparente seguridad encubría movimientos profundos de cuestionamientos de la naturaleza de la propia ciencia, de la validez de los métodos de apropiación y/o construcción del conocimiento que, desde el encuadre mayor de las ciencias sociales a las disciplinas particulares, puso sobre el tapete en las décadas siguientes [desde finales de la década de los cincuenta] no ya la cuestión de cómo definir la pedagogía y la didáctica, sino la problematización acerca del objeto de estudio de ambas disciplinas.” (p.3)

Barco (1989) pone un elemento sustancial que da en la idea de reconocer en un territorio académico sus propios objetos, se puede decir también, su propia gramática, discurso, los referentes epistemológicos que orientan su realidad práctica y teórica, sus métodos, en términos generales sus formas de pensar su realidad.

Como para hacer más evidente el cultivo de confusiones y cómo los territorios juegan un papel importante en la idea de Becher (2001), ténganse en cuenta adicionalmente los siguientes anuncios, el primero de Zambrano Leal (2002) y el segundo de Pacios (1980):

“En el paradigma francés de las Ciencias de la Educación, la pedagogía y la didáctica han logrado una estabilidad conceptual como producto de las fuerzas y resistencias generadas en los incesantes debates propiciados entre las distintas ciencias humanas que integran este paradigma.” (Zambrano Leal, 2002:29).

Para el caso de Pacios (1980), sin entrar en el detalle y la lógica de sus análisis conceptuales, solo como antecedente, cabe subrayar su siguiente planteamiento:

“...deberíamos admitir que existe una sola *Ciencia de la Educación Humana*, cuyas partes serían, la Pedagogía en sentido restringido o teoría de la educación moral, la Didáctica o teoría de la educación intelectual y la «X», innominada aún, o teoría de la educación física...” (p.96)

Con lo anterior se puede decir que entre tanto Barco (1989) duda de la correspondencia de la identidad de la didáctica y la pedagogía en las Ciencias Sociales, Camilloni (2008) formaliza la didáctica en las mismas, en tanto que para Zambrano Leal (2002) las Ciencias de la Educación han servido de soporte para que las Ciencias Humanas dejen de tener predominio sobre la pedagogía y la didáctica, Pacios (1980) advierte la necesidad de reconocer la *Ciencia de la Educación Humana*, estableciendo con ello entonces Ciencias Humanas y las Ciencia de la Educación en una sola ciencia.

Por lo tanto, mientras Pacios (1980) correlaciona en su singular los calificativos de educación y humana para hacer alusión a unas ciencias, Zambrano (2002) destaca que la Ciencia de la Educación ha contribuido para que la didáctica y la pedagogía se distancien de las Ciencias Humanas.

Con esto último entonces estas disciplinas se habrían librado de una ciencia que buscaba contemplarlas dentro de su territorio académico, no obstante, por lo que se destacó antes sobre Zambrano (2005) respecto a que en Francia la didáctica –también la pedagogía- se institucionalizaron tanto por teóricos y prácticos, como por el Estado, siguen quedando estas disciplinas supeditadas al fuerte dominio de las Ciencias de la Educación, las cuales a la vez se encuentran fincadas a los designios del Estado.

Por el momento se puede declarar que cada cultura, territorio de Estado y territorio académico –ciencias humanas, sociales, educación-, han construido sus propios criterios para hacer de la didáctica y la pedagogía el acontecer del momento histórico que se vive y de los intereses que subyacen ante las implicaciones que tienen la formación de las personas, su control, gobierno, y las implicaciones en cuanto al mantener un estatus de ciencia, que en la actualidad está fuertemente ligada a las políticas devenidas del o de los Estados. De ello que las Ciencia (s) de la Educación no sean homogéneas aquí y allí sino que existe una fuerte propensión a estar ligadas a un poder que las gobierna, no se puede negar que algunos Estados buscan tener hegemonía frente a la producción de conocimiento –cualquiera que sea-, a sus objetivos y uso. La educación no está desligada, exonerada de tal condición, por lo que los tentáculos provenientes de variados lugares, instituciones, organismos, son muy frecuentes.

Como se puede suponer hasta este momento, las posibilidades de comprensión y toma de postura teórica tienen diferentes matices, semejanzas y diferencias entre los campos de investigación, incluso al interior de los mismos, hasta tal punto que se puede decir ya que la pedagogía y la didáctica comparten territorios académicos. En esto también la cultura y el Estado tienen fuertes influencias. En concreto, hay escritos que han hecho alusión a la didáctica, la pedagogía y/o la educación sin haber retomado la *Didáctica magna*, como fuente primaria, lo que generó -o degeneró- mutaciones, mutilaciones, negaciones de los asuntos contenidos en la misma. Otros en cambio la han retomado pero hicieron inferencias de tal magnitud que distorsionaron el contenido de la misma, en ambos casos el quebrantamiento del contenido inicial ha generado maneras de ver la enseñanza y aprendizaje, entre otras cosas, de manera superflua sin mayor importancia, porque cualquier disciplina de conocimiento, diferentes a la pedagogía y la didáctica, las aborda. Esto se podrá comprobar, a manera de ejemplo, con el examen realizado a las publicaciones sobre educación en biotecnología, en unos de los apartados del capítulo VI.

Entonces, sobre la pedagogía, la educación y la didáctica, se han construido diferentes perspectivas para su constitución, incluso algunas pueden coincidir con otras que pueden tener nombre intercambiado pero en el fondo dicen lo mismo por lo que la pluralidad de perspectivas, cruce y entrecruces son de variadas características. Estas tres palabras han ido tomando, entremezclando, combinando, apoderándose, haciendo suyas, compartiendo, diferentes significados y sentidos, lo cual ha conducido a una perplejidad difícil de seguir y de explicar.

Las teorías desde la pedagogía y/o didáctica entendidas como campos o disciplinas de conocimiento, en algunos casos también se entiende la educación de esta manera, han tenido variadas implicaciones y aplicaciones en la manera de entender -o desconocer- la enseñanza, aprendizaje, profesor, estudiante, evaluación, currículo. Estos campos han puesto en uso varias teorías que han emergido: de la práctica escolar, de campos como la psicología, la epistemología, la antropología, la historia y la filosofía, las cuales han contribuido a conformar la pedagogía, didáctica y la educación como campos. La lucha por delimitar los territorios, sus objetos, por defender concepciones de hombre, sujeto o individuo, estudiante, profesor, incluso de técnica, teoría, y el lugar de estos en términos de aprendizaje y/o

enseñanza, la mirada reducida, determinista, compleja, etc., son quizá los aspectos que hace que estos campos crezcan y tengan sentido en la elaboración de propuestas teóricas y/o técnicas, instrumentos.

Para Litwin (2012):

“El reconocimiento de las relaciones y entrecruzamientos de los campos con el objeto de dar respuesta a los problemas educativos implica, de esta manera, asumir, independientemente del debate de su legitimidad, las dificultades que entrañan estas imbricaciones, dado sus orígenes diferentes, los desarrollos particulares de cada campo, y también sus desiguales propósitos al intentar seguir dándole cuerpo a la teoría.” (p.38)

Si bien es cierto se pueden evidenciar en las disciplinas tratadas, variados planteamientos históricos, filosóficos, epistemológicos, antropológicos, respeto a objetos específicos de investigación que surgen en o para lo que acontece en las aulas de clase, en la escuela, universidad, en la política y economía, no deberían ser simplemente asumidas y vistas únicamente como dificultades sino además como una de las características propias de las comunidades de investigadores que buscan asentar sus propios territorios y desde allí producir su capital científico. En lugar de ver negativo que existan campos en competencia lo que se puede entender es lo fundamental que esto es para el desarrollo de conocimiento, aunque también hay que decir que las posturas muy dogmáticas pueden afectar los cambios de paradigma, a la vez que las maneras de comprender a quienes aprenden y enseñan, y a las características de sus conocimientos.

En este sentido, el trabajo conjunto, interdisciplinar de la pedagogía y la didáctica, y en parte también de la educación, como los campos más cercanos en sus discusiones, deberían llegar a entendimientos, esto dado que a la hora de la verdad los unos necesitan de los otros, no tanto en sus investigaciones – con la excepción de no desconocer al otro- sino en lo que se fragua en la práctica del enseñar, y en las características pedagógicas, didácticas y de educación, que debería contener el *conocimiento metadisciplinar profesional del profesor*.

Las disputas al interior de los campos al igual que entre los mismos son el espíritu que los hace ser y consolidarse como fuentes legítimas de producción de conocimiento, no obstante, en la formulación de políticas de Estado, en educación, en el diseño y realización de programas de formación de futuros profesores y en ejercicio, estos campos deberían ser contemplados en toda su expresión posibles de comprensión, desde los epistemológicos pasando por los filosóficos e históricos, entre otros, hasta los políticos y económicos. El hecho de reconocer los aportes de estos campos y otros destacados párrafos atrás, no quiere decir que entonces son estos desde donde se instituyen el o los objetos de la acción profesional del profesor, de entenderse así pues seguiría la didáctica y la pedagogía siendo las cenicientas.

Como se ha resaltado antes, fue Comenio quien dio los primeros pasos para iniciar a transformar las concepciones que sobre el profesor –educador, preceptor, maestro, pedagogo-, enseñanza, aprendizaje, la educación y quienes podían acceder a ella, que ya se tenían por lo menos en el siglo XVII, aunque se puede afirmar que en lo que respecta al profesor las concepciones no ha cambiado mucho; basta con recordar lo que se puso en evidencia en el capítulo III, en el apartado sobre concepciones de algunos autores sobre educación.

## 4. Desarrollo de la didáctica como disciplina o ciencia de conocimiento

### 4.1. Elementos que se propagan e influyen en la consolidación de la didáctica

En orden a los tres apartados anteriores sobre Vives y Comenio, y de estos al tercero para discurrir sobre sus imbricaciones, perplejidades, disyuntivas, en términos de la educación, didáctica y pedagogía como disciplinas de conocimiento, en el que sigue se enfoca en establecer, particularmente, los desarrollos de la didáctica, en lo que se puede decir muchas de las ideas de Comenio se fueron convirtiendo en objetos o sujetos de estudio por investigadores que desde su propia formación inicial profesional –ya sea para ser profesores o así no lo fueran-, por su vivencia, práctica, experiencia con la investigación y/o por su desarrollo y ejercicio profesional –por lo general asociado a la enseñanza- fueron aportando al desarrollo de la didáctica desde sus contextos culturales, políticos, económicos, sociales, es decir desde sus países, recogiendo o desconociendo los asideros formalizados, teorizados, conceptualizados, sobre sus prácticas y contenido (s) de investigación. Como se podrá tener presente en el capítulo V, la didáctica de las ciencias optó por dejar de lado las presunciones devenidas de Comenio, por lo que varios escriben su historia fundamentalmente desde inicio del siglo XX.

Teniendo en cuenta los elementos desarrollados en el capítulo III respecto a los conceptos de campo (tensión y presión), disciplina (control, legitimidad) y territorio (espacio, identidad, tradición) y como estos se configuran para dar idea de lo que implica la validez, legitimidad y el re-conocimiento al conocimiento –epistemología- y al conjunto de sus miembros investigadores –identidad, comunidad-, sería ingenuo expresar que Comenio fundó la didáctica como disciplina dado que esta no es potestad de una persona, de una teoría o metodología, sino todo lo contrario es el resultado de lo que la historia manifiesta ha acontecido en el tiempo y espacio, de lo que se ha desarrollado de manera disgregada o congregada según la eficacia de los mecanismos de comunicación, proliferación de la divulgación de resultados, reflexiones, propuestas, iniciativas teóricas, conceptuales, etc., al igual que a la capacidad de quienes investigan para recoger el máximo de antecedentes.

Por los esbozos hasta el momento alcanzados en esta tesis, es posible afirmar que, no obstante al interior de los territorios académicos no se escritura a nadie los derechos del mismo dado que todos tienen derecho, siempre van a prevalecer criterios de admisión latentes que se pueden mantener y reconocer a sus miembros, en algunos casos *ad honorem*. Es posible declarar que la identidad del y en el territorio se puede degenerar en virtud de la falta de acercamiento de los miembros para compartir sus investigaciones, propuestas, reflexiones, argumentos, por la presión hacia el campo de otros campos o por el Estado, por la falta de discusión y concreción de teorías o conceptos, y por la falta de formación y crecimiento de la comunidad de profesionales y/o investigadores.

En el entendido que el territorio (Becher, 2001) no se adjudique a ninguno sino a todos, no quiere decir que es tierra de todos ya que la tensión, el *habitus* (Bourdieu, 2003), exige a sus miembros, desde los noveles hasta los avezados, cierta identidad, valores, cierta memoria respecto a lo que su territorio ha vivido en cuanto a su conocimiento.

No obstante lo dicho, se encuentra que el capital simbólico no empero de corresponder a un campo de conocimiento, fruto del ímpetu, entrega y lucha de sus miembros, este termina teniendo cierto nivel de patente, de ascendencia, de nacionalidad, de identidad con un Estado y cultura, como lo señalaría Becher (2001). Es decir, un Estado, su geo-grafía, y con ello su territorio político, económico, conciben

el capital científico -en algunos países más que en otros- como escriturado, afincado, afianzado a su territorio, como un insumo sobre el que se obtiene ganancia económica; luego la investigación, la producción de conocimiento, tiene un viraje extraordinario y definitivo en las últimas décadas, adquiere definitivamente un sentido capitalista. Con esto la idea platónica de la autonomía de las disciplinas queda desfigurada, estas están ahora más que nunca, en su mayoría, supeditadas al Estado y sus políticas. En este sentido, es posible imaginar todo lo que se cierne, se puede hilvanar en este interludio.

No se puede negar, desconocer la conexión entre el capital simbólico, capital económico, y de este con el capital humano, con la enseñanza y el aprendizaje que forma este último. El poder de los Estados sobre las poblaciones, sobre sus vidas -y la vida-, sobre sus producciones de conocimiento, cualquiera que estas sean-, sobre su formación, educación, creencias, tradiciones, tiene sentido en el marco explicativo de la biopolítica y el biopoder.

Los *territorios académicos* y el *territorio de los Estados* se han superpuesto. Uno y otro conviven, coevolucionan, existen en tanto en cuanto quienes los conforman representan el posicionamiento de un territorio que es fundado con costumbres y creencias acerca del conocimiento, al conocer y el comprender el mundo y al hombre, sus objetos, seres. El valor y reconocimiento que pueda adquirir uno -cualquiera- de los territorios influye proporcionalmente en el otro. En clave de la didáctica se hacen claros los territorios en lo que se ha confinado como disciplina, en unos ha tenido mayor influencia en lo que tiene que ver con la formulación de políticas en educación, en otros apenas es conocida si es que no es desconocida.

De todas maneras, la didáctica ha tenido menos reconocimiento que la educación y pedagogía, que son de corte más filosófico, en la orientación de la educación. Las razones de esto tienen que ver, además de las confusiones, entrecruces, luchas, etc., con la lentitud en la conformación de una comunidad de especialistas y los contenidos de conocimiento heredados desde la obra de Comenio, como consecuencia de ponerla en manos de todas las personas. Es oportuno decir que la didáctica y la pedagogía a la fecha han tomado mucho impulso, han empezado a ser destacadas por lo que significan para comprender el fenómeno de la educación realizada por los profesores, también otras personas, y ante las necesidades mundiales y de los países por contar con talento o capital humano de calidad.

Es claro, que no todas las disciplinas de conocimiento tienen el mismo reconocimiento y que las características del conocimiento que construyen tienen diferente naturaleza según el objeto (s) que estudien. La aplicación e implicación del conocimiento, la tradición como comunidades de investigación, el tiempo que llevan consolidadas como disciplina de investigación, los argumentos e interpretaciones esgrimidas ante sus problemas de investigación, al igual que el impacto o influencia que estos tengan en la vida humana, siendo antropocéntrico, hace que sean reconocidas como relevantes para el conocimiento del mundo.

Para el caso de la didáctica, no ha sido muy reconocida como una disciplina de investigación, su anuncio como disciplina consolidada es muy reciente si se compara con otras de mayor antigüedad como la física, la química, las matemáticas. En principio la didáctica, con todo y la confusión en si llamarla pedagogía y/o educación, fue tomada por otros campos como la psicología, la sociología, la antropología, etc., que desde sus fundamentos epistemológicos -científicos y filosóficos, Camilloni (2008)- dieron explicaciones respecto al aprendizaje, la función del contexto, al desarrollo del hombre

–sobre todo a las medidas antropométricas-, a las teorías del conocimiento, de la naturaleza del conocimiento en cada disciplina, de las misiones de la escuela, a los fines y alcances de la educación (Camilloni, 2008).

Otros campos que aportan son la estadística, la economía, la administración, que fueron tomando un lugar, una posición estratégica, dentro de las explicaciones dadas por la didáctica. Especialmente el administrativo tuvo su asiento en la *Didáctica magna* desde donde ya se habían dado las primeras pinceladas a este elemento, hoy por hoy imborrable de las escuelas y universidades, por no decir que de todas las instituciones, empresas, industrias, compañías, etc., esto no quiere decir que Comenio diera los elementos generales de la administración pero sí los particulares a los tipos de escuelas que propuso (desde las escuelas maternas hasta las académicas, según el periodo de crecimiento de la persona, ver tabla 4.1). Particularmente, en el capítulo XXXII: “*Del orden general de las escuelas rectamente Guardado*” en uno de sus párrafos queda bien sintetizada la idea de Comenio al referente administrativo:

“es necesario que el método didáctico contenga períodos de trabajo y de descanso, con algunos espacios de tiempo para honestas diversiones. *El trabajo está distribuido para cada año, cada mes, cada día y aun cada hora*; y si con rigor se observa esta distribución, con toda seguridad podrá recorrer cada clase el curso de su trabajo anual y llegar al lugar designado cada año. *Con gran abundancia de razones se puede sostener que son suficientes cuatro horas diarias para los ejercicios públicos: dos por la mañana y otras tantas por la tarde*. Si quitamos las dos de la tarde del sábado y dedicamos el domingo completo al culto divino, podremos obtener cada semana veintidós y al año\* (deducidas las fiestas más solemnes) cerca de mil, durante las cuales ¡cuánto se puede enseñar y aprender si se procede siempre ordenadamente!”<sup>38</sup> (p.186)

Sin mayor análisis al respecto y para no alejarme demasiado de la pretensión en este apartado, es oportuno poner en este sentido, aunque ya se ha venido haciendo, los territorios académicos y de Estado que la didáctica ha trasegado. Así pues, como ya había anunciado en el apartado anterior, básicamente se pueden encontrar tres posturas al referente de la ciencia que han sido declaradas – Ciencias Sociales, Ciencias Humanas o Ciencia (as) de la Educación- como las que integran o bien a la pedagogía o bien a la didáctica o bien a las dos. La Ciencia de la Educación corresponde a la tradición germánica, que según Marín-Díaz y Noguera (2011), es producto de la recomposición de los elementos discursivos de la didáctica clásica a inicios del siglo XIX.

Para Zambrano (2005), en la tradición francesa se reconoce esta ciencia solo que en plural, para él, “Las ciencias de la Educación en Francia tienen por objeto de estudio el hecho educativo. Es el resultado del esfuerzo por resolver problemas concretos que se presentan en la práctica social de la educación.” (p.58).

Alejada de estas tradiciones culturales y ciencias, Camilloni (2008), se puede decir, se embarca en otra más en el orden esencial de la taxonomía de las ciencias, las ciencias sociales, por lo que pone de relieve:

---

<sup>38</sup> “(\*) En el original dice 26. Evidentemente por errata. (N. DEL T.)”

“De acuerdo con la comúnmente empleada clasificación de las ciencias en formales y fácticas, y la división de estas dos últimas en naturales y sociales, ubicamos a la didáctica en el campo de las ciencias sociales, en atención a que tiene como objeto de conocimiento a la enseñanza, que es una acción social, una clase específica de acción de intervención social con un propósito propio, la orientación hacia la producción de aprendizajes significativos.” (p.51)

Teniendo en mente esta cita, tiene sentido el planteamiento de Barriga (1995) quien pone en la cuerda floja las concepciones que usualmente se manejan entre teoría y práctica (técnica), como si fueran dos cosas distintas, con engranajes que se fundan en sistemas separados. Manifiesta entonces que “De nada sirve reconocer las distinciones entre ciencias puras y ciencias fácticas; o entre ciencias naturales y ciencias sociales, puesto que tales distinciones se emplean habitualmente y poco han contribuido al esclarecimiento del problema que nos atañe.” (p.21).

Las macroestructuras nominadas para incluir, clasificar la didáctica y/o pedagogía, incluso la misma educación, dentro de las Ciencia (s) de la Educación (Zambrano, 2005; Marín-Díaz y Noguera, 2011; Ruiz, 2013), Ciencias Sociales (Camilloni, 2008) o Ciencia de la Educación Humana (Pacios, 1980), si bien es cierto atinan en no dejar a la deriva la producción de capital científico de estos campos, no parecen ser las más adecuadas si se tienen en cuenta los objetos, perspectivas teóricas e intereses fundantes de estas ciencias. Así pues, la nominación Ciencia (s) de la Educación –en la práctica, en éste caso el plural o el singular no afecta- deja abierta la posibilidad de incursión de todo investigador, profesional o experto a este territorio. Dado que el término educación impregna todo lo relacionado con el conocimiento, formación y valores de las personas en el mismo, al igual que todas las posibles dimensiones en las que el *Homo sapiens* puede incurrir, los análisis e interpretaciones pueden estar en manos de variadas disciplinas que usan este territorio para tomar decisiones según su disciplina. Por lo que en esta ciencia, múltiples disciplinas tienen asiento, expertos que no conocen de la educación sino por lo que han experimentado ellos mismos como estudiantes y por lo que desde su formación profesional quiere ver sobre esta.

Los profesores, sean o no formados como profesionales de la enseñanza -otros dirían que de la educación- son quienes precisamente poco toman asiento en la pronunciación para la elaboración de políticas sobre la educación, no obstante de estar constantemente criticando los que éstas representan para la práctica en las aulas de clase.

Con todo y lo que Camilloni (2008) aporta como justificación (tabla 4.6) para entender la didáctica como una disciplina de conocimiento, resulta contradictorio que pueda sostener que: “La enseñanza, entonces, no se inicia en el aula sino que se define primeramente en el contexto social y político, en la institución escolar y, por último, en el salón de clases.” (p.16). Tratando de equilibrar tal pronunciamiento que deja en manos externas a la enseñanza, como siempre ha ocurrido y que ella misma critica, a renglón seguido complementa: “A su vez, lo social, lo político, lo institucional y lo instrumental son dimensiones constitutivas de la enseñanza en cada uno de estos ámbitos.” (p.16). Más adelante hago otros cuestionamientos a esta autora que tiene desarrollos interesantes producto de sus investigaciones pero que a veces pueden ser contradictorios al aterrizar de lleno la didáctica en las Ciencias Sociales, cuando podría mejor aterrizarla en general en la didáctica, si fuera el caso, o en la didáctica específica, en la didáctica de las ciencias sociales, como ocurre en otros casos también como con la didáctica de las Ciencias Naturales, didáctica de las matemáticas, didáctica del francés, entre otras, (tabla 5.1). En todo caso esto será motivos de análisis mayores en el capítulo VI.

Puede ocurrir que en los documentos de política internacional y nacional se busque utilizar las palabras didáctica y pedagogía, pero lo que se puede encontrar es que se usan desconociendo muchas veces lo que implican las mismas, por lo que finalmente lo que se termina haciendo es vulgarizando éstas palabras, desde luego que la educación mucho más, esta tendencia es notoria sobre todo en los intereses que se tienen desde el campo político y económico, en los cuales se mueven el pensamiento sobre el poder y el capitalismo más que el de la enseñanza y aprendizaje como objetos de análisis para la formación humana. Es necesario decir que en la mirada actual las Ciencias de la Educación suelen ser vistas y utilizadas como andamiaje para la ejecución de políticas y teorías traídas de disciplinas externas que no persiguen analizar la enseñanza y aprendizaje ya que las conciben como algo instrumental, tradición que desde Comenio se ha legado aún hasta nuestros tiempos. La revisión y seguimiento que se hará unos capítulos más adelante en esta tesis al referente de lo que se denomina educación en biotecnología, es un ejemplo particular de dicha instrumentación.

Haciendo un análisis específico a los problemas de la didáctica (Davini, 2004), se centra en que estos tienen que ver por el debate entre la didáctica general y las didácticas especiales como campos específicos de las respectivas ciencias, para esta autora está bien que se pongan periódicamente en una disciplina en cuestión sus supuestos, no obstante, objeta que esto ha conducido en la didáctica a procesos disolventes. Agrega que:

“Los puntos centrales de controversia, en el terreno epistemológico, pertenecen, más allá de la didáctica, al campo de las ciencias de la educación, en el que se observan tendencias a conformarse como un conjunto de teorías de diferentes orígenes y baja articulación donde, muchas veces, la falta de consenso es pacíficamente aceptada por la comunidad académica... La enseñanza es un objeto complejo en el que confluyen múltiples dimensiones problemáticas y, por ende, diversas disciplinas que pretenden explicarlas y aun actuar sobre ellas. Esto no sería un obstáculo si se trabajase de forma interdisciplinaria.” (p.43)

Es claro que la cita anterior reconoce por lo menos cuatro aspectos, primero, que las Ciencias de la Educación (terreno epistemológico) integra a la (s) didáctica (s) y a otras disciplinas; segundo, que la enseñanza es un objeto complejo; tercero, que sobre esta recaen disciplinas con teorías diferentes; y cuarto, que la interdisciplinaria puede resolver la escasa articulación entre las teorías. Llegan estos aspectos a hacer ver la educación –terreno de todos- como la conciliadora. Lo curioso es que se quiera forzar las articulaciones entre las disciplinas cuando lo mínimo que podría pasar bajo tales disparidades es lo que muy bien señala la autora, “...la falta de consenso es pacíficamente aceptada por la comunidad académica...”, no es para menos por las distancias, intereses, objetos fundantes de cada uno de los territorios tan disímiles que se quieren poner a dialogar en un “territorio” de todos y de nadie a la vez.

En la idea de seguir en la onda de los papeles que cumplen las Ciencias de la Educación y de los múltiples intereses, objetos, sujetos y disciplinas que la conforman, Ruiz (2013) interpreta que:

“El concepto de *campo* resulta valioso para comprender el juego de relaciones, intereses, expectativas y necesidades de dominio y reconocimiento que movilizan sus actores en él, para el caso, *actores doctos*: investigadores en educación (cientistas sociales) y *agentes calificados*: gestores y administradores de la investigación; promotores de agencias de financiación y



directivos y empresarios de la industria editorial, que, se entiende, influyen directa o indirectamente en la configuración de cada campo de conocimientos y en el impacto social de sus producciones.” (p.71)

Así pues, estos dos últimos autores reconocen la situación para lo cual consideran que la solución es, para el caso de Davini (2004), el trabajo interdisciplinario, para Ruiz (2013) aceptar lo ya constituido y buscar explicarlo a la luz del concepto de campo, en especial en lo relacionado con presiones externas, que como ya lo había citado de Ruiz “...en principio, no configuran toda la gramática de las disciplinas, para el caso, prescriben, nada más y nada menos, buena parte de los asuntos sobre los cuales ésta debe discurrir.” (Ruiz, 2013).

Quizá Davini (2004) y Ruiz (2013) tengan razón en sus presunciones ya que Bourdieu (2003) efectivamente al hacer referencia a las presiones y tensiones señala que estas “...fuerzas actúan para descartar y separar las partes constitutivas de un cuerpo.” (p.87). No obstante también enfatiza que un campo es *relativamente autónomo*, si...

“...el sistema de fuerzas que constituye la estructura del campo (tensión) es relativamente independiente de las fuerzas que se ejercen sobre el campo (presión). Dispone, en cierto modo, de la «libertad» necesaria para desarrollar su propia necesidad, su propia lógica, su propio *nomos*. Una de las características que más diferencian los campos es el *grado de autonomía* y, a partir de ahí, la fuerza y la forma del *derecho de admisión* impuesto a los aspirantes a ingresar en él.” (p.87)

En este sentido, queda claro que no se pueden negar las fuerzas a las que está expuesto un campo, sin embargo, esto no quiere decir que se tenga que estar supeditado al *nomos* externo sino todo lo contrario su lógica interna impide que todos puedan tener el derecho de admisión para opinar, tomar decisiones, como ocurre en el campo de la pedagogía y la didáctica, mucho más en la educación, como consecuencia de estar, *per se*, condicionados, subordinados a las Ciencias de la Educación. Por lo tanto, las discusiones entre las didácticas –especiales, generales-, con otras disciplinas y teorías con objetos alejados del asunto esencial en cuestión, al igual que la presión que puedan ejercer los *agentes calificados* (Ruiz, 2013), no deberían ser puestas, considero, en un territorio diferente al de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Lugar desde donde pueden gravitar las tensiones en torno a los objetos propios de los campos en cuestión y los que tienen que ver con las presiones de corte educativo, político, cultural, social, económico, etc.

En verdad, de todo esto lo que se evidencia es que existe una lucha entre las disciplinas y el Estado, entre cuál es el papel, la influencia que tienen las disciplinas de conocimiento en la construcción de las políticas, en este caso de educación, y cuál es el papel, la influencia del Estado sobre las disciplinas de conocimiento, en la elaboración de las políticas en educación. Esto también aplica para el caso de las profesiones, su regulación, acción profesional, objeto social, conocimiento especializado y quienes ingresan al campo.

Sin dejar de reconocer que efectivamente todos tienen que ver con la educación, sean o no profesionales, expertos, investigadores, legos en cualquier campo, y reconociendo también que estas mismas posibilidades han hecho de la educación un asunto de todos, lo cual puede verse reflejado en las constantes crisis de la educación, en la escuela, es necesario reconocer también que existen

investigaciones realizadas en los campos de la pedagogía (educación) y la didáctica que han hecho más visible la complejidad que encierra la idea de educación no tanto en lo mercantilista, economicista, sino en las categorías de aprendizaje, enseñanza, evaluación, currículo, estudiante, profesor, conocimiento, entre otras posibles.

Los economistas, políticos, burócratas, entre otros, no tienen por qué haber recibido formación en asuntos de educación, a excepción de la mirada a esta desde sus propios referentes teóricos, mucho menos en didáctica y pedagogía. Tampoco, quienes se forman en estos dos últimos campos tienen por qué haberse formado bajo los referentes teóricos económicos, políticos, etc., por lo menos no como fundantes *per se* de su conocimiento profesional, esto no quiere decir que no tengan que saber de los mismos ya que sería una incompletud en su formación, máxime si se trata de profesores que tienen la responsabilidad de formar a personas que se encuentran en un mundo, ahora más que nunca, capitalista.

Desde luego que los expertos pueden mirar hacia otros campos con el fin de poder tener concepciones más completas y complejas de sus conocimientos disciplinares, en la idea tener alguna aproximación a dichos temas. En el campo de la educación todos opinan, deciden sobre ésta, desconociendo las complejidades que la misma tiene en la práctica y los desarrollos de teorías que desde la didáctica y la pedagogía se han elaborado dejando ver dicha naturaleza. Sin embargo, la educación, la escuela, el enseñar y el actuar sobre la misma como profesor han estado por siglos en manos de todas las posibles mentes. Esto no quiere decir que todo el que quiere, no pueda opinar sobre la educación, esta no es un asunto privado, pero en lo que si se tiene que tener mesura es cuando se hace referencia a la misma aludiendo a la enseñanza y el aprendizaje, cuando menos, en términos formales. Esta discordancia suele ser constante cuando se hace referencia a las instituciones de formación académica – universidades, colegios, escuelas- por parte de organismo internacionales y nacionales, que diseñan políticas en educación –que son en realidad económicas- desde marco referenciales muy alejados de las prácticas de enseñanza. Bueno, tampoco tendrían por qué saber los que toman las decisiones sobre las políticas a seguir dado que no es su campo de formación.

Las escuelas, colegios y universidades –educación formal- y la educación en general están supeditados a los lineamientos, opiniones, de agentes externos. De forma clara y decantada, destacando lo que significa la opinión, *un obstáculo para la ciencia*, Bachelard manifiesta que la ciencia “...tanto en su principio como en su necesidad de coronamiento, se opone en absoluto a la opinión...La opinión piensa mal; no piensa; traduce necesidades en conocimientos. Al designar a los objetos por su utilidad, ella se prohíbe el conocerlos...” (2010:16).

Se puede entender entonces, que quizá quienes opinan y toman decisiones desde lugares de poder que influyen notoriamente sobre la educación –sobre todo para agudizar las crisis en algunos países- lo han hecho desconociendo las denominadas Ciencias de la Educación o posiblemente pueden conocerlas pero esto no significa nada ya que en estas son ubicadas variedad de disciplinas. La educación es vista como fundamental para los países, sociedades, economías, no obstante, su nominación de Ciencias de la Educación, ha sido mal configurada al entenderla como ciencia, ya que todos opinan sin conocer lo que significa. Con toda razón Bachelard (2010) escribe: *La opinión piensa mal; no piensa*.

De aquí que esté proponiendo el estatus de *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, buscando dar un giro que *favorezca en el reconocer la existencia de un territorio académico exclusivo para discurrir sobre*

la educación en términos de ciencia didáctica y pedagógica sobre la ciencia, en la que la opinión tenga fundamentos teóricos, conceptuales, en la que el paradigma dominante que por siglos se ha mantenido sobre la educación -*experiencia básica* (entendido como obstáculo en Bachelard , 2010)- pueda ser superado. Este autor, citando a Berson<sup>39</sup> subraya que el espíritu:

“...tiene una tendencia irresistible a considerar más claras las ideas que le son útiles más frecuentemente.” La idea conquista así una claridad intrínseca abusiva. Con el uso, las ideas se *valorizan* indebidamente. Un valor en sí se opone a la circulación de los valores. Es un factor de inercia para el espíritu. A veces una idea dominante polariza al espíritu en su totalidad.” (Bachelard, 2010:17)

Por la naturaleza filogenética –asociada a la especie animal humana- y ontológica –el ser humano, sin dejar de ser animal- la educación se naturalizó socialmente, y se ha mantenido casi que estática desde su concepción más tradicional, sus cambios son apenas perceptibles, de allí que es constante se diga que mientras todo cambia la educación sigue inmune, sin dejarse afectar. Para los burócratas, los diseñadores de políticas, economicistas, el conocimiento en si no ha solido ser la piedra angular para hacerse preguntas en cuanto a la educación ya que es constante entender su enseñanza por sí misma, enmarcada en las disciplinas duras, puras, blandas, etc., aunque el adjetivo no es el problema, el problema es la naturaleza de estos conocimientos al querer llevarlos por sí mismos para ser aprendidos. Por fuerza de las concepciones que sobre el conocimiento son mantenidas, las opiniones se fundamentan en los discurso sobre la formación en valores, principios éticos, en cuanto al rendimiento de los estudiantes, el costo *per cápita* para los Estados, lo que implica para las economías, a veces, su influencia en la cultura, entre otros.

Al referirse Bachelard (2010) a la repercusión que tiene la opinión dentro de las ciencias se comprende que esta no conduce más que a la expresión de maneras de pensar muy subjetivas desde el desconocimiento de lo que se dice. Pero quizá ha sido extremo al subrayar que “Nada puede fundarse sobre la opinión: ante todo es necesario destruirla. Ella es el primer obstáculo a superar. No es suficiente, por ejemplo, rectificarla en casos particulares, manteniendo, como una especie de moral provisoria, un conocimiento vulgar provisoria.” (p.16). En la perspectiva en que hace presentación a la opinión, desde la ciencia, tendría de cierta forma sentido el rechazarla, por lo que ha pasado, por ejemplo con el caso de la educación. Sin embargo, si se piensa la opinión en el plano de las personas que no se encuentran en el campo de las ciencias, esta tiene sentido siempre que no sea está reconocida como una voz experta o autorizada para tomar decisiones que pueden influir directamente en la construcción de políticas, ya sean nacionales o internacionales. Si este fuera el caso, es coherente también afirmar que la política no puede fundarse en la opinión, en el conocimiento vulgar provisoria.

También es importante aclarar que en sí la opinión hace parte de todos quienes propendan por expresar ideas, pero estas varían de unas personas a otras según su nivel de formación y la naturaleza de su conocimiento profesional, técnico, común. Desafortunadamente muchas de las opiniones que tiene efecto en la toma de decisiones frente a la educación provienen de legos, neófitos, que sin conocimiento de fondo sobre lo que ocurre en las instituciones de educación y las investigaciones realizadas en los campos de la pedagogía y didáctica, se atreven a realizar especulaciones.

---

<sup>39</sup> “(1) BERGSON-, *La Pensée et le Mouvt*, Paris, 1934, p. 231.” (Bachelard, 2010:17)

Todo lo anterior ocurre, en parte porque los campos de la pedagogía, la didáctica y la educación son poco conocidas por las comunidades de investigadores, además de que, como lo señala Tezanos (2007), en cuanto a la revisión de trabajos producidas por los diferentes grupos de investigación en el campo de la pedagogía y la educación no se tienen criterios claros y científicos. Esta misma autora declara:

“...desde tiempos inmemoriales circula una idea bastante extraña: acerca de estos temas cualquiera tiene autoridad para expresar lo que se le ocurre y, en general, se asume el sentido común como criterio de validación del discurso educativo y pedagógico. Y si bien es legítimo que sociólogos, psicólogos, economistas realicen estudios sobre la educación en el horizonte de sus disciplinas, en tanto la educación es una institución social; es ilegítimo que asuman la misma autoridad cuando se da cuenta de la reflexión sobre la práctica discursiva específica de los maestros que constituye la base y el fundamento del desarrollo del saber pedagógico.” (Tezanos (2007:10)

Atendiendo a lo señalado hasta este momento, se puede decir que tiene razón Chevallard (1991) cuando hacía alusión a la escuela como aquella en la que todos tiene que ver, los que están afuera y los que están dentro del sistema educativo, textualmente destacaba que la escuela “...sigue siendo territorio favorito de todos los voluntariados, para los que constituye, tal vez, el último refugio...enteramente colmado de voluntad humana, podría moldearse según la forma de nuestros deseos, de los cuales no sería sino una proyección, en la materia inerte de una institución. Añadiríamos incluso qué es lo que hemos hecho de él y, al fin de cuentas, encontramos en él lo que hemos puesto en él...” (Chevallard, 1991: 13).

Para el caso de las Ciencias Sociales, si bien es posible entender que entran en la lógica de hacer una aproximación más cercana a lo que acontece en las aulas de clase, en la escuela, se quedan los campos clasificados en estas ciencias a merced de las teorías sociales, por lo que los análisis tienen una perspectiva muy particular. Como ya se había citado, es Camilloni (2008) quien clasifica a la didáctica en las ciencias sociales en razón de que tiene como objeto de conocimiento la enseñanza, el cual entiende como una acción social, con esto la autora le da su propio énfasis a la enseñanza, lo cual tiene sentido en razón del territorio desde donde la quiere sujetar para hacerla objeto de análisis, lo cual también ocurre con los economistas y políticos, fundamentalmente, solo que lo hacen en términos de ciencia que utilizan para salvaguardar sus pretensiones capitalistas, de poder, control, que tienen sus territorios que suelen denominarse como ciencias políticas o ciencias económicas, según sea el caso.

En mi fuero interno, quizá ninguna de las ciencias planteadas como integradoras de la didáctica, pedagogía, educación –Ciencias de la Educación, Ciencias Sociales, Ciencias Humanas- sean las más adecuadas, quizá lo mejor pueda ser pensarlas desde su misma episteme de ciencia, *ciencias de la enseñanza y aprendizaje, Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Tener como andamiaje fundante de sus explicaciones y disquisiciones, a construcciones teóricas, conceptuales, constituidas en objetos distintos a los subyacentes a los que tienen por objetos la enseñanza y aprendizaje, implica reconocer y establecer una mirada externa, a la vez que desconocer la naturaleza intrínseca del o los objeto (s) que instituyen y son instituidos como sus campos de investigación, de producción de conocimiento teórico y práctico.

Entonces, si bien es cierto es importante tener en mente el país de donde proceden las tradiciones (Alemania, Argentina y Francia) por la cultura, por la maneras de pensar el mundo, por el peso y valor que puede tener la tradición – más que por el economicismo-, lo esencial es comprender sus objetos de investigación a partir de su propio *territorio académico* fundante. Concebir las *ciencias de la enseñanza y aprendizaje* como un conocimiento genuino, implica necesariamente un giro en estas categorías que por siglos han rodado por diferentes *escenarios* –económico, político, administrativo, cientificista y religioso- que han marcado fuertemente la manera de pensarlas como resultado de los paradigmas dominantes, y que todavía se mantiene, no empero de que predominantemente están alejados de la realidad escolar.

Stenhouse (1998), sin tener como preocupación directa los *escenarios* señalados en el párrafo anterior –ya que se encuentra imbuido en estos, por lo menos en los tres primeros- y sin ubicarse en la pedagogía y/o didáctica como disciplinas, pero sí en el campo general de la educación y enfocando al *currículo como campo de investigación*, propone superar tal asunto mediante la investigación que realice el profesor en el aula, considera que de esta manera se pueden llegar a resultados desde ambientes específicos, y no a los resultados generales obtenidos del “paradigma psicoestadístico” (p.27).

Es un hecho que la estadística es muy cercana a los escenarios que propenden controlar todo lo que tenga que ver con la formación de personas, podría pensarse que el religioso no, pero Comenio es una muestra clara, ya que hacía cálculos de tiempo-espacio a utilizar para alcanzar objetivos, incluso establecía relaciones de número de estudiantes por profesor, la cantidad y características de los libros, etc., su perspectiva determinista y administrativa también pueden ayudar a sostener esta afirmación.

Precisamente, de los escenarios que buscan cuadrangular, determinar la formación formal en escuelas y universidades, se han engendrado muchas de las concepciones sobre conocimiento, estudiante, profesor, enseñanza, aprendizaje, escuela. Así pues, se puede decir, que disciplinas externas a la didáctica y la pedagogía, investigan para tomar decisiones en términos políticos, económicos y administrativos, más que nada. Como ya lo reconocía Litwin (2004:92) “...durante varias décadas, la mayoría de los temas de análisis o de preocupación de la didáctica se han referido a problemas estudiados o investigados en otras disciplinas.” Al referente, Davini (2004) destaca que:

“...la interdisciplinariedad en las ciencias sociales y humanas, cuando se ocupan de cuestiones de aprendizaje y de enseñanza, está lejos de ser una actividad legítimamente consolidada. La comprensión de las disputas y las oposiciones no puede dejar de considerar las relaciones hegemónicas entre los campos científicos, en las cuales unas disciplinas tienden a ser dominadas por otras, consideradas más "serias". A ello se agrega que en el terreno de la acción escolar, propio de la concreción de la didáctica, las decisiones están fuertemente determinadas por factores políticos que muy rápidamente afectan al desarrollo de la enseñanza.” (p.43-44)  
“No podemos dejar de lado en este punto, la influencia que ha tenido el concepto de curriculum, las pujas de los profesionales por el control de la enseñanza y el debilitamiento del discurso de la Pedagogía, hoy absorbido por las propuestas de orientación de la educación emanadas de organismos internacionales y financiadores.” (p.44)

Si ahondar al referente, es fundamental expresar que la didáctica y la pedagogía no pueden negar los distintos *escenarios* pero sí les es necesario que posicionen sus propias epistemologías, para con ellas

hacer lectura de lo que otras disciplinas externas hacen al analizar la enseñanza y aprendizaje desde sus construcciones de conocimiento; de esta manera se toma posicionamiento respecto a sus intereses y se evita que la didáctica y la pedagogía se conviertan en herramientas para alcanzar metas mercantiles.

El querer hacer salir estas disciplinas de investigación de las Ciencias de la Educación, es justamente porque desde la educación, puesta en manos de burócratas, capitalistas y políticos, se maneja con desconocimiento aspectos arraigados a los procesos complejos de la enseñanza, que requieren de profesionales especializados formados desde su formación inicial universitaria en los campos de la pedagogía y didáctica.

Precisamente, el buscar avanzar en todo lo desarrollado hasta este punto, tiene en buena parte relación con el intentar razonar, argumentar respecto a las tesis I y II principalmente. Ya que el conocimiento del profesor se encuentra supeditado al *territorio de Estado* al igual que ha estado configurado fuertemente a territorios académicos externos a la didáctica y la pedagogía, la cuales, hay que subrayarlo, han estado bebiendo de referentes epistemológicos de las ciencias que tienen objetos de estudio alejados de la enseñanza. Más aun, han estado contenidas por dichas ciencias. De allí que se devenga extrapolable para esta la tesis doctoral el pensar en unas *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, en razón de configurar el conocimiento metadisciplinar del profesor de ciencias. Será motivo para soportar esta última idea en el siguiente capítulo.

Prosiguiendo, el tema en cuestión sobre los territorios y sus posibles imbricaciones, recubrimientos, influencias, derivaciones a otros territorios, pueden quedar contenidos en los seguimientos realizados Litwin (2012) y Davini (2004), esta última claramente manifiesta que:

“La inclusión de la didáctica como disciplina en el campo de la educación corresponde a la tradición Europea, básicamente de Europa central y mediterránea, y se extiende al contexto latinoamericano. En los países anglosajones no se aprecia esta incorporación –dado que en gran medida la consideran una aplicación de la psicología de la educación–, y es innegable la influencia académico-política que estos países ejercen respecto de la producción en la materia.” (p.42).

Con esta cita y la anterior, también de Davini (2004), queda entonces el precedente de que la didáctica y la pedagogía son sometidas a las presiones provenientes tanto de organismos internacionales como de los países que se han hecho llamar “de primer mundo”, los cuales no se han acogido a la idea de incluir la didáctica, por lo menos, al campo de la educación, esto puede ser verificable en las publicaciones que provienen de los países anglosajones.

La otra presión latente está directamente relacionada con disciplinas que ha tomado cierto arbitrio en los países anglosajones por el hecho de haber realizado investigaciones respecto al aprendizaje, Cols (2008) al referente escribía, a manera de ejemplos, que en los Estados Unidos, la mayoría de los modelos y propuestas sobre la enseñanza han sido elaborados por psicólogos, con base en teorías acerca del aprendizaje y del desarrollo. De igual forma en este país, la teoría curricular, que ha tenido un gran esparcimiento desde las primeras décadas del siglo XX, influyó según sus intereses en temas relativos a la enseñanza y aprendizaje escolar. Tampoco la didáctica ha tenido desarrollo en Inglaterra.

Cols (2008), citando a Hamilton (1999), señala que junto a la teoría curricular, existe una línea de reflexión pedagógica cuyos intereses son afines al pensamiento didáctico de la Europa continental. Continuando, expresa que para el caso de Brasil, se encuentran las tradiciones, didáctica y curricular, que están "...sólidamente establecidas y presentan una producción propia que se asienta en ámbitos institucionales demarcados (Barbosa Moreira, 1999)." (Cols, 2008:72). Resalta que para el caso del contexto argentino, la producción francesa ha tenido gran difusión en los últimos años. En Francia se presentó una configuración particular dado que allí fueron los pedagogos quienes históricamente se ocuparon de los problemas de la enseñanza, con una orientación más bien normativa.

Se puede decir que estas posturas son convenientes para estos países ya que no solo se imponen con su cultura y manera de pensar la formación en función del capitalismo, sino que además pueden librarse de posibles críticas sostenidas por *territorios académicos* conformados por profesionales que pueden conocer más de cerca la complejidad de la educación, este territorio pensado en los confines del *territorio de los Estados*, puede generar pérdida de hegemonía en las políticas sobre educación que se encuentra en manos de expertos en campos, generalmente, que no conocen de la educación sino las estadísticas y el costo *per cápita*, la función de estos en mantenimiento de su influencia.

En las últimas décadas, la preocupación y el interés por la educación cada vez se torna más apremiante por parte de los países que ven en esta un sector neurálgico para su desarrollo y/o mantenimiento económico, desde esta se piensa en la producción de conocimiento, de servicios, de productos, a partir de recurso o talento humano formado desde las escuelas, colegios, institutos, universidades, la biotecnología es un ejemplo claro de esto, como se presentará en el capítulo VI.

Las crisis que constantemente se presentan en la educación son pues el pan de cada día de muchos Estados desde hace ya varios años. Con razón, Delval (1991) ya manifestaba que "Desde hace mucho tiempo, en la mayor parte de los países se habla de crisis de la educación y casi puede decirse que la crisis es el estado habitual de la educación." (p.7). Pues no es para menos que se quiera hacer pensar, por parte de estos países y organismos, que hay crisis, toda vez que no se cumplen con sus exigencias instrumentalistas y mercantilistas, pensadas como estándares, calidad, competencias.

Litwin (2012), por su parte escribe, que desde la perspectiva instrumental, en la década de los setenta, se consolidaron algunas dimensiones de análisis de la didáctica, tales como objetivos, contenidos, curriculum, actividades y evaluación. Señala que estos aspectos (con algunas diferencias según los casos) constituían para ellos –Argentinos-, junto con las cuestiones abordadas sobre el aprendizaje, la agenda clásica de la didáctica, que ha sido revisada desde una perspectiva fundamentalmente crítica. Subraya, que en América Latina, por esta misma década, tanto en México como en Brasil estudiosos del campo de la didáctica – Ángel Díaz Barriga o Dermeval Saviani- realizaron análisis críticos en relación con la racionalidad técnica como perspectiva didáctica, pero que lamentablemente estos estudios tuvieron poca difusión en su país, el de Litwin (2012).

Continúa esta autora expresando, que en su país en las décadas de los ochenta y en lo que había transcurrido de los noventa (1997), el campo de la didáctica, como teoría acerca de la enseñanza, muestra una serie de desarrollos teóricos que implican la recuperación en el debate, por lo menos en dos aspectos. Por una parte, del origen de estas propuestas de carácter instrumentalista en una perspectiva histórico interpretativa; y por otra, en cuanto al reconocimiento de nuevas dimensiones de análisis, por lo que la reconceptualización del campo fue favorecida por nuevos desarrollos teóricos

provenientes de autores tales como: Michael Apple, Basil Bernstein, Wilfred Carr, Alicia de Alba, Ángel Díaz Barriga, José Gimeno Sacristán, Henry Giroux, Stephen Kemmis, Ángel Pérez Gómez y Thomas Popkewitz, quienes analizaron el currículum, reconocieron el método imbricado en el contenido y las relaciones entre la práctica y la teoría para la construcción del conocimiento.

No obstante, Litwin (2012), reconoce que:

“El cambio que propusieron los diferentes estudiosos no tuvo como objetivo el reemplazo de unos constructos por otros o, simplemente, la actualización de las categorías clásicas, aun cuando reconozcamos el valor de esos trabajos en este sentido. Más importante ha sido que las miradas que construyeron impactaron en el campo de la didáctica y plantearon la necesidad de recuperar la preocupación por la enseñanza en sus dimensiones filosóficas, políticas, ideológicas y pedagógicas. También favorecieron la incorporación de otros estudios derivados de la sociología, la lingüística y la psicología.” (p.45-46)

Con esto quedan abiertas las posibilidades para proseguir en la idea de construir teorías que tengan mayores explicaciones y análisis de lo que en el contexto de la realidad se evidencia y sobre el cual es fundamental continuar investigando para revertir muchas de las concepciones heredadas siglos atrás y que aún resplandecen en la actualidad debido a las múltiples influencias, intereses y perspectivas que hay sobre la educación, campo desde el cual todos pueden opinar debido a la naturaleza de la misma en cuanto somos seres humanos educables.

En parte, tiene sentido el anuncio de Martínez (2013: 63) al declarar que “...la pedagogía y la didáctica tienen más cercanía con los maestros, con los formadores de maestros y con los estudiosos de la educación, mientras que la educación misma, como lo dice el “slogan” actual, “es asunto de todos”.” Es interesante esta posición aunque sigue dejando muy abierto el territorio al expresar que la pedagogía y la didáctica también estarían próximas a “los estudiosos de la educación”. Adicionalmente, sería interesante poder pensar también esta cita en el sentido contrario y más restrictivo, a saber, los maestros –los formados como tal para serlo- y los formadores de maestros tienen más cercanía con la pedagogía y la didáctica que los que no se han formado en estas disciplinas.

En los apartados que siguen iré profundizando en cuanto al origen y naturaleza del conocimiento didáctico, que como se entiende ha cambiado, mutado en algunos aspectos en tanto que otros permanecen enraizados en la cultura, posteriormente, pasaré a pensar en el campo pedagógico, que comparte varios aspectos con el didáctico.

#### **4.2. Miradas y usos incluyentes y excluyentes a la palabra didáctica**

Pacios (1980) ya afirmaba con claridad que “Con Ratke y Comenio, casi simultáneamente, aparece el nombre de nuestra ciencia. Sin embargo sería excesivo optimismo creer que con su bautizo podía darse por constituida; y menos por concluida.” (p.23). Si nos devolvemos un momento a la cita que realizamos de Davini (2004), en la que subrayaba el aporte de Ratke a la didáctica como el de “realismo pedagógico” encontramos que su escritura incluye la pedagogía y no la didáctica, esto resulta aún más enriquecido si se tiene en mente que para Nérici (1985:57) “La palabra *didáctica* fue empleada por primera vez, con el sentido de enseñar, en 1629, por Ratke, en su libro *Aphorisma Didactici*



*Precipui*, o sea, *Principales Aforismos Didácticos*.” Agrega que, sin embargo, el término fue consagrado en la didáctica de Comenio.<sup>40</sup>

Asprelli (2011), agrega que el alemán Wolfgang Ratke fue el primero en asignarle el título de *didacticus*, que Comenio lo sigue “...en la consideración que hace de la didáctica y así lo expresa en su obra, publicada en lengua bohemia en 1628 y en latín 1638.” (p.25). Si se tienen en cuenta los principios presentados por Asprelli (2011) en lo que denomina el planteo didáctico, de este alemán se puede encontrar que estos coinciden con los fundamentos presentados en la *Didáctica magna*, los cuales se pueden leer en las tablas 4.2, 4.3 y 4.3 de este capítulo. No sobra señalar que en la obra no se enuncia a Ratke. Con esto entonces se suma un autor más a la tensión respecto a la originalidad del texto comeniano.

Para Rodríguez (1991:105):

“La Didáctica está en una situación singular dentro de las Ciencias de la Educación. Es la primera que se constituye con un cuerpo de doctrina autónomo, independiente de la especulación filosófica en la que venían enmarcadas las reflexiones sobre educación. Esta singularidad se acentúa si se tiene presente que su objeto es un contenido parcial dentro del proceso educativo, de donde resulta que a la idea de Didáctica, ciencia «parcial» de la Educación, se llegó antes que a la Pedagogía, ciencia «total» de la educación.”

Desde luego que no se puede desconocer que Comenio pone la plataforma, el andamiaje teórico, conceptual desde el que se ha construido tensiones y presiones, luchas de acuerdo a las concepciones que han concurrido en varios momentos de la historia. El problema está cuando no se hace un seguimiento a quienes han sido reconocidos por sus desarrollos en la disciplina y que había aportado elementos clave para su consolidación. Cuando no se tiene rigurosidad, precaución en el seguimiento a los antecedentes lo cual conduce al horizonte que ya se ha buscado bosquejar desde el apartado anterior.

El territorio, campo, disciplina, es fraguado y compartido por quienes tiene interés, preocupaciones, intenciones, seguridades, incertidumbres, que ven un problema o fenómeno inexplicable que requiere ser indagado, analizado, interpretado, en fin, y quizá se le puede atribuir a Comenio esto último, algo que sugiere, apunta, enuncia hay que hacerle seguimiento, sobre lo que hay que debatir. No obstante, suele ocurrir el desconocer los desarrollos alcanzados o elementos propuestos en didáctica, Litwin (2012) ya se pregunta al referente: “...cuántos ensayos e investigaciones didácticas -nuevas y viejas- pueden reconocer en sus supuestos originales o primeras hipótesis las mismas preocupaciones que los preceptos de Comenio.” (p.59).

Díaz Barriga (1995), ya ponía de presente que en realidad, existe un conjunto de deformaciones sobre el saber didáctico, sentadas en el sentido común, por una parte, al considerarlo devaluado, sin fundamento, innecesario, poco riguroso, por otra, al suponer que sobre la didáctica ya se sabe. Agrega que “Toda persona, todo maestro, por el hecho de poder pensar más o menos “razonadamente” puede decir algo sobre este pensamiento. Incluso, en una “vulgarización” del término se llega a decir que determinados objetos –libros, juguetes- “son didácticos”...” (Díaz Barriga, 1995:13). En este mismo

---

<sup>40</sup> Se puede revisar el sentido dado por Rodríguez (1991) “Su primer empleo en el sentido que nos ocupa se señala por lo regular en 1613, en el título de una relación de W. Ratke sobre propuestas de reforma pedagógica.” (p.106)

sentido Astolfi (2001) pone de relieve que la palabra didáctica, como adjetivo, se utiliza con tal naturalidad que se dice que un documento o una enseñanza es didáctico (a) haciendo énfasis en su aspecto sistemático, lineal, progresivo e incluso pesado, en términos burlescos.

Con ahínco, Camilloni (1997) resalta que "...el término "didáctica" tiene un significado mucho más fuerte como adjetivo -atributo de un cierto tipo de enseñanza- que como disciplina, una interpretación usual, incluso en otros campos disciplinarios afines..." (p.27). Según Astolfi (2001) "La introducción y el uso de la palabra "didáctica" son bastante recientes, sobre todo cuando se emplea como sustantivo en vez de como atributo: se habla de la *didáctica de una disciplina*." (p.73), destaca que con esto se reinstaura la tradición de Comenio de usar esta palabra. Ahora, cabe aclarar que aunque la usó como sustantivo al titular su libro *Didáctica magna*, la orientación de la didáctica como disciplina está lejos de ser su propósito explícito, menos cuando, la mayoría de las veces la utiliza para describir objetos, materiales, etc.

Para Astolfi (2001) el uso de la didáctica como sustantivo quebranta las concepciones comunes y cotidianas utilizadas a través de la palabra para dar calificativos a variadas cosas, objetos, sujetos, por lo que se transforma y caracteriza en "...un movimiento de constitución de nuevos campos de estudio y de análisis de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje, en relación con un contenido de aprendizaje bien especificado." (p.74). Buscando resolver el continuo de establecer el uso de la palabra de manera aleatoria, sin un carácter formal académico para los profesores, Camilloni (2008) establece algunas categorías para la didáctica, tales como: ordinaria, pseudoerudita, erudita y didáctica como disciplina teórica.

Por lo que se ha podido evidenciar en todas las lecturas sobre los temas tratados, de donde se ha intentado establecer una breve radiografía hasta el momento, tiene mucho sentido la afirmación de Pacios (1980):

"Es un hecho que no sólo antes de ser acuñado el nombre de nuestra ciencia por Ratke y Comenio, sino incluso durante largos periodos de tiempo después, no se ha mencionado la Didáctica con este nombre, aun cuando se estudiase el tema de la instrucción. Fue la pedagogía la que se encargó de los temas didácticos. Y aún hoy, en muchos países científicamente avanzados no está en uso la denominación de Didáctica para designar la ciencia del aprendizaje. Willmann afirma que, independientemente del nombre empleado, siempre ha habido entre la pedagogía y la didáctica la tendencia a englobar la una en la otra, y de absorberse mutuamente." (p.87)

Se puede decir entonces que la didáctica tiene como uno de sus representantes a Comenio y que las producciones posteriores han puesto en discusión objetos de investigación que se han transformado, ampliado, cambiado, negado o que de estos se han derivado otros objetos que siempre han conllevado al crecimiento y desarrollo de contenidos teóricos. Como es de preverse por lo que significa la emergencia de una disciplina de conocimiento, las contradicciones, discusiones, posturas opuestas o compartidas, derivaciones, hasta cierto punto por quienes comparten un mismo territorio de conocimiento, incluso las "luchas y presiones" con otros territorios –pedagogía, psicología, sociología, entre otras- han sido determinantes para la consolidación de la didáctica como disciplina –al igual que la pedagogía que será abordada en el penúltimo apartado de este capítulo-. Sin la intención de ampliar este párrafo en cuanto a las ideas de campo, territorio y disciplina de conocimiento, que ya fueron

desarrolladas en el capítulo III en un conjunto de elementos que posibilitan una mayor aproximación al sentido y lo que significan en tanto el ostentar características específicas para un conocimiento, en lo que sigue se pondrá de manifiesto lo que algunos autores han expuesto para reconocer la didáctica como disciplina, ciencia, dadas las investigaciones realizadas, capital simbólico, construcciones teóricas y conformación de comunidad fundamente.

#### **4.3. Establecimiento y ocupación en clave de ciencia o disciplina de la didáctica**

Sin la intención de hacer un recorrido extenso sobre todos los autores que han destacado la necesidad de reconocer la didáctica como ciencia o disciplina de conocimiento se esbozaran algunos rudimentos que permitan vislumbrar los elementos generales que fueron argüidos para soportar la estructura de una disciplina de investigación

Así pues, haciendo alusión al desarrollo de la didáctica algunas publicaciones han propuesto la manera como debería ser denominada (Estany e Izquierdo, 2001), con el fin de que adquiera identidad, en tanto que otras han señalado cómo ésta ya debería tener el estatus de ciencia que le permita distinguirse, distanciarse de las demás ciencias (Pacios, 1980). Siendo reflexivo este último autor ha manifestado:

“Parece que en nuestros días la Didáctica debería ser ya una ciencia conclusa y completa, perfectamente deslindada de todas las demás, y sistematizada y ordenada de todas las partes. Desgraciadamente no es así. El grado de sistematización alcanzado no tiene parangón posible con el enorme vigor y con la amplitud de las investigaciones en curso en los más variados campos de la enseñanza y el aprendizaje; disponemos de una inmensa cantera de materiales didácticos o pseudodidácticos, pero queda por hacer la labor de síntesis. Es frecuente que investigadores que cuidan una parcela pequeña de este inmenso campo se salgan sin advertirlo del terreno de la didáctica por no estar bien delimitada su área” (p.24).

En esta cita se quiere resaltar lo necesario que es constituir un territorio para no estar dudando a cuál se pertenece, lo que no parece muy acertado es el utilizar las palabras *conclusa* y *completa* para referirse a la didáctica, no porque sea ésta, sino que difícilmente se puede hacer realidad que una disciplina, menos una ciencia, pueda alcanzar tal estado o condición, de hecho si eso fuera así prácticamente que también se puede dar por terminadas por agotadas sus investigaciones. La referencia que hace la didáctica “perfectamente deslindada de todas las demás” –ciencias-, igualmente resultaría, ahora más que nunca, un falacia cuando lo que se observa y ocurre es todo lo contrario, una disciplina de conocimiento está en interrelación con otras disciplinas. Esto no quiere decir que entonces la didáctica no tenga sus propios contenidos teóricos, conceptuales, objetos sobre los cuales navega su interés por construir conocimiento, objetos que le son propios por su naturaleza fenomenológica y sobre los que se siguen realizando análisis que propendan por comprenderlos, explicarlos.

Como quiera que sea, en lo que sí se puede coincidir con Pacios (1980) es en la idea de que debe “existir” un territorio, pues, de lo contrario no habría la posibilidad de la congregación de miembros que comparten ciertos lugares y capital simbólico que han producido al interior y como resultado del campo. Tiene entonces cabida la declaración de Rodríguez (1991:135): “Dentro de las Ciencias de la Educación, la Didáctica ocupa un espacio que no puede ser cubierto por las demás; de lo contrario tendría que eliminarse como saber.”

Para Zuluaga (2007), “No pocos historiadores de la educación y la pedagogía sitúan, a partir de la *Didáctica Magna*, el nacimiento de una disciplina autónoma que unos denominan *pedagogía*, otros *ciencia de la educación*, otros *didáctica* y otros *ciencias de la educación*.” (p.100). Dejando ver la perplejidad que se cierne entre las disciplinas que he venido poniendo en análisis, Zuluaga (2007) exalta lo que bien pueden verse como mutaciones o derivaciones, conjeturas que desde los campos de investigación suelen aparecer pero que en realidad conducen a verdaderos desaciertos siempre que no se sustenten las razones del enlace, cambio o ampliación de las palabras.

A propósito de esto, y lo que es una constante cuando se intenta hacer seguimiento a las palabras que Zuluaga (2007) destaca como confusas, Tezanos (2010) subraya:

“La ambigüedad de significado de la expresión inicial “ciencia de la educación” y las posteriores “ciencias de la educación”, en inglés, francés y castellano, está en el origen de una larga e infructuosa discusión que sobrevive hasta el día de hoy, tanto en su lugar de nacimiento como en el resto de las comunidades académicas que la recogieron, en relación con el estatuto epistemológico que ellas pueden tener y que es imprescindible para darles legitimidad como aparato disciplinario.” (p.38)

Tezanos (2010) señala que parte de dichas confusiones obedecen a la falta de rigurosidad de algunos traductores de libros clásicos, lo que ha generado un abanico de complejidades conceptuales que han tenido efecto en la identificación de los conocimientos que contemplan.

En concordancia, y buscando dar identidad al campo de investigación de la didáctica, por la confusión que se ha presentado en la aplicación de palabras muy cercanas dando la sensación de que se trata de las mismas, posible sinonimia, aunque puede llegar a ser cierto, Estany e Izquierdo (2001) proponen denominarlo *didactología*, ante lo que argumentan:

“La educación como disciplina ha tenido varias denominaciones, dentro y fuera de nuestro país [España]: «pedagogía», «ciencias de la educación», «didáctica», entre las más habituales. Debido a una serie de circunstancias históricas algunas de las denominaciones están cargadas de connotaciones peyorativas. El estado actual de esta disciplina, concretada en la enseñanza de las ciencias, muestra que en su seno existe una [Sic] auténtico debate intelectual entroncado con los debates en la ciencia y en la filosofía. Esto nos ha llevado a proponer una nueva denominación: «didactología», término que responde mejor a los intereses y objetivos de esta disciplina...”<sup>41</sup> (p.14).

Ciertamente, lo escrito en estas dos citas es que están identificando el estatus epistemológico de un campo de conocimiento que lo han dispuesto como ciencia o disciplina, asunto que supone la constitución de una gramática y discurso particular sobre objetos que no corresponde *per se* a otros campos de investigación y que por sus desarrollos, sus miembros asociados y el capital simbólico subyacente son constituidos y constituyentes de la disciplina, su estructura y función. Como se puede entender, Estany e Izquierdo vislumbran que bajo el amparo de la idea de educación como una disciplina se han acuñado diferentes palabras que, como consecuencia de las lógicas que en algunos

---

<sup>41</sup> Lo que aparece entre corchetes es mío.

momentos de la historia se han dado, han adquirido significados algo despectivos, aunque cabe decir, que no en todos los casos ha sido así, ya que si bien es cierto se han incluido otras palabras ésta tienen en varios casos argumentos presentados por quienes las acuñan, como se ha podido explicitar unos párrafos atrás. Claro que también es evidente el uso indiscriminado de estas palabras por parte de personas no especialistas o formadas en estas disciplinas.

Estany e Izquierdo (2001), al igual que Pacios (1980), tienen en mente la idea de que si no se clarifica un territorio específico para la didáctica ésta puede seguir siendo utilizada sin conocimiento de los contenidos de conocimiento que le subyacen y de sus miembros que la autocontrolan y orientan. Estos tres autores, a diferencia de Marín-Díaz y Noguera (2011) que propendían posicionar la educación y de paso la pedagogía, buscando desligarlas de la didáctica –incluso incluyendo a esta dentro de la ciencia de la educación- justificando tal evento a partir de Rousseau y su *Emilio*, buscan distanciar la didáctica de la educación como disciplina. Pero esto no acontece por capricho o sin razón aparente, todo lo contrario, es producto de entender y evidenciar que existe un “...debate intelectual entroncado con los debates en la ciencia y en la filosofía.” (Estany e Izquierdo, 2001:14), con bastante fuerza y “...amplitud de las investigaciones en curso en los más variados campos de la enseñanza y el aprendizaje...” (Pacios, 1980:24), aun cuando reconoce este autor la falta de sistematización y síntesis de lo alcanzado.

Así pues, la polémica respecto a cómo llamar al campo de conocimiento, al origen del conocimiento que lo constituye y su posicionamiento autónomo o heterónimo frente a otros campos, tienen fuertes connotaciones con los referentes teóricos, históricos, filosóficos, contextuales y objeto (s) de investigación modelados en los que se hace énfasis, al igual que con la (s) manera (s) de entender, posicionar y relacionar al profesor y al estudiante con el conocimiento que se enseñan y aprende.

Aunque no estoy de acuerdo con ubicar la didáctica en el territorio de las Ciencias Sociales como lo hace Camilloni (2008), reconozco y recojo, en la tabla que sigue, los elementos que la autora inteligentemente bosqueja como puntos neurálgicos para entender la didáctica como una disciplina *única*, considero que los argumentos que plantea son características que le subyacen a la misma en varias de las construcciones teóricas, por lo que aportan en parte a la identidad y legitimidad del territorio académico. Sin duda, es importante la fundamentación que le da a la didáctica, a partir del seguimiento histórico y crítica a la educación, para ponerla bajo un estatus de disciplina, sin embargo, parece contradictorio que a la vez que elabora sendos cuestionamientos y argumentos (tabla 4.6), concrete a la didáctica, *El saber didáctico*, -título del libro de Camilloni, *et al* (2008), dentro de las Ciencias Sociales.

Así pues, Camilloni (2008) destaca los aspectos que son recurrentes de encontrar en la historia y sociología de la educación, pero que también se puede decir, hacen parte del discurso de organismos internacionales que los dan por sentados, instituidos, como fijos, incuestionables, pero que en la realidad son todo lo contrario, ya que son inestables, inacabados, aleatorios, azarosos por naturaleza. Se entiende que para quienes ven en la educación un mercado, un asunto de competitividad económica entre personas y Estados, la certidumbre para poder proyectar sus perspectivas de financiación, se basa siempre en indicadores de eficacia y eficiencia, sin atender lo que implica la educación formal, la dinámica en un aula de clase y múltiples características que reviste la enseñanza de conocimientos de variada naturaleza, al igual que las posibles formas de aprender, las cuales han sido motivos de investigación, de reflexión y de propuestas para la didáctica y la pedagogía.

En tal sentido, los ocho cuestionamientos y argumentos recogidos como evidencia y expuestos por la autora para justificar la didáctica general corresponden a la forma como se organizaron en este escrito en la tabla (4.6), la cual está organizada en tres columnas –argumentos para el cuestionamiento, cuestionamiento e implicación, en su respectivo orden- el contenido de las dos primeras es propiamente lo escrito por la autora, la tercera es resultado de la interpretación que he realizado a cada uno de los elementos. En la primera columna se pueden leer los argumentos esgrimidos, que convergen –segunda columna- en la formulación de una afirmación condicional que inmediatamente pone en clave de pregunta, y de posibilidad, la necesidad de la didáctica. Esto ocurre para siete de los ocho elementos; el octavo elemento no sigue la lógica de los anteriores, aunque el cuestionamiento realizado en sí mismo actúa como tal. La tercera columna contiene la interpretación y comprensión que he hecho de los sentidos–implicación condicional- de cada uno de los argumentos y cuestionamientos expuestos por Camilloni (2008) para identificar la didáctica como una disciplina que se sale de toda certidumbre, que es problematizadora dado su naturaleza.

**Tabla 4.6:** Argumentos y cuestionamientos desarrollados por Camilloni (2008) para ubicar la didáctica general como una disciplina. (Tabla elaborada a partir del capítulo I: Justificación de la didáctica)

Argumento para el cuestionamiento	Cuestionamiento	Implicación condicional *
1. La educación ha asumido variadas formas según los fines que la animan de acuerdo con las concepciones de sociedad, de cultura y de hombre que lee sirven de sustento. Es así como, cuando estudiamos diferentes sistemas educativos organizados en el transcurso de la historia, encontramos que muchos se sustentan sobre diferentes formas de persuasión y que algunos adoptan, incluso, modalidades de adoctrinamiento. Observamos que, con frecuencia, el logro de los fines ha primado por sobre la consideración de la ética de los medios pedagógicos y que, cuando esto ocurre, es porque una ideología de la eficacia ha tendido a privilegiar los resultados a costa de la consideración de la correspondencia entre la modalidad de la formación que se brinda y la libertad del sujeto.	1. Si, por nuestra parte, creyéramos que todas las formas de influencia sobre las personas, independientemente de las posibilidades que ellas otorguen al despliegue de disposiciones personales y del respeto a su libertad, pueden ser consideradas modalidades legítimas de educación, entonces podríamos afirmar que la didáctica no es necesaria.	Desarrollo de la libertad
2. Como sabemos, se puede enseñar de diferentes maneras y, de hecho, esto ocurre. A partir de la lectura de obras pedagógicas, de relatos o de observaciones directas, estamos en condiciones de afirmar que se enseña y se enseñó empleando diversos métodos en el transcurso de la historia, en distintos pueblos y en cada época. Y que aún hoy se enseña recurriendo a una gran cantidad de estrategias de enseñanza diferentes.	2. Si creyéramos que todas las formas y modalidades de enseñanza que existen tienen el mismo valor, esto es, que son igualmente eficaces para el logro de los propósitos de la educación, entonces la didáctica no sería necesaria.	Eficacia de la enseñanza
3. Los contenidos de la enseñanza provienen, en general, de campos disciplinarios organizados que están demarcados de acuerdo con los objetos de conocimiento de que se ocupan, las metodologías de investigación y validación de los conocimientos que emplean, los temas que tratan y los conceptos que construyen, así como, también, las estructuras de conocimientos que desarrollan.	3. Si creyéramos que la enseñanza debe transmitir los conocimientos disciplinarios con la misma lógica con la que se descubrieron y con la que se organizaron y justificaron en cada campo disciplinario, entonces la didáctica no sería necesaria.	Enseñanza sustentada en la lógica de las disciplinas <i>per se</i>
4. Las decisiones acerca de para qué hay que aprender y, en consecuencia, qué es lo que las personas deben aprender en cada uno de los ciclos de su vida, desde la niñez hasta la edad adulta, han variado según los marcos sociales, culturales, económicos, políticos y, también, filosóficos, de cada pueblo, cultura, época, clase social y género. Las tradiciones parecen haber logrado consagrar en la actualidad, sin embargo, la necesidad de que ciertos contenidos sean aprendidos en instituciones escolares en edades determinadas, por lo que se podría pensar que los	4. Si pensáramos que las cuestiones curriculares básicas ya han sido resueltas y, que no es imprescindible someter a crítica constante los principios teóricos y prácticos que las sustentan, entonces la didáctica no sería necesaria.	Parte de los anteriores

componentes fundamentales de los programas de formación en uso pueden sostenerse a lo largo del tiempo habiendo ya sufrido los inevitables procesos de decantación a los que la historia de la educación los ha sometido.		
5. La historia y la sociología de la educación nos muestran que, a pesar de que la educación escolar se ha democratizado en todos los niveles que constituyen los sistemas educativos, difundiéndose a sectores que antes estaban excluidos de la educación formal, los aprendizajes, en realidad, no son iguales para todos. Sólo algunos alumnos logran desarrollar habilidades cognitivas de orden superior y altos niveles de conocimiento. Otros fracasan o quedan rezagados, sin poder completar los estudios o sin acceder a los niveles superiores del sistema.	5. Si creyéramos que esta situación [la democratización de la educación] es deseable o que debe ser transformada para lograr la inclusión de todos en altos niveles de desempeño y de información, entonces la didáctica no sería necesaria.	Democratización de la educación
6. Algunos autores sostienen que el límite de los aprendizajes que una persona puede realizar está definido por las aptitudes con las que ha sido dotada, que ellas están determinadas ya en el momento de su nacimiento, y que esto es así porque las aptitudes marcan el término máximo de su posible realización efectiva. La enseñanza, de acuerdo con estos autores, está sujeta y coartada, en consecuencia, porque depende de factores que le son externos y que no puede modificar, al menos en un sentido positivo que le permita trascender el límite natural de los atributos personales de los alumnos.	6. Si creyéramos que el destino del alumno está fatalmente determinado y que la acción del profesor se limita a identificar cuáles son los alumnos que están en condiciones de aprender y cuáles no podrán superar su incapacidad natural, la didáctica no sería necesaria.	Estudiante estándar
7. La evaluación de los aprendizajes de los alumnos está sometida a reglamentaciones de nivel nacional, regional o jurisdiccional e institucional que establecen con claridad formas, períodos, tipos de instrumentos, escalas de calificación y regímenes de promoción. En algunos casos, las autoridades centrales de los sistemas o subsistemas determinan los criterios de evaluación y establecen estándares para orientar la enseñanza y las decisiones de la evaluación que realizan los docentes.	7. Si creyéramos que con la supervisión de la aplicación de las reglamentaciones vigentes se logra resolver los problemas que plantea la evaluación que puede hacer el profesor de lo que el alumno ha aprendido, entonces podríamos afirmar que la didáctica no es necesaria.	Evaluación estándar
8. Si pensáramos que enseñar es fácil, que el profesor nace o no nace con talento para enseñar y que si lo tiene su intuición le será suficiente para resolver los problemas que se le presenten en su trabajo; si pensáramos que todo está bien en la educación o que es poco lo que se puede hacer para mejorarla, entonces construir conocimientos didácticos sería una tarea superflua y sin sentido.		Enseñanza y ser profesor como innato y sencillo, educación eficaz y determinada

Si se analizan las implicaciones condicionales que emergen de cada uno de los argumentos y cuestionamientos, es posible decir que las concepciones que sobre la educación se ha tenido y mantenido tienen la tendencia a pensarla como un asunto que tiene recurrencia por lo que es posible asumirla como constante incertidumbre, es así como la formación de la libertad, la lógica de las disciplinas y la democracia se hacen ver como algo alcanzado *de facto* en los sistemas de educación (argumentos 1, 3, y 5, tabla 4.6), lo mismo ocurre con la enseñanza (2) al creer que ésta se alcanza de inmediato. En total armonía con lo anterior, la mirada estandarizada y determinista se ve reflejada en el currículo, estudiante y evaluación (argumentos 4, 6, y 7, respectivamente); el argumento y cuestionamiento 8 –se funcionaron en uno ya que en estos convergen gran parte de los anteriores argumentos y cuestionamientos- tiene la herencia de siglos al creer que la enseñanza y ser profesor son innatos, congénitos, connaturales al ser humano, a su especie. La educación nace con esta especie, desde tiempos atrás se ha construido la idea de que enseñar y ser profesor es fácil y sencillo, que solo basta la intuición. Durante mucho tiempo esta tradición se mantuvo y aún se mantiene, se pensó que quienes no aprendían el conocimiento, no lo memorizaban, eran personas con deficiencias.

Me atrevo a expresar que la espontaneidad y las visiones ingenuas han tenido fuertes apegos durante siglos al pensarse la educación, en la actualidad ya se ha podido hacer latente la complejidad que

encierra enseñar y aprender. En este sentido, es fundamental seguir superando el obstáculo epistemológico de la *experiencia básica*. Precisamente, en la idea que se está trabajando, Bachelard declara que:

“En la educación, la noción de obstáculo pedagógico es igualmente desconocida. Frecuentemente me ha chocado el hecho de que los profesores de ciencias, aún más que los otros si cabe, no comprendan que no se comprenda. Son poco numerosos los que han sondeado la psicología del error, de la ignorancia y de la irreflexión.” (2010:18)

Las críticas hacia quienes se ocupan directamente de la educación en las aulas de clase son ya una costumbre, como ya se puso de relieve en el capítulo anterior con autores tales como: Nietzsche, Feyerabend, entre otros. Afortunadamente las investigaciones, aunque en desparpajo, a partir de lo que acontece en las prácticas escolares –incluso fuera de ellas, pero pensando en estas, aunque son la minoría- han profundizado los análisis poniendo de relieve que *enseñar, por lo menos conceptos formales, no es un asunto de vocación, ni mucho menos simple, esta es una concepción naturalizada, adaptada y heredada de la religión. Sobre todo está muy arraigada a la idea de profesión, de allí que usualmente se ejerza como profesor.*

En correspondencia, tiene sentido lo que ha subrayado Bachelard (2010) en cuanto a que “La noción de *obstáculo epistemológico* puede ser estudiada en el desarrollo histórico del pensamiento científico y en la práctica de la educación. En uno y otro caso, este estudio no es cómodo.” (p.19). Esto es tanto más cercano a la realidad en la medida que se incursiona a indagar lo que respecto a la educación se ha escrito y dicho desde diversos lugares, momentos de la historia, posturas epistemológicas, culturales, ideológicas, economicistas, en razón de que la misma está en todos por lo que creemos poder decir cosas ciertas sobre ésta aunque las apariencias pueden engañar. De allí lo imprescindible de poder salir de la mera opinión, arraigada a la mirada superficial, minimizada, reducida y determinista, poco azarosa, nada más alejado de la realidad que se comporta de manera incómoda para quienes se dedican a la enseñanza formal. Para quienes están fuera de la realidad de enseñar formalmente esta seguirá siendo experiencia básica, la opinión alejada de lo que las investigaciones han puesto como objeto (s) de estudio por sus difíciles maneras para abordarlos y comprenderlos.

Esto último tiene sentido, a propósito de los argumentos y cuestionamientos decantados por Camillo (2008) que una vez analiza la historia de la educación repara en alertar sobre la incongruencia que se ha presentado al pensar en la educación como algo que puede ser determinado. De allí que piense Camillo en plantear la didáctica como una disciplina de conocimiento, desde la que es fundamental investigar.

#### **4.4. Intrínquilis en la construcción del conocimiento en la didáctica**

A medida en que se enajena y desterritorializa o se consolida y territorializa, a la didáctica se le dan sentidos o contrasentidos, significados, se la ignora; esta fue construyendo -en medio de todos sus acontecimientos, opiniones, decires, suposiciones, contestaciones, replicaciones y debates- sus constructos epistemológicos que coexisten y coevolucionan en un armazón que toma diversas formas según lo que se entienda por investigación, método, objeto, como no podía ser de otra manera cuando se entra a la arena de la validación, legitimación, re-conocimiento del contenido del conocimiento teórico, conceptual.



Con las promulgaciones que se hicieron unos párrafos atrás, citando a Pacios (1980), Estany e Izquierdo (2001) y Camilloni (2008), con el fin de poner de presente sus expresiones respecto a entender la didáctica como una ciencia (s) o disciplina; con Zambrano Leal (2005, 2006a), Marín-Díaz y Noguera (2011), Ruiz, 2013, entre otros, que buscaron establecer la ubicación de la didáctica y/o la pedagogía o la educación, en una ciencia (s); además de los que fueron citados (Martínez, 1990a; Díaz Barriga, 1995; Astolfi, 2001; Davini, 2004; Cols, 2008; Litwin, 2004, 2012) por la relevancia de sus aportes para comprender lo que les acontece a estas disciplinas en relación con otras disciplinas, o entre ellas mismas, al igual que a comprender desde qué autor emergieron o cuáles países las reconocen, o cuales disciplinas han influido mayoritariamente en sus investigaciones; se puede expresar que se respiraba una atmósfera cargada de una necesidad de dar fundamento a lo que por siglos se había venido cultivando en medio de diferentes climas, geografías, culturas, paradigmas y *sujetos que se vieron atraídos por el campo de la didáctica*, vale decir de una vez que también por los campos de la pedagogía y/o de la educación, conceptos que indiscutiblemente son inherentes, inseparables, consustanciales, como se he buscado poner de relieve en este capítulo, lo cual no quiere decir que sea lo mismo hablar del uno que del otro, cada uno tiene su dimensión, esencia, propiedades como campo de producción de conocimiento, aunque esto no sea tan fácil de establecer en la literatura que evidencia diferentes matices, cruces, contradicciones al hablar incluso de un mismo objeto para las tres disciplinas.

Con lo anterior en mente, se encuentra que los estudios han develar los movimientos que se han dado en el campo didáctico, los cuales han sido muy lentos si se comparan con los producidos en la física, biología, química y tecnología, que han tenido fuertes oscilaciones en su trajinar por el mundo de las explicaciones, compresiones y deducciones, desde diferentes culturas académicas, sociales. Se puede decir que la didáctica *per se* no ha tenido ni ha generado cambios de paradigmas, lo cual no quiere decir que no haya cambiado sino que los cambios han sido leves la mayor parte del tiempo, el cambio de la didáctica ha estado aferrado a las necesidades sociales, económicas, políticas y, como es evidente, a otras disciplinas desde donde mayoritariamente ha bebido de sus epistemologías, esto en parte por que quienes han ingresado a investigar y a investigarla no han tenido como punto de partida para su formación disciplinar y profesional preuniversitaria a la didáctica sino a otras que usualmente son llamadas, según Guba y Lincoln (1994), duras (cuantificables: matemática, física y química).

Siendo osado, porque quienes han conformado, mayoritariamente, el campo de investigación de la didáctica son, paradójicamente, investigadores de campos duros; por lo que la didáctica durante su tiempo de vida, por lo menos desde Comenio, ha tenido la epistemología de estas ciencias; y porque el reconocimiento de la didáctica como ciencia o disciplina no data de más de cuatro decenios si se tiene en cuenta la declaración de Pacios (1980). Lo que ha contribuido en parte a transformar la lógica mantenida por siglos para la enseñanza y el aprendizaje, al igual que permite la llegada de otras disciplinas.

Esto ha conducido a que los objetos de investigación, enseñanza/aprendizaje, fundamentalmente, propios de la disciplina didáctica, al ser estudiados por otras disciplinas –y así fueran al interior de la misma-, se diversifiquen, esto es ratificado por Cols (2008) quien subraya que las variadas orientaciones disciplinarias y teóricas provenientes de la sociología, antropología, psicológica, lingüística, sociolingüística y micropolítica, en las últimas décadas se han interesado por el estudio de las prácticas de enseñanza y la clase escolar. Habría que expresar que tales divergencias que se

presentan dentro de la didáctica como por fuera de esta por otras disciplinas, no obstante de poder tener perspectivas de investigación no compartidas por lo que representan para cada una interpretar, analizar y argumentar, desde objetos distintos a la enseñanza/aprendizaje, es el caso por ejemplo de las disciplinas anteriormente nombradas los cuales tiene como objetos lo social, el hombre, la mente, lengua-leguaje, etc., respectivamente, ha tributado claramente a la comprensión y consolidación de la disciplina; estas disciplinas (Guba y Lincoln, 1994), pueden ser denominadas como puras (menos cuantificables).

La didáctica, la pedagogía y la educación han estado sujetas a los momentos históricos, como todas las disciplinas, objetos y sujetos, y hasta cierto punto han ido al vaivén de las necesidades de educación ambiental, sexual, biotecnológica, para la salud, en convivencia, derechos humanos, paz, etc., las tres han sido vistas como un medio para alcanzar unos fines, en donde el medio está impregnado de una fuerte carga de *doxa* cotidiana, de la vivencia inmediata y de las epistemologías de las disciplinas que se enseñan según el momento en el que se encuentre la comprensión de sus propios objetos de investigación.

Desde luego que esto no quiere decir que los miembros de la didáctica –y sus otros campos acompañantes- no hayan construido discursos propios y diferenciables de un momento histórico a otro, sin negar que algunos se puedan mantener, sean continuos o discontinuos, sino que estos no han tenido la suficiente contundencia como para propiciar cambios de paradigma, esto debido a, por una parte, ser una comunidad pequeña de académicos, que se encuentra en estado de crecimiento cada vez mayor, y por otra, por las características de las teorías que han propuesto, las cuales no han tenido el suficiente impacto, incidencia en la realidad escolar.

#### **4.4.1. Circunstancias de la producción teórica**

La relación teoría y práctica –quizá realidad- parecen no compaginar del todo en el campo de la didáctica. No es razonable pensar que una sola teoría resuelva un fenómeno de una disciplina, pero sí que el conjunto de varias teorías podrían tributar para ayudar a comprenderlo. Razonando, Kuhn (2001) exponía: “...una teoría debe parecer mejor que sus competidoras; pero no necesita explicar y, en efecto, nunca lo hace, todos los hechos que se puedan confrontar con ella.” (p.44).

La didáctica no está exenta de estos, pero tampoco se trata de alinear todas las teorías, enfoques, perspectivas bajo un mismo régimen de pensamiento para producir conocimiento, pero tampoco es de aceptar que todo vale, he aquí el sentir de lo que se ha denominado (Bourdieu, 2003) campo de fuerza y campo de lucha, tan necesarios para que el campo se tense.

A la naturaleza del conocimiento didáctico –también al pedagógico, como a cualquier disciplina- le subyacen constructos que dan cuenta de las características del conocimiento que se produce, a la vez que del status de dicho conocimiento para ser entendido como formal –científico- o no formal por la comunidad de investigadores. En cuanto a esto Trillo y Sanjurjo (2012) subrayan que:

“...la didáctica no es una ciencia, o al menos que no lo es en un sentido “duro” como se supone que lo son las ciencias físico naturales. Admitiendo (lo que no siempre es admitido) que la ciencia elabora teorías que nos permiten explicar primero las relaciones causales de los fenómenos que estudia, para a partir de ahí controlar sus relaciones y efectos hasta el punto de

poder ser replicados, es obvio que nada de eso ocurre con los procesos de enseñanza-aprendizaje que estudia la didáctica... el nivel y tipo de científicidad que se puede predicar de la Didáctica es el propio de un campo de conocimiento científico que se caracteriza por encontrarse en un constante proceso de verificación y reelaboración como fruto de una tensión intelectual permanente hacia mayores cotas de contrastación, sistematicidad y justificación.” (p.23)

En clave de lo anterior es oportuno escribir lo planteado por Pacios (1980) quien expresa que en muchos trabajos y libros se reserva en exclusiva la palabra ciencias para los sistemas doctrinales que emplean en las investigaciones sólo y únicamente los métodos experimentales. Esta posición exclusivista no está justificada por la realidad ya que “...de pronto hay muchos temas y problemas, en los que el hombre quiere ahondar científicamente, para los que el método experimental no es un instrumento adecuado.” (p.114). Refiriéndose concretamente a la didáctica y poniendo en análisis lo que denomina didáctica teórica y didáctica experimental, Pacios (1980), destaca que no obstante la multitud y magnitud de esfuerzos realizados por lo experimental para explicar asuntos tales como el aprendizaje, motivación, transferencia, y de presumir que su ciencia es absolutamente objetiva, negando cualquier verdad que no pueda ser mostrada experimentalmente, distan mucho de la unanimidad al explicar asuntos como los mencionados, aspecto que le critican a los teóricos. En tal sentido resalta que no se puede decir que hay dos ciencias sino más bien una con métodos distintos.

Resulta pues interesante el planteamiento de Pacios en la medida que permite expresar que en una misma ciencia o disciplina se pueden encontrar variadas maneras de abordar un problema, objeto, fenómeno, lo cual no es menos cierto para la didáctica en el entendido de ser un campo de investigación que, como señalaran Trillo y Sanjurjo (2012), se encuentra en una constante de repensar la producción de conocimiento, métodos –producto de la tensión en el campo-, en aras de alcanzar mayores argumentos y sistematicidad.

Las miradas que por un largo tiempo fueron casi que impuestas por ciencias o disciplinas que posaban de ser científicas por las posturas, distancia, relación que adoptaban frente a los objetos, problemas, fenómenos de investigación, a la fecha han sido transformadas en la medida que se fueron constituyendo nuevos campos de producción de conocimiento que tenía objetos de estudio que variaban en su naturaleza, las maneras de abordar estos objetos no necesariamente respondían (Edelstein, 1996) al cientificismo dogmático experimental (cuantificador, reproductor y verificador de resultados, objetivo) reducido, determinista, sino que se extendieron nuevas formas de producir conocimiento no necesariamente a partir del experimento sino también de lo semiexperimental y no experimental (Guba y Lincoln, 1994).

Las tensiones que pueda experimentar la didáctica se zanján en las concepciones que los investigadores defiendan, por lo que consideran se acerca al hecho y lo hecho al abordar los problemas, objetos que investigan; y por lo descriptivo y/o prescriptivo que pueda llegar a ser el conocimiento didáctico que producen, que entronca prolíficamente con epistemologías y filosofías.

Díaz Barriga (1998:5) reconoce que tanto en la investigación educativa como en la didáctica se pueden emplear “...diversas propuestas metodológicas que provienen de cada una de las tendencias particulares en otras disciplinas, como es el caso de la etnografía y/o etnología, del método psicogenético y/o clínico, de la metodología empirista, experimental, funcionalista o marxista,

etcétera.” Continúa poniendo de relieve que la investigación en el terreno de la didáctica se encuentra inmersa en lo que acontece en el conjunto de las ciencias del hombre, es decir, es objeto de una muy importante diversificación.

Retomando el tema de la teoría, tiene sentido lo planeado por Trillo y Sanjurjo (2012) al entender que el conocimiento científico devenido de la didáctica está en constante verificación y reelaboración, pero así mismo es fundamental tener en mente que quienes son los usuarios de la teorías, por lo menos en la práctica, que a veces también se investiga, son los profesores, por lo que entonces son los que las podrían poner a prueba, siempre que las conozcan. Que a decir verdad si lo que se busca con la (s) teoría (s) es que solo se repita (n), pues es posible que no descrito las características de los objetos – enseñanza/aprendizaje, entre otros que se puedan derivar- y sujetos –profesores, estudiantes- propios de la didáctica.

Abriendo la discusión, Litwin (1994) considera que, entre otras cosas:

“Al intentar explicarnos el origen de las dificultades para la construcción científica de la didáctica quizás convenga recordar que muchos de sus saberes se nutren de conocimientos que poseen los docentes y que tiene el carácter de conocimientos prácticos. Estos saberes provienen de enunciados nutridos de rutinas que poseen escaso status científico y además contienen elementos procedentes de diferentes disciplinas.” (p.200).

Esta cita resulta vital ya que se pone de relieve la necesidad de formar investigadores –profesores investigadores- y también porque llama la atención al referente de que el conocimiento de los profesores procede de varias disciplinas. Lo que no parece muy plausible es que la autora este centrada en pretender el estatus científico del conocimiento práctico, a la vez que matiza y justifica la falta de solvencia científica en la didáctica subrayando, Litwin (1994:200):

“Ante el desafío de resolver el debate epistemológico en torno al objeto de la didáctica, entendemos que debiéramos preocuparnos por cambiar el eje de discusión respecto de su normatividad o científicidad por el señalamiento de su carácter progresivo como disciplina. Esto la enmarca en una posición de construcción y crecimiento constante.”

Esta misma autora haciendo referencia a la didáctica señala...

“...la importancia de que todos sus aportes y nuevos desarrollos teóricos provengan de investigaciones científicas como manera de generar una prospectiva científica para la didáctica, y por lo tanto superar la inquietud por el carácter científico de sus construcciones previas.” (Litwin, 1994:200).

Estas citas buscan justificar a la didáctica aludiendo a que todavía está por consolidarse por lo que entonces su científicidad o normatividad no la ha alcanzado, da a entender que lo científico no es un medio si no un fin para ser denominada disciplina, en este sentido en conocimiento práctico del profesor es escasamente científico además de que proviene de pluralidad de disciplinas.

Se puede aceptar que una disciplina se consolida en la medida que hayan pruebas verificables de la (s) teoría (s) con la realidad, con la práctica; no obstante, el solo hecho de que puedan ser reconocidas

como teorías o investigaciones científicas o que hayan pasado por el terreno del debate, argumentación, crítica, publicación –capital simbólico-, etc., y que desde luego sean reconocidos por los investigadores de la didáctica, no implica que sean aceptadas o sean verdaderas *de facto*, sino que son identificados para la puesta en escena de otras investigaciones y su alcance con la práctica profesional.

La didáctica por su trayectoria, producción de conocimiento (artículos, libros, memorias de eventos, ensayos, etc.); constitución de grupos de investigadores; desarrollo de eventos divulgadores de resultados de investigación, propuestas y reflexiones; y la creación de unidades administrativa (Departamentos y Facultades) para la formación de profesionales en universidades, institutos, tiene un estatus de disciplina, de campo de investigación. Luego entonces, los planteamientos de Litwin (1994) en torno a buscar que la didáctica alcance su estatus científico, responde a una visión absolutista e idealista del conocimiento y a la manera como se entiende la consolidación de las disciplinas que no necesariamente deben tener como fundamento para su reconocimiento como tales lo normativo y prescriptivo.

Considero que es más próximo a la realidad de la práctica de la investigación y su construcción epistemológica, señalar que la didáctica requiere que sus investigaciones sean mucho más rigurosas y, de acuerdo con Trillo y Sanjurjo (2012) se avance hacia una mayor sistematicidad y contrastación, no necesariamente para que infiera de manera infalible en la práctica, que se entiende en la realidad como compleja.

En el capítulo II destacaba precisamente, citando a Popper (2011:23), que una teoría corresponde a las ciencias empíricas siempre que sea falsable, siempre que “...existe como mínimo un falsador potencial –al menos un enunciado básico que esté en conflicto con él-.” Pretender que la teoría y la práctica se constituyan uno a uno, pensar en la armonía y la perfección del mundo en que el conocimiento teórico recrea la realidad es un poco utópico, sí se tiene en cuenta que inventamos la realidad.

La estructura y función de un campo de investigación se sedimenta por las teorías postuladas que constantemente son puestas en la arena para su discusión, contrastación, ampliación, con el fin de aproximarse a entender y transformar la realidad. La teoría no se queda en describir la realidad, se sale de ella para reinventarla lo más próxima a la realidad. Latour y Woolgar (1995:272) ya afirmaban que “La actividad científica no es «sobre la naturaleza»; es una lucha fiera por *construir* la realidad.”

Entonces lo que es práctica con una teoría no es realidad sino lo que el investigador ha construido para explicarla. El orden, secuenciación, estructura, tradición, creencias que busca poner en su mente para ver la realidad puede muchas veces ser compartido en parte por la tribu académica por el territorio desde donde se advierten las posibles explicaciones sobre una realidad que agobia y que se busca transformar, quizá el profesor investigador, pensando y pensado en los campos de la didáctica y pedagogía tengan mucho que decir respecto a lo que la práctica y experiencia expresan para elaborar teoría que les permita salir de las rutinas que manifestaba Litwin (1994), que propenda por pensar otra realidad en la enseñanza y el aprendizaje.

En este sentido resulta muy aclaratorio el planteamiento, que aunque es parte de los resultados de su investigación *sobre* investigadores en el laboratorio que buscan elucidar la estructura bioquímica de la TSH (Hormona estimulante de la tiroides), en una perspectiva netamente molecular, llega a declarar que “...es importante evitar argumentos sobre la realidad externa y la eficacia exterior de los productos

científicos que expliquen la estabilización de los hechos, porque esa realidad y la eficacia son consecuencia, no causa, de la actividad científica.” (Latour y Woolgar, 1995:207).

Así pues, lo que se presenta y es resultado de la reificación –convertir abstracciones en cosa concretas, cosificación-, desde el auscultamiento mental de la realidad nanoscópica (átomos, moléculas) microscópica (bacterias, virus, etc.), macroscópica (planetas, constelaciones, galaxias) y mesoscópica (realidad inmediata, por ejemplo la práctica del profesor en el aula de clase) ha venido comprendiendo, explicando y de paso cambiando la manera de pensar el mundo, curiosamente este ha sido el sentido de la teoría. Por más que la observación, percepción y agudeza mental del investigador se pongan en cualquiera de los posibles tamaños de los sistemas, de su realidad, romper con la mirada espontánea, con el orden preestablecido, sobre todo en el mesocosmos “que es la realidad que más vivenciamos y bajo la cual nos acostumbramos a pensar”, no ha sido fácil generar, superar el pensamiento común.

No se trata de que las teorías emergentes de la didáctica y la pedagogía se conviertan en prescripciones, determinantes de la práctica del profesor, sino más bien que estas sirvan de referente en su acción profesional, movilizadas por su conocimiento profesional didáctico –las teorías de su campo de acción-. Sería algo así como la cita que hace Díaz Barriga (1998) citando a un filósofo y pedagogo alemán:

“Para Herbart, la teoría ocupa un lugar central tanto en la posibilidad de constituir el campo de la educación y de la teoría didáctica, como en la de desarrollar una experiencia educativa. Sin teoría no se puede abordar ninguna de estas cuestiones.” (p.10)

Es coherente pretender que la práctica –realidad- y la teoría se conjuguen y sean vistas de manera unitaria, sin embargo, querer pensar que solo la teoría construida es base para establecer el deber ser absoluto, universal, estricto, riguroso, y que además solo a esto se le puede denominar científico, es un asunto de tradición necesario de superar.

Para completar aún más este asunto de la función de la teoría se puede escribir lo que Toulmin (1977: 105) ya subrayaba a profundidad:

“...la mayor parte de la historia intelectual, la estabilidad y universalidad de nuestras formas fundamentales de pensamiento ha sido considerada como apropiada y natural... Nuestra postura actual invierte la situación. Ahora el flujo intelectual, no la inmutabilidad intelectual, es lo que cabe esperar... lo realmente desconcertante de nuestra comprensión humana colectiva es la posibilidad de que ciertas formas, estructuras y procedimientos intelectuales puedan, de hecho, resultar universales.”

En el territorio de la didáctica y la pedagogía, al contrario de la tradición filosófica y epistemológica de otras disciplinas, el profesor investigador o el profesor deberán acercarse lo más que puedan a sus objetos o sujetos de estudio, entrar en un cúmulo de relaciones constantes que permitan poner juego las teorías a la vez que construir o transformar las ya propuestas. La validación del conocimiento entonces estaría en manos de quienes como profesionales están en la constante de sopesar la utilidad, coherencia, proximidad de las teorías con la realidad de la práctica de enseñar.

Ahora, superados algo más de 20 años de la publicación hecha por Litwin (1994), y así no fuera, se puede decir que la didáctica está consolidada como disciplina, no obstante, el tema normativo o

cientificista que intentó resolver por la vía de que se encuentra todavía en construcción y crecimiento, no se compadece con las construcciones que sobre campo, disciplina y territorio, se hicieron en el capítulo III a propósito de los planteamientos de Becher (2001), Bourdieu (2003), Foucault (2010, 2002), y Popper (2011).

La didáctica construye un conocimiento que tiene su propia dinámica, como antecedente está que la física y la didáctica son muy cercanas contemporáneamente, la una ha generado cambios y aportes sustanciales para comprender y transformar el mundo en tanto que la otra se ha quedado, tal vez, algo rezagada por mantener durante mucho tiempo referentes epistemológicos científicistas absolutistas. Sin embargo, la didáctica ha tenido su propio desarrollo a lo largo del tiempo, su capital científico y conformación de miembros es cada vez más amplio, sobre todo a partir del segunda mitad el siglo XX, tanto que hasta se han generado didácticas específicas que se interesan por investigar la enseñanza de campos como las matemáticas, la física, la química, la biología, el inglés, la historia y las ciencias sociales.

Vale la pena explicitar algunas ideas elaborados por Díaz Barriga (1998:10) a propósito del seguimiento que ha hecho al desarrollo de la didáctica:

- Si a principios de los setenta se postulaba que la didáctica había muerto frente a los imponentes desarrollos de otros campos de las ciencias sociales, hoy podemos afirmar que, gracias a ellos, la didáctica ha establecido nuevos derroteros que la han vivificado nuevamente.
- El enriquecimiento, necesario y fructífero en el ámbito de la didáctica, seguramente la llevará por derroteros insospechados. No dudamos de que estas concepciones han enriquecido significativamente los desarrollos de esta disciplina.
- Los modelos de investigación didáctica se encuentran signados históricamente; una revisión de los procesos elaborados desde el siglo XVII hasta nuestros días nos permite observar las características que asumieron en sus formulaciones iniciales, las formas como se fueron adecuando a diversos momentos históricos y la diversificación de desarrollos de nuestro siglo.
- En la didáctica, como en cualquier ámbito de las disciplinas contemporáneas, la investigación que se realiza responde a un "interés" cognitivo específico, con el cual se requiere una consistencia fundamental, pero que repercute en un enriquecimiento de los debates que actualmente se realizan en este campo de conocimiento.
- Nos encontramos frente a una diversidad conceptual y metodológica que también produce efectos de tensión y es un escenario de luchas y conflictos. El reconocimiento de esta situación reclama invitar a una "actitud dialógica" entre los diversos actores del campo.

## **5. La pedagogía como disciplina de conocimiento**

Dado que en el apartado anterior se han expuesto elementos de la didáctica en clave de disciplina de conocimiento, lo cual también obligaba a divisar la pedagogía, lo mismo que va a ocurrir en este apartado, solo que al enfatizar en la pedagogía, será difícil no observar de trasfondo a la didáctica,

debido a su ineludible coexistencia, en lo que sigue se resaltaran elementos que aproximen a entender la pedagogía y su disciplina.

*La pedagogía a diferencia de la didáctica ha estado, más que nada, diluida en miradas muy amplias como lo político y lo público, teniendo como centro al sujeto, al niño, al ciudadano, y la función de la escuela en su educación, en torno a esto las reflexiones, análisis e interpretaciones han acaecido la mayoría de veces en el plano filosófico, ontológico, histórico, ideológico. La didáctica ha estado más cercana al conocimiento de las disciplinas, se puede decir que en principio –aunque todavía hay algunos vestigios del pasado, siglo XVII- dicho conocimiento fue pensado en enseñarlo y aprenderlo tal cual lo profesaban, pregonaban, transmitían sus representantes: “científicos duros”. Por lo que el conocimiento a enseñar y aprender, se puede decir, ha solido tener el canon del paradigma clásico, más conservado, de las ciencias más tradicionales, esto no está alejado de las características del conocimiento del profesor de ciencias.*

Acorde con lo que venía señalando de la pedagogía, para Zambrano Leal (2006a: 23) en su investigación en el contexto francés ponía de relieve:

“La Pedagogía como relato tiene lugar en la historia a partir de la narración de los hechos y las situaciones escolares, las políticas que las regulan, las producciones antropológicas en tanto expresiones culturales y sociales que traducen el mundo vivido, las prácticas escolares y sus diferentes formas textuales, la organización escritural tipo manuales escolares, modos de disciplinamiento, normas, decretos, doctrinas pedagógicas, prácticas de la clase, modos de enseñanza, etc. Todas ellas tienen lugar en el espacio escolar, pero se prolongan, de manera activa, en el espacio público. El acontecimiento de la Pedagogía como un relato es la forma más clara como ésta puede ser leída en su particularidad.”

Como se puede encontrar la perspectiva de la pedagogía que encuentra el autor se mueve en toda la atmósfera de la vida de las personas, esto, en tanto lo escolar hace parte de sus vidas y se proyecta en lo público. Pero en lo escrito por Zambrano Leal (2006a), sin querer avanzar en la profundidad de sus planteamientos, no deja por fuera de este panorama a la didáctica sino que la ve aunada a la pedagogía, declara: “...la Pedagogía como la Didáctica pueden ser comprendidas como relatos, porque en ellas pervive toda la mirada y la voz de la historia de la humanidad.” (p.24).

El uso de la idea de relato tiene sentido para Zambrano Leal (2006a) ya que ésta da cuenta de lo que se encuentra explícito en la literatura pedagógica de los clásicos, en cada relato histórico está plasmada la percepción que sus relatores tenían sobre la persona y su mundo. Entrar a dirimir cuál es o debería ser la connotación de la relación en términos de la función que cumple la educación en la formación del ser, se constituye entonces en una ineludible tendencia filosófica.

Ante el hecho del relato, Zambrano Leal (2006a) pone de relieve:

Pestalozzi, Neill, Ferrière, Makarenko, Montessori, entre otros, narran en sus escritos las descripciones y argumentos del pensamiento sobre lo pedagógico: descripciones que colindarían con lo irreal y que, moviéndose entre lo verosímil e inverosímil, logran madurar unos puntos concretos de la realidad escolar; argumentos en el sentido de coger los hechos darles una forma de literatura con sus personajes, objetos, situaciones, sentidos y



comportamientos narrados con maravilla en la estilística de la historia. Se podría decir que en cada obra de los clásicos de la educación, la Pedagogía tiene un personaje: Gertrudes, en Pestalozzi; Gianni, en Meirieu; Burún en Makarenko, y por haber nacido de la realidad, la describen y permiten pensarla. Además, cuando se interviene en la realidad de lo escolar, se busca que algo de las situaciones educativas cambie. (p.25)

Se pueden incluir en esta lista otros autores que por su influencia podríamos reconocer como pedagogos, aunque no necesariamente tengan personajes centrales en sus escritos pero si tener un sentido filosófico de raciocinio profundo con y frente al mundo, a saber: Rousseau, Herbart, Kant, Locke. A estos dos últimos se les ha reconocido más como filósofos que pedagogos. Martínez (2013), haciendo una mirada global frente al papel y la influencia de algunos pensadores, escribe:

“Desde Comenio hasta hoy, el discurso pedagógico moderno rige la producción, transmisión y reformulación de los discursos específicos sobre las prácticas de enseñanza escolarizada, funciones asignadas al maestro en una institución especificada socialmente para esas prácticas y roles: la escuela moderna. Esta pedagogía, hija de la Modernidad y de la Ilustración, empezó a difundirse por todo el occidente como pedagogía universal en los filósofos de la educación y la pedagogía, entre los cuales recordamos entre otros a Herbart, Pestalozzi, Montessori, Dewey y Paulo Freire, el último de los pedagogos universales, es también el primero que critica a esta pedagogía como “educación bancaria” e inaugura la pedagogía crítica latinoamericana, con lo que comienza la actual fragmentación de los discursos, saberes y disciplinas relacionados con la pedagogía y la didáctica.” (p.57)

Como se puede denotar, en su conjunto los autores nombrados –claramente no son todos- son en buena parte quienes han liderado formas de pensamiento con posturas muy particulares de entender, recrear, explicar la razón de ser de la escuela, enseñanza, aprendizaje, el papel de alumno, profesor, la función y relación de estos con el conocimiento, entre otras cosas. Todo ello en unos contextos culturales, sociales, económicos y políticos que con el tiempo se particularizaron en otros contextos que les dieron entrada.

Se puede especular que su reconocimiento como pedagogos tiene que ver directamente por sus escritos referentes a los asuntos que se acabaron de nombrar, no tanto porque su formación académica – psicología, filosofía, medicina, biología, música- así los designara; a excepción del ruso Anton Makarenko (1888-1939), quien al parecer obtuvo como formación en pedagogía un curso de un año.<sup>42</sup>

Con base en esto se podría inferir que cualquier persona formada en una disciplina distinta a la pedagogía, podría ser llamada pedagoga siempre que aborde asuntos del sujeto, su formación y valores, asociados a contextos culturales, sociales, y políticos. Un enfoque filosófico, general, tan amplio de la pedagogía, falta de especificidad, se presta para que otros campos se apropien de la misma, habría que expresar, incluso, que todas las personas lo podrían hacer tanto para pensar como para actuar en la práctica de educar. Es claro que las personas se puede apropiarse de un conocimiento disciplinar y lo pueden practicar, no obstante, de no haber recibido formación académica, a esto es lo que se le denomina conocimiento empírico. Es de recordar una vez más, de toda formas, que la ni pedagogía ni

---

<sup>42</sup> Biografía de Anton Makarenko. Minsiteriod e Educación de Ecuador. En: [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CDsQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fwww3.uma.pt%2Ffiliana%2Findex.php%3Fopcion%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%3D331&ei=IaCxVMSADYyaNtHpgvAJ&usg=AFQjCNFPN-tJaNXiJ4\\_tqsr5iuBn7ccUA](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CDsQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fwww3.uma.pt%2Ffiliana%2Findex.php%3Fopcion%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D331&ei=IaCxVMSADYyaNtHpgvAJ&usg=AFQjCNFPN-tJaNXiJ4_tqsr5iuBn7ccUA)

la didáctica nacieron como disciplinas o ciencias, tampoco lo fue su investigación y la producción de capital de conocimiento, con todo y lo que ello implica.

Fue entonces el despliegue de la mayoría de estos pedagogos los que ha contribuido y ha sido referente importantes en sus países y en otras latitudes, y en la constitución de la pedagogía como disciplina. El relato de lo irreal, creíble o inamisible (Zambrano Leal, 2006b) y la pedagogía universal (Martínez, 2013) descritas y puesta para la manifestación y materialización en la atmósfera social y cultural de los Estados, del mundo, vistas en una dimensión filosófica de la educación, facilitó la entrada a la reflexión generalizada, la pedagogía ha estado mucho más cercana a la educación de lo que ha estado la didáctica, igualmente lo ha estado la filosofía.

A los autores mencionados se les conoce, por medio de literatura especializada que los analiza, como productores de conocimiento pedagógico, en otros casos se relacionan como pedagogos y didactas o pedagogos y filósofos, más escaso es pedagogos y sociólogos. En cambio en las Ciencias de la Educación, como ya lo he declarado, se pueden ubicar una buena cantidad de opciones disciplinares para entenderla desde lo sociológico, psicológico, político, económico, tecnológico, antropológico, etc. Se puede fácilmente asociar también con la necesidad de la educación biotecnológica, ambiental, agropecuaria, en derechos humanos, nutrición, salud, entre otras posibilidades, desde luego que de la mano de esto último también sus respectivas disciplinas. Es decir, la educación es el comodín que se pone en el juego en el campo, es la carta, puede ser la partida o baza (Bourdieu, 2003) a desplegar.

En este tipo de campo, la tensión (interior) y la presión (exterior) de la que escribe Bourdieu (2003) caracterizando un campo, se ejercen ambas dentro del mismo. Lo político, económico, social, y lo académico, como lo que más poder e injerencia tiene, más que nada las primeras y su capital simbólico, ya que lo académico, que de seguro puede contar con mucho más capital simbólico, no tiene el mismo nivel de acercamiento con el Estado como sí lo tienen las otras, pero este en sí no es el problema sino más bien es el tema de la lógica de la investigación que Bustamante (2013) pone como fundamento en la constitución de la idea de campo en Bourdieu, la autonomía. En razón a esto, en el campo de las Ciencias de la Educación debido a la pluralidad de disciplinas actuales, y más que nada a que la pedagogía se quiso hacer ver como si fuera la misma cosa –por ejemplo, recordar a Kant, citado una páginas atrás-, se puede afirmar que hay múltiples lógicas –como en otras ciencias-, solo que se comportan en su conjunto de manera muy diferentes debido a la contravención, indisciplina, quebramiento de los principios que fundan la relación interna del campo con el exterior, nada más ni nada menos que la autonomía, es más se puede advertir que ni siquiera es heterónoma ya que la presión y la tensión son una sola en el interior del campo.

No sobra recordar una vez más el antecedente histórico del giro que se le dio a la didáctica en Alemania incorporándola en la *Pädagogik* o Ciencia de la Educación (Marín-Díaz y Noguera, 2011). El otro caso es el francés, que aunque tiene otras características aplica en la misma dirección, como subraya Zambrano (2006a:3), tres autores: Mialaret, Debesse y Chateau, se dieron "...a la tarea de crear un programa de «pedagogía» que luego se transformaría en ciencias de la educación." Luego entonces la pedagogía y la didáctica han sido trasladadas a un territorio que les ha abierto las puertas, pero no solo a estas ya que estas Ciencias de la Educación las tiene abiertas a todas las disciplinas o ciencias.

Como lo había hecho expreso antes, a través de Davini (2004:43), lo central de la discusión epistemológica se ha puesto más que en la didáctica o pedagogía en las Ciencias de la Educación en las que "...se observan tendencias a conformarse como un conjunto de teorías de diferentes orígenes y baja articulación donde, muchas veces, la falta de consenso es pacíficamente aceptada por la comunidad académica..." (Davini, 2004:43). No es para menos que en un territorio en el que juegan lógicas, discursos, gramáticas tan dispares con objetos de investigación distantes, las teorías vayan navegando a la deriva, la cohesión, la conexión entre unas y otras difícilmente se puede alcanzar en un encuentro, reunión, seminario, etc. Si es difícil alcanzar unas ciertas afinidades al interior de un campo y entre campos afines, que será entre los que escasamente comprenden la gramática desarrollada referente a objetos específicos.

Las Ciencias de la Educación tienen entonces como resultado un grupo heterogéneo de disciplinas yuxtapuestas en el que en el mismo territorio la tensión a la vez que la presión (más que nada del Estado a través de los campos de la economía y de la política) se presentan, en este juego las decisiones son legitimadas en tanto todos participan. Como escribió Davini (2004:43) "...la falta de consenso es pacíficamente aceptada por la comunidad académica..." ante ésta falta de consenso se puede inferir que las decisiones que son tomadas referente a la educación quedan en quienes ejercen la presión – Estado y capitalismo, que poco o nada conocen de la realidad, de la dinámica escolar, de la enseñanza y de la relación de ésta en función del aprendizaje. Lo que allí se devela son relaciones hegemónicas, por una parte por quienes ejercen presión, por otra, como destacaría Davini (2004), por las disciplinas que "...tienden a ser dominadas por otras, consideradas más "serias"..." (p.43). Estas serían aquellas que se caracterizan por ser *per se* científicas, en el sentido de ser prescriptivas, normativas.

De esta manera se encuentra que las Ciencias de la Educación -dado el caso, en plural o en singular da lo mismo, ya que el problema radica en la idea de educación en manos de todos- son un ejemplo claro de cómo los *territorios académicos* y *territorio de Estados* se transponen, y de lo cual la hegemonía, la soberanía del Estado prima sobre lo académico. En estas ciencias no hay *derecho de admisión* al territorio, al campo, a la disciplina si se quiere, sino que existe *autoadmisión*. Desde luego que este panorama iría en contravía de por lo menos una de las características descritas por Bourdieu (2003) en cuanto al *grado de autonomía* de un campo, aunque ya lo había citado, vale la pena hacerlo una vez más: "...el sistema de fuerzas que constituye la estructura del campo (tensión) es relativamente independiente de las fuerzas que se ejercen sobre el campo (presión)..." (p.87). Como claramente está expresado, no es que el campo sea totalmente independiente, lo cual sería en extremo reduccionista e iluso, sino más bien que este esté en la práctica de su propia lógica y disertación sin que lo externo lo inunde. *De cierta forma unas disciplinas como la pedagogía y la didáctica deben tener niveles altos de inmunidad contra las presiones que se puedan ejercer, esto requiere dejar de pensarlas como integradas en ciencias que tienen miradas muy lejanas del conocimiento que las sustentan.*

Así pues, entendiendo las Ciencias de la Educación como un campo se puede decir que como tal ha sufrido una mutación en la que la presión no se recibe del exterior si no que se ejerce, se circunscribe desde adentro, es el que en algunos países y en los organismos internacionales a satisfecho mucho debido a que se puede hacer con la educación todo lo que se desee sin importar lo que acontece en la realidad de la práctica de la enseñanza y en la experiencia del aprendizaje, por lo que los profesores también llegan a la educación, la mayoría, formados de disciplinas que escasamente se aproximan a la didáctica y la pedagogía y su problematización de la enseñanza y el aprendizaje.

La pedagogía que nace en principio con un discurso muy humanista pensando en la realidad e intereses del niño, en su propia naturaleza, como una manera de desalentar el carácter instrumental, y metodología escolar rígida comeniana, terminó siendo sometida a lo normativo, a lo prescriptivo ya no solo de los planteamientos teóricos de las disciplinas sino también de los planteamientos del Estado. En cuanto a esto, Cols (2008) pone de relieve:

“...si bien la definición de la enseñanza como objeto de estudio del didacta se asienta en una histórica y fecunda tradición de pensamiento, sabemos que es posible reconocer variantes en algunos países en lo que respecta a la configuración del campo pedagógico y al tipo de relaciones que se establecen entre las diferentes disciplinas que lo constituyen.” (p.71)

Aunque da la impresión de que la autora no hiciera distinción entre la didáctica y la pedagogía, es destacable que anuncie lo que he encontrado con los países nombrados anteriores, y que igualmente puede ocurrir con otros como Inglaterra, Estados Unidos, Argentina y Colombia, estos dos últimos herederos de las tradiciones extranjeras, por lo que muchas veces lo que dicen y proponen sus investigadores no es tenido en cuenta en la toma de decisiones devenidas de la pedagogía y didáctica. Martínez (2013: p.54) apunta en la misma dirección de Cols (2008) al señalar que cuando se hace referencia a la educación no siempre se habla de lo mismo. “Las referencias de dicho término dependen de su historicidad; de la fuente que produce la enunciación; del lugar de la cultura y de la ubicación en las redes de poder y de control.” (p.54).

Continuado con las implicaciones que tiene pensar en las Ciencias de la Educación es oportuno tener en mente que “Si el objeto de la pedagogía fuera el proceso educativo como el objeto más amplio posible para ella, se correría el peligro de pretender demasiado y llevar a su fraccionamiento en una lista de ciencias de la educación.” (Martínez, 2013:60). Lo que subraya este autor no es nada más ni nada menos lo que se hace latente desde hace ya varias décadas, solo que la pedagogía no se ha fraccionado, sencillamente es una más dentro de la lista de las Ciencias de la Educación, en este caso la que se ha fraccionado es la educación. Las Ciencias de la Educación no se encuentran dentro de la pedagogía (Marín-Díaz y Noguera, 2011; Zambrano Leal, 2006a), todo lo contrario es la pedagogía la que se ha buscado incluir en estas ciencias, como se recordará, también en las ciencias humanas o ciencias sociales.

Se podría declarar que el objeto de estudio de la pedagogía no fue muy claro como tampoco lo fue el de la didáctica, mucho menos serían conocimientos científicos si no se regían por los preceptos de las ciencias positivas, ya que su mayor marco de producción de conocimiento fue la reflexión filosófica.

Al respecto, Díaz Barriga (1998:5) resalta:

“Según Dilthey, es Herbart quien realiza la construcción de la disciplina pedagógica a partir de las elaboraciones previas en el pensamiento didáctico. "El progreso desde una didáctica científica a una pedagogía científica se realizó en el siglo XVIII, de Comenio a Herbart" (Dilthey, 1949).”

En coherencia, Cols (2008) manifestaba que “La pregunta por el carácter científico del conocimiento pedagógico cobra particular importancia hacia fines del siglo XIX, aunque la preocupación ya estaba instalada desde tiempo atrás.” (p.81). Citando a Landsheere (1996), concreta que la idea de una

pedagogía científica basada en la experimentación hunde sus raíces en el racionalismo del siglo XVIII. Pone como ejemplos relevantes, los estudios sistemáticos de experiencias pedagógicas durante la Revolución Francesa; a Herbart, quien desarrolló el proyecto de una escuela experimental anexa a la universidad de Königsberg, en la que pudiera enseñar a un pequeño grupo de alumnos en presencia de sus discípulos.

Cols (2008) escribe, si bien es cierto estas circunstancias, y otras, son antecedentes importantes, el asunto se acentúa hacia fines del siglo XIX, con el advenimiento de la psicología como disciplina experimental. Continúa destacando que en Alemania, Wilhelm Wundt (1832-1920) publica *Psicología fisiológica* en 1875 y en 1879 abre en Leipzig el primer laboratorio de psicología científica; en poco tiempo la pedagogía experimental emerge con personajes como Ernst Meumann (1862-1915) y Wilhelm Lay (1862-1926), este último adoptó una posición científicista radical, publica en 1903 su *Experimentelle Didaktik*<sup>43</sup>, en la que defiende los métodos cuantitativos que permitan comparar y controlar experimentalmente los diferentes métodos. Para el caso específico de Estados Unidos de América, el capital acumulado de conocimiento se ve reflejado en la educación en cuanto a la producción de pruebas de instrucción estandarizadas; la elaboración de escalas objetivas de evaluación de productos escolares, la reinstauración de escalas de cotización relativa a los resultados escolares y a los materiales escolares y la didáctica experimental (De Landsheere, 1996, citada por Cols, 2008).

Sin ampliar con más detalles el seguimiento que Cols (2008) ha realizado, cabe expresar que el paradigma dominante para realizar la investigación al igual que la disciplina fundante –psicología- y productora de conocimiento bajo el mismo, influyó en la investigación que se realizaba desde la pedagogía y didáctica. En términos de la autora, “El clima intelectual de la época, signado por el positivismo, ofreció un escenario propicio para el afianzamiento de una tendencia científicista y experimentalista en diferentes países.” (p.83).

En este sentido, en la pedagogía se buscó acentuar el carácter de científica aunque en esto la psicología conductista tuvo, inicialmente, mucha injerencia, posteriormente otras disciplinas –lingüística, sociología- también tiene alta influencia en la idea de explicar el fenómeno de aprendizaje. Cabe recordar que antes ya había citado a Martínez (2013) quien reconocía que, por la historia, la pedagogía es una disciplina por las teorías, modelos, métodos, conceptos, tesis, etc., desarrollados.

La conciencia de analizar el conocimiento propio de la pedagogía se ha hecho cada vez más latente, Colombia en esto tiene un capital simbólico importante, lo tiene más en esta disciplina que en la didáctica. Claro está que las divergencias de los autores respecto a sus posturas están al orden del día. Nada raro:

“La estructura del campo es un estado de la relación de fuerzas entre los agentes o las instituciones que intervienen en la lucha o, si ustedes prefieren, de la distribución del capital específico que ha sido acumulado durante luchas anteriores y que orienta las estrategias ulteriores.” (Bourdieu, 2003:120)

---

<sup>43</sup> El título del libro está escrito en alemán, hago referencia a este dado que Col (2008) lo enlaza directamente en su escrito, y estoy pretendiendo poder poner de manifiesto como haciendo referencia la pedagogía experimental se incluye en el título del libro de Wilhelm Lay la palabra *Didaktik*.

Prosiguiendo con lo mencionado, Zuluaga (2005), fundadora del *Grupo de Investigación Historia de la Práctica Pedagógica en Colombia*, recogiendo las conceptualizaciones de Michael Foucault, en la que se encuentran diversas posibilidades para pensar la educación, y su perspectiva genealógica y arqueológica para construir la historia construye el enfoque desde el cual han aportado elementos para entender el tema escolar, pedagógico y educativo. La autora aclara que, “Las referencias de Foucault a la educación están contenidas en sus escritos sobre temas donde esta no constituye su objeto principal.” (p.12). Como se recordará, en el capítulo III de este escrito se citó a Foucault haciendo uso de sus ideas en cuanto al concepto de disciplina en el sentido normalizador escolar y el de investigación. Sin la intención de ampliar el panorama que desde este grupo se ha fraguado por más de 30 años de investigación, cabe citar textualmente en palabras de Zuluaga (2005) la contribución que le han hecho a la disciplina de la pedagogía en Colombia, así pues, destaca que el grupo:

“...aporta elementos arqueológicos y genealógicos sobre la pedagogía, la escuela y el maestro en nuestro país. Así, hizo visible las primeras formas de saber sobre la enseñanza, el surgimiento de la escuela como institución estatal para el ejercicio de la enseñanza y la formación del ciudadano; y la aparición del maestro como sujeto de saber; así como las distintas transformaciones y desplazamientos de la práctica pedagógica desde mediados del siglo XVIII hasta la primera mitad del siglo XX. Su trabajo busca localizar en un espacio de acontecimientos dispersos las diversas condiciones de posibilidad (sociales, políticas, religiosas y legislativas) que gestaron y determinaron la escuela, el maestro, la pedagogía, la enseñanza, los métodos, en los que ellos sean susceptibles de problematizaciones actuales.” (Zuluaga (2005:11-12)

Si se compara esta cita con la primera cita (Zambrano Leal, 2006a:23) que se hizo en este apartado, se puede decir que las diferencias más notables son que la una fue obtenida a partir de la cultura francesa y la otra de la cultura colombiana, y que Zambrano Leal, 2006a), que por cierto es colombiano solo que hace su tesis doctoral con respecto a Francia, no hace explícito al profesor, maestro, docente, como si lo hace Zuluaga (2005). Por lo demás se encuentran coincidencias en cuanto a que entiende la pedagogía como aquello que tiene lugar en la historia –para Zambrano Leal (2006a) ésta se escribe como relato, a partir de la narración de los hechos; para Zuluaga esta se construye mediante la arqueología y genealogía foucaultianas- de lo que ocurre en la escuela y su relación con lo social, legislativo, político e ideológico. Lo que es muy evidente es que las dos miradas son muy generales y que por su naturaleza histórica y su objetividad por lo que dicen los hechos no siempre tiene como fin teorizar, proponer transformar la realidad, no obstante de poder problematizarla. Esto no quiere desconocer lo esencial que son éstas investigaciones, ciertamente, haciendo alusión al pensamiento de Rousseau, Vives, Locke, Herbart, entre otros, Pacios (1980), destaca que éstos “...nos muestran la realidad, no como la ven los teóricos, sino tal como es.” (p.81).

## **6. Convergencias y divergencias devenidas de la didáctica y la pedagogía**

Por lo que acontece a la pedagogía y la didáctica se puede decir que a cada una le subyacen características propias de un campo de investigación, no obstante, se pueden encontrar algunos aspectos que han dificultado que estas disciplinas puedan desarrollar con más vigor la producción de conocimiento y que sean reconocidas por otras disciplinas. En concordancia, los aspectos que se presentan a continuación son, por una parte, resultado directo de lo que se desarrolló durante el

capítulo presente, y por otro, lo que se deriva de los mismos como aspectos que podrían contribuir a repensar en términos de su estructura y dinámica como campos.

Existen varias maneras de comprender las disciplinas pedagógica y didáctica resultado de las posturas emergentes de las culturas académicas de sus diferentes países. Los autores lejanos que pueden ser reconocidos como quienes soportan los primeros desarrollos de la didáctica y la pedagogía no siempre son reconocidos, por lo que a veces se incurre en el error de pensar que lo que se piensa y propone es nuevo, en este sentido es fundamental que las investigaciones dentro de estas disciplinas realicen el seguimiento a los antecedentes históricos, que varios investigadores incluso ya han realizado. Es claro lo que implica esta tarea, tampoco se trata de abordar todos los autores, pero lo que sí denota relevante es que al abordar algunos se creen concepciones –más que nada en la formación profesional de profesores- sobre lo que ha acontecido con estos campos de producción de conocimiento, que es de pensar se constituyen en los campos de formación y acción profesional de los profesores.

Sin haber hecho un análisis contrastante, puedo especular que existen diferencias sustanciales en cuanto a las ciencias -de educación, sociales, humanas- que incluyen la pedagogía y la didáctica, pero en cambio se puede dejar plasmado que dichas ciencias han buscado incorporar la pedagogía, la didáctica y la educación en sus territorios académicos. Así también, se ha buscado englobar la didáctica en la pedagogía o lo contrario la pedagogía en la didáctica. Hay que decir que Comenio no dio cuenta de cuál ciencia correspondería la didáctica, menos si ésta era ciencia para sí misma o estaba incluida dentro de otra, tampoco se puede asegurar que haya buscado englobar la pedagogía en la didáctica o viceversa. Tampoco se puede aseverar que con Comenio la didáctica y/o la pedagogía ya eran disciplinas. Lo que sí se puede confirmar es que estas fueron adquiriendo características que las llevaron a ser identificadas como disciplinas que algunas ciencias quisieron poner en sus territorios.

Ciertamente, a la pedagogía y la didáctica les es imposible dejar de hacer referencia a la educación dados sus sujetos (alumnos y profesores) y objetos de investigación (enseñanza, aprendizaje y otros que derivan de los mismos), no empero, éstas deben hacer la distinción que tienen con la misma, ya que esto ha debilitado su campos y ha generado falta de claridad ante otros investigadores, profesionales y ante la sociedad en general, respecto a quiénes son los que enseñan: ¿Cuál es su formación, su perfil profesional?

Ante las confusiones, intersecciones, obstáculos, que sobre la pedagogía y la didáctica se tienen como campos de investigación y objetos diferentes o afines, se torna necesario a estas alturas tener un debate abierto en el que se convoquen a los miembros de campo provenientes de varias latitudes, para poder reconocerse y llegar a algunos acuerdos respecto a los temas tratados hasta el momento aquí, y otros que tiene que ver directamente con la relación entre estos campos y la formación y desarrollo del conocimiento profesional del profesor, al igual que con su función como investigadores de estas disciplinas. Lo cual, además de aportar en una mayor estructuración de los campos y de entenderse correlacionadas, de reconocer la idoneidad de sus investigadores y profesores y del papel del conocimiento las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* en su formación ontológica y epistemológica, redundaría en los discursos que se desarrollen no solo en y entre la didáctica y la pedagogía, sino también en sus posicionamientos ante organismos, ya sean nacionales o internacionales, en la construcción de políticas en educación.

De esta forma se estaría intentando generar una identidad y estatus epistemológico que propenda por distinguir el *territorio académico* del *territorio de Estado*, desde donde se ha sometido a la pedagogía y la didáctica, y por este mismo camino a sus miembros: profesores e/o investigadores. Tanto la pedagogía como la didáctica, al igual que sus miembros, deberán alcanzar mayores grados de autonomía las unas como disciplinas y los otros como profesionales, las unas y los otros deberán ser la misma cosa si se pretende profundizar en la identidad.

Un último aspecto a manifestar es que la didáctica y la pedagogía han coexistido, coevolucionado, desde los desarrollos comenianos hasta la actualidad, no es posible deslindarlas de los discursos ni de la práctica de enseñanza, todo lo contrario se complementan se acompañan. Así se encuentra en la historia y en sus planteamientos como disciplinas, la pedagogía dinamizada en un discurso sobre la función de la enseñanza y el aprendizaje en un contexto social, político, económico, hace reflexionar sobre los alcances del saber del profesor en la formación de las personas. La didáctica que se relaciona de manera directa con el conocimiento para hacerlo saber a las personas, ofrece a los profesores toda las lógicas del campo, objetos de investigación -(Chevallard, 1991) objetos de enseñanza-, para ser desarrollados según las condiciones y realidad de práctica profesional. En razón a estas convergencias disciplinares, Bachelard (2009) argumentaba:

“Está perfectamente establecido que dos teorías pueden pertenecer a dos cuerpos de racionalidad diferentes y que pueden oponerse respecto a determinados puntos, sin dejar de ser válidos individualmente dentro de su propio cuerpo de racionalidad. Se trata de uno de los aspectos del pluralismo racional que sólo puede ser oscuro para los filósofos que se obstinan en creer en un sistema de razón absoluta e invariable.” (p.131-132)

En este sentido, pero en plano un tanto ético, Zambrano Leal (2005:225) lo manifiesta: “Tanto la Didáctica como la Pedagogía encuentran un terreno fértil, un espacio donde actúan, reflexionan y encuentran la ocasión para armarse mejor frente al destino de lo humano. Este terreno lo encontramos en las disciplinas escolares.”

Afirmar que la didáctica y la pedagogía son disciplinas muy cercanas históricamente, al igual que por las intersecciones con sus objetos de estudio que se complementa –enseñanza, aprendizaje, como los centrales y desde los cuales se despliegan otros-, no quiere decir que pierdan o que no vayan a continuar la consecución de mayores grados de independencia, la autonomía y la identidad van de la mano en aras de que la acción profesional de los didactas y pedagogos sea lo más cercana a la naturaleza de las personas y a la realidad que viven y las circunda. Tener en cuenta las múltiples variables y la complejidad que se devela para enseñar y aprender en el contexto y momento histórico del siglo XXI, además de las teorías que se han puesto para entender y transformar la realidad, conduce a expresar que las particularidades del conocimiento de la didáctica y por ende del conocimiento profesional del profesor adquiere características metadisciplinares, máxime si nos referimos a la enseñanza de las ciencias.

Esto último y otros aspectos relacionados con el conocimiento del profesor serán explicitados en el desarrollo del capítulo V, en la perspectiva de entender la correspondencia entre las *Ciencias Didácticas* y *Pedagógicas* y el conocimiento del profesor, al igual que las teorías y perspectivas de investigación.





## **CAPÍTULO V: CONOCIMIENTO DEL PROFESOR Y LA DIDÁCTICA -DE LAS CIENCIAS- COMO DISCIPLINA DE SU CONOCIMIENTO PROFESIONAL**

Antes de iniciar la presentación de este capítulo vale la pena recapitular de manera muy breve los cuatro anteriores en los que se exponen, para el primero, las razones, causas, raíces, lo que promueve el razonamiento en esta tesis; para el segundo, que busca desplegar, entablar, emprender el fundamento en el que se ciernen, tamizan y fraguan los conocimientos digitalizados, impresos, los mentales –los míos-, es en donde se fraguan ideas, la constitución de conocimiento en tanto configuración y metodología para el desarrollo de la investigación. El tercero presenta, de una parte, lo que ha devenido sobre las concepciones sobre educación por parte de algunos pensadores como consecuencia de lo que se ha hecho durante siglos en la misma, de otra parte, pero con base en lo anterior, se abordaron referentes teóricos desarrollados sobre los términos, territorio, campo y disciplina. El cuarto, pone de relieve cómo la didáctica y la pedagogía se han constituido en algunas tradiciones culturales tanto de Estado como académicas, evidenciándose que, si bien es cierto en un momento se propendió por separarlas, lo cual aún es cierto, es posible establecer que los objetos que constituyeron cada uno de estos campos, durante siglos, tienen características compartidas, solo que cambia el enfoque –social, humano, etc.- y la cultura, tradición académica y de Estado.

Aunque ya lo había señalado de cierta forma en el primer capítulo, me permito hasta este punto enfatizar en la lógica y estructura que recorre la configuración de conocimiento en esta tesis: el orden desarrollado en los capítulos anteriores, y en los que vienen, obedece a lo que cada uno pone como necesidad para el siguiente que no solo continúa del anterior sino también de los que anteceden, también de los que le siguen al capítulo, luego no es una asunto de causa efecto lineal, todo lo contrario, es una sinergia resultado de la complejidad que implica dar cuenta de la configuración de unos campos –conocimientos de la pedagogía, la didáctica, la educación-, que han sido mayoritariamente pensados como divergentes pero que en la práctica coexisten, incluso se puede decir que en sus teorías y epistemologías también hay coexistencias, coevolución.

En este intríngulis de ideas, es de poner de relieve para este capítulo, que no obstante que la mayoría de los investigadores de las disciplinas pedagógica y didáctica pueden reconocer lo esencial de los mismos para pensar en la especificidad de sus conocimientos, la formación y conocimiento del profesor, aún no son entendidos como fundados dentro de los mismos, por lo cual es posible preguntarse, aunque con los capítulos III –concepciones sobre educación, disciplina, territorio y campo de conocimiento- y IV –didáctica y pedagogía como disciplinas de conocimiento- ya se pueden responder parcialmente:

¿Qué es lo que hace o ha hecho que el conocimiento del profesor sea mayoritariamente concebido en territorios académicos diferentes a los de la didáctica –general o específica- y pedagogía –establecidas en esta tesis como *Ciencias Didácticas y Pedagógicas?* -Tesis I-, ¿Quiénes y para quiénes se produce

el conocimiento pedagógico y didáctico?, ¿Qué tienen que ver las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* con el conocimiento *profesional* del profesor de ciencias?, pensando en el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias ¿Qué relación existe entre el conocimiento de las ciencias naturales y el conocimiento de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*? Entendiendo las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* constituidas en un territorio propio ¿Qué implicaciones y aplicaciones tiene el reconocer la formación del profesor de ciencias en la *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* y no en las Ciencias Naturales? –Tesis II-.

Vale la pena aclarar, que la didáctica de las ciencias, como cualquier otra didáctica o pedagogía, son reconocidas en esta tesis como haciendo parte de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, *estas ciencias no se conciben como un territorio que jerarquiza ni se jerarquiza, es decir, los niveles de control y dominio son horizontales, no se concibe la idea de didácticas generales y específicas.*

Entonces, en coherencia con los capítulos precedentes y las preguntas escritas, el objetivo de este capítulo es poner de manifiesto la manera como se entiende, se piensa, se configura en esta tesis el conocimiento del profesor, a partir de análisis de las condiciones filosóficas y epistemológicas en la que se han construido concepciones sobre el mismo como consecuencia de la falta de un territorio académico que diera cuenta de su saber especializado; así también, se busca nombrar las didácticas específicas que se han propuesto desde la segunda mitad del siglo XX, profundizando en la didáctica de las Ciencias Naturales.

Se puede adelantar, que si bien varios pedagogos y didactas –también muchos de quienes no se llamarían así mismo como tales-, reconocían al profesor, no lo hacían como alguien que se formaba en las disciplinas pedagógica y/o didáctica sino que se entendía, y aun así lo entienden algunas culturas o grupos académicos, como un conocimiento accesorio, yuxtapuesto al conocimiento científico, como se puede encontrar al plantear esto, el conocimiento didáctico y pedagógico no es reconocido como científico y muchas veces tampoco como disciplinar, por lo que se pensaba y se piensa que el conocimiento que enseñaba el profesor y bajo el cual se formaba para esto era, y es todavía en muchos casos, el científico.

Curiosamente, buena parte de las investigaciones que le abrieron camino a la constitución de la didáctica –de las ciencias- como disciplina –más que nada a las específicas: didáctica de la física, didáctica de la química, didáctica de la biología-, son las disciplinas denominadas científicas (duras): física, química y (pura) biología, hay que incluir aquí a la psicología que buscó asirse a este denominador acogiendo los preceptos estipulados para poder ser clasificada como tal. Claro está que la didáctica y la pedagogía, por su fuerte relación con estos campos –la segunda mucho más a la psicología que a las duras, y la biología- tampoco estuvieron fuera de los algoritmos y designios de lo que se entendía en su momento como conocimiento científico, por lo que *tanto la investigación como la enseñanza eran razonadas bajo el paradigma determinista, reduccionista, absolutista de las Ciencias Naturales.*

Relacionando lo que se trató insistentemente en el capítulo IV sobre las ciencias –humanas, sociales, de educación- que propendieron por establecer la pedagogía y la didáctica dentro de sus territorios, habría que decir que las Ciencias Naturales no buscaron incluirlas en su territorio, pero si hacer que estas fueran razonadas desde sus epistemologías, gramáticas, objetos de investigación y discursos tradicionales. *Se puede destacar que la didáctica y la pedagogía tuvieron epistemologías “prestadas”,*

*ya que con el tiempo se fueron haciendo claros los obstáculos que estas representaban tanto para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias como para realizar las investigaciones.*

Las comprensiones y explicaciones desarrolladas en la pedagogía y la didáctica condujeron a tomar distancia cada vez mayor de las epistemologías asignadas por las Ciencias Naturales, se fueron transformando hasta que formaron sus propios campos, disciplinas productoras de conocimiento con objetos de investigación propios: enseñanza, aprendizaje, evaluación, currículo de... física, química... . Una vez constituidas estas disciplinas se puede construir conocimiento desde la pluralidad metodológica, el objeto ya no es el de las ciencias humanas, naturales, sociales, etc., esto es un paso fundamental en la idea de tener mayo independencia.

En todo caso el paradigma de las Ciencias Naturales ha marcado su quehacer profesional y de investigación, no solo a estas disciplinas sino también a otras, que por cierto vale resaltar se aislaron creando sus propias ciencias: políticas, humanas, económicas, etc. Estas últimas propenden por integrar la pedagogía y la didáctica a sus territorios, cosa que las Ciencias Naturales no hicieron, es decir, estas no buscaron hacer entender que la pedagogía y la didáctica eran dos disciplinas adicionales a la biología, la física y la química. No obstante, sí influyeron para que se parecieran a estas en cuanto a la investigación y a las características científicas de los contenidos, como ya he señalado.

Luego entonces se advierte que las ciencias tradicionales se imponían para que los hechos pedagógicos y didácticos fueran investigados de modo semejante a los fenómenos naturales, bueno, las otras ciencias –sociales, educativas, etc.- también concebían que la didáctica y la pedagogía debían ceñirse en sus investigaciones a sus perspectivas metodológicas, teóricas, a sus lógicas.

Reconociendo que la pedagogía y la didáctica tienen su propio territorio y sabiendo de la fuerte influencia que tienen sobre estas el *territorio de los Estados*, estoy manifestado la necesidad de identificar un *territorio académico* que corresponda a sus propias características, a saber: *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Es decir, se torna indispensable tomar cierta distancia en la intención de adquirir un mayor grado de autonomía entre los campos, lo cual trae mayor identidad para sus miembros -profesores y profesores investigadores-, acercándolos, cohesionándolos y dando un mayor vínculo a lo epistemológico y ontológico en su formación y acción tanto profesional como en la investigación. Es precisamente, bajo esta categoría emergente que acentúo que, como lo había expresado en la introducción de estas tesis: “*La didáctica como disciplina de conocimiento fundamenta la enseñanza de conocimientos provenientes de otras disciplinas.*”

Ahora, por los múltiples conocimientos que son necesarios tener en cuenta en la acción de enseñar y por las características diversas de las personas que aprenden, y los contextos y dinámicas cambiantes en el aula de clase, la naturaleza del conocimiento del profesor no es reducible ni determinante, más que todo, como ya lo han develado algunos autores (Bromme, 1988 y Porlán y Rivero, 1998), es de naturaleza compleja y metadisciplinar. En este sentido, la pedagogía es la disciplina más cercana a la didáctica, al igual que estas son las más cercanas a la práctica de la enseñanza, por lo que estas son los conocimientos fundantes del conocimiento del profesor.

Como se podrá encontrar en el este capítulo, me inclino claramente en la didáctica, más que en la pedagogía, dado que esta tiene mayor énfasis en investigar el conocimiento a enseñar, tanto que se han consolidado varias didácticas dependiendo el tipo de conocimiento a enseñar y/o investigar. Mi interés

está aquí en auscultar la didáctica de las Ciencias Naturales, ya propuesta por algunos autores como disciplina de conocimiento, y concebirla como fundante del conocimiento del profesor de ciencias a la vez que este como fundante de la disciplina.

Sin más preámbulos, el desarrollo de este capítulo se realiza mediante los siguientes apartados, en los primeros tres se hace un abordaje a las posibles relaciones entre la didáctica general y las didácticas específicas, poniendo de relieve las tensiones y presiones; se continúa con la presentación de un apartado –con siete subíndices, sobre la emergencia y consolidación de la didáctica de las ciencias propuesta por algunos autores, entre los asuntos a tratar se encuentran: el posicionamiento al respecto para esta tesis; la relación de la didáctica de las ciencias y la *Didáctica magna*; referentes epistemológicos de la didáctica de las ciencias, etapas de su desarrollo; la función del capital científico y de sus miembros en el campo; y los énfasis puestos en la investigación.

Posteriormente, se abordan cuatro apartados que examinan la idea de profesión y la falta de claridad conceptual, lo que ha generado ambigüedad para el caso de la profesión de profesor; por último, se avanza en dos apartados, el primero, busca identificar la relación del conocimiento profesional del profesor con la didáctica y la pedagogía; en este sentido, se describen las tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor; en el segundo apartado, se puntualizan las características del territorio académico fundante del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias a propósito de los planteamientos de algunos autores que han abordado la idea de meta-conocimiento/disciplina/cuestiones.

## **1. De la didáctica a las didácticas: tensión y presión**

El deslinde o derivaciones de las disciplinas ya sean puras, duras o blandas, como se quieran distinguir, es la constante de comportamiento en el acaecer del conocimiento, al parecer las disciplinas blandas son las más propicias para que se presente la diversificación en subcampos, subdisciplinas, especialidades, en tanto que en las duras y puras serían tendientes a lo contrario al contener redes “más tupidas”, como se recordará con Becher (2001) tenderían más hacia la convergencia.

Se puede decir, que las disciplinas convergentes serían más compactas, tendrían mayores cuotas de restricción para la admisión de sus miembros, por ser su gramática, objetos y conceptos tan claramente definidos, tendrían a establecer perspectivas claras para pensar, sus paradigmas –creencias, valores, tradiciones, conocimientos- estarían fuertemente enraizados al territorio. Lo dogmático entonces se convierte en una tendencia mayoritaria, por lo que el grado de autonomía es alto, “convirtiendo la disciplina en dura y cerrada”. Estas disciplinas son las que por lo general se han hecho ver como las de mayor jerarquía, superiores, se han hecho llamar científicas dado que siguen planteamientos metodológicos preestablecidos, difíciles de cambiar, de salirse de ellos hasta que se no se supere el paradigma dominante.

Las disciplinas divergentes tenderían a no caracterizarse por las descripciones anteriores, no tendrían sus asuntos tan determinados, esclarecidos, estarían constantemente en transformación, lo fijo, exacto, creencias, tradiciones estarían en movimiento. Son proclives a ser abiertas sin negar lo importante que es tener criterios para la admisión de nuevos miembros al campo. De todas maneras estas tipificaciones no son más que posibilidades ya que las disciplinas se pueden mover bajo diferentes matices, difícilmente se puede crear un sistema que las clasifique ya que éstas pueden tener variadas cualidades

que pueden ser compartidas por unas disciplinas y no por otras. Se puede decir, bajo estas perspectivas, que el grado de autonomía está supeditado a qué tan abierta o cerrada es la disciplina, al nivel de independencia, a la interdisciplinariedad. Para este último factor, entre menos exista interdisciplinariedad más dura, cerrada, aislada, científica, “sería más disciplina”.

Ciertamente es muy osado hacer pensar que todas las disciplinas tengan una misma estructura y dinámica o régimen, como hace unos siglos se quiso imponer. Toulmin (1977) aclaraba “Las diversas ciencias no cambian todas activamente ni permanecen todas estancadas al mismo tiempo. Por el contrario, el centro de atención cambia de una época histórica a otras.” (p.217). La claridad evolucionista del autor nos lleva a entender que las disciplinas tienen su propia historia resultado de las circunstancias que las han rodeado –lo externo- y de su dinámica interna. Así pues, pueden tener épocas de alta producción y reconocimiento, y otras en que se estancan por falta de madurez, pero que igual pueden paulatinamente volver a activarse por lo que pueda ocurrir en los desarrollos internos y/o por lo que acontece en lo externo a nivel político, económico o –Toulmin (1977)- por los desarrollos de conocimiento o instrumentos, técnicas de otras disciplinas, los cuales son recogidos para avanzar en el análisis y comprensión de objetos, hechos o fenómenos. Se puede declarar que en la actualidad difícilmente se sostienen las concepciones que se inclinaban en pensar que todas las tradiciones pasadas son las únicas ciertas y válidas a tener en cuenta para explicar, interpretar fenómenos y construir conocimiento.

Si se piensa en función de lo anterior, la didáctica ha pasado, debido de miradas escolásticas de las ciencias clásicas y de las que han generado rupturas y críticas al paradigma que buscó instalarse en la investigación, en el pensamiento de los investigadores y profesionales. Sin haber recibido formación para la enseñanza, los científicos y profesionales, llamados profesores en tanto enseñan, por siglos han proliferado, difundido concepciones sobre la ciencia, los lugares más expeditos son las escuelas y universidades, le siguen los documentos escritos. Curiosamente son los científicos de varias disciplinas, sobretodo duras, quienes promovieron la investigación sobre el conocimiento que se enseña, aprende, evalúa.

### **1.1. Didáctica (s) específica (s) de las disciplinas**

Lo singular y/o plural en las disciplinas tiene un papel preponderante en los juegos por mantener su (s) identidad (es), en la comprensión de las posibles relaciones y de sus posibles agrupaciones según las afinidades entre las disciplinas. Como se verá, la didáctica no se escapa a esto y lo planteado sobre las disciplinas en el apartado anterior. En correspondencia, el título del presente apartado tiene como objetivo el interludio para empezar a reconocer cómo la didáctica no es un campo que está por fuera de las posibles dinámicas que otras disciplinas han “vivido”, aunque es claro que cada una tiene su propia historia y evolución epistemológica la cual suele no detenerse.

Desde ya se puede conjeturar, por lo que se podrá evidenciar en los párrafos que se van a adelantar, que la didáctica se caracteriza por ser una disciplina divergente. Se puede advertir que esta característica tiene su origen con la *Didáctica magna*; se establecieron cinco capítulos –del XX al XIV- para explicar cómo se puede enseñar los conocimientos de las ciencias, las artes, las lenguas, buenas costumbres y piedad, dispone para cada uno un capítulo. Abre de esta manera la perspectiva de pensar específicamente en la enseñanza del conocimiento según las características de este, partiendo de una metodología general (tabla 4.2) que tiene como fundamentos la solidez, facilidad y brevedad para la

enseñanza del conocimiento (tablas 4.3, 4.4 y 4.5). Más adelante haré una aproximación a lo que consideró Comenio debía ser tenido en cuenta para el caso particular de la enseñanza de las ciencias.

Ahora, no es que Comenio hubiera dejado claro, explicitado, que habría unas didácticas específicas derivadas de una didáctica general, lo que sería similar, atendiendo directamente a su pensamiento didáctico, a una metodología general y unas metodologías específicas, buscando dar cuenta a la metodología de la enseñanza ceñida al conocimiento que consideraba debía aprenderse.

Una mirada anacrónica permite afirmar que los rudimentos magnos comenianos, más que todo las condiciones y metodología idealizada, tuvieron y tienen críticas, que contribuyeron a problematizar la enseñanza y el aprendizaje, entre otras cosas asociadas a las mismas, hasta convertirlas en objetos de investigación que en la actualidad han llegado a consolidarse como didáctica, y/o en didácticas. Las preocupaciones e intereses primigenios de Comenio sobre la didáctica se encuentran de cierta forma hoy establecidos en didácticas que se han dedicado a investigar cómo enseñar el conocimiento de las disciplinas, aunque las investigaciones en el campo son numerosas y algunas se han profundizado, todavía queda camino para hacer que la teoría y la práctica sean más robustas en sus conexiones, que se puedan ampliar el cómo investigar la enseñanza y el cómo enseñar a enseñar, entre otras cosas. La tabla 5.8 muestra algunos de los énfasis de investigación que se han promovido.

Al parecer la historia de las didácticas específicas tienen su punto más acentuado para sus emergencias desde inicio del siglo XX, como se verá para la didáctica de las Ciencias Naturales, aunque para otras didácticas pudo haber sido incluso a finales del siglo XIX, tal es el caso de la didáctica de las matemáticas. Ahora, pasadas unas décadas los desarrollos teóricos entonces no se hicieron esperar, según Gómez (2013:82), la didáctica contemporánea se centra, a partir de los setenta, más que nada “...en el triángulo formado por la relación del docente con su disciplina, del alumno con el contenido de esta disciplina, y la relación entre el alumno (los alumnos) y el docente (e inversamente) con ese contenido.”

El conocimiento a enseñar según la disciplina de dónde provenía, además de las posibles relaciones con el estudiante y el profesor, y la profundización en todo ello, entre otras cosas que posteriormente fueron surgiendo con la investigación, dejaba ver la complejidad que se surtía en una clase. En congruencia con las investigaciones que se iniciaron mayoritariamente desde los setenta, si se hace búsqueda, se hace notorio que en la actualidad no se hace referencia a una didáctica sino a varias didácticas, Cols (2008) ya lo hacía patente:

“En la década de 1970, se produjo un movimiento por el cual las didácticas especializadas en disciplinas se consolidaron como campos de investigación. Así, en la actualidad, tanto pedagogos como didactas se ocupan del estudio de la enseñanza y llevan a cabo investigaciones, aunque desde perspectivas diferentes.” (p.72)

Se puede constatar esta cita con publicaciones que declaran la consolidación de algunas didácticas específicas –no necesariamente desde los setenta, algunas son un poco más recientes-; o que ponen de relieve su tendencia hacia la consolidación; o que disponen aspectos que llaman la atención frente a la necesidad de pensar o en profundizar en la didáctica para enseñar una disciplina (tabla 5.8), explicitando a veces posibles líneas (énfasis o áreas) de investigación, objetos, etc., esto será ejemplificado para la didáctica de las Ciencias Naturales.

La tabla 5.1 muestra algunas didácticas que en su mayoría han venido avanzando desde mediados del siglo XX -algunas más consolidadas que otras, en tanto que otras están emergiendo- reconociendo que existen problemas que le subyacen a la intención del enseñar y el aprender conocimiento sea científico o no, esclareciendo que la didáctica tiene pluralidad de opciones para ser pensada según la naturaleza del conocimiento que se aborde para investigar. Es decir, el capital simbólico que se produce tiene variadas características al igual que la manera cómo piensan quienes actúan sobre los objetos de enseñanza, sean estos profesionales y/o de investigadores. La tabla 5.1 también presenta algunas de las posibles pedagogías las cuales no están directamente ligadas a una disciplina de conocimiento para la enseñanza, pero son esenciales en la enseñanza de las disciplinas en tanto favorecen aterrizar el conocimiento en la perspectiva de lo que pueden significar para el estudiante en sí como para su entorno social, político, económico, urbano, ambiental, etc.

**Tabla 5.1:** Algunas didácticas específicas de las disciplinas, y pedagogías

		<b>Autores</b>
<b>Didácticas específicas de las disciplinas</b>	Didáctica de la biología	De Longhi (2001); Meinardi (2001); Meinardi (2012); Valbuena, Correa y Amórtegui (2012)
	Didáctica de la expresión musical	Subirats (2011)
	Didáctica de la filosofía	Gómez (2013)
	Didáctica de la física	García-Carmona (2009); Gómez y Sierra (2008)
	Didáctica de la geografía	Souto (2000); Calvo (2009-2010); Taborda (2010)
	Didáctica de la historia	Prats (2001); Andelique (2011); Perafán Cabrera (2013)
	Didáctica de la química	Mercè (2014)
	Didáctica de las Ciencias – Naturales, experimentales-	Porlán (1998); Gil, Carrascosa y Martínez (1999, 2000); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)
	Didáctica de las ciencias sociales	Camilloni (1994); Prats (2003); Quiroz y Díaz (2011)
	Didáctica de las lenguas extranjeras	Vez (2011)
	Didáctica de las matemáticas	Godino (1991); Brousseau (1993); Serrano (1993); Chevallard (1991); Gascón (1998); Rico y Sierra (2000)
<b>Pedagogías</b>	Pedagogía conceptual	De Zubiria y De Zubiria (1986)
	Pedagogía ambiental	Colom y Sureda (1989); Moreno (1995); Flores (2013); Tovar-Gálvez (2013); Zimmermann (2013).
	Pedagogía urbana	Barrio y Fernández (2007); Nájera (2008); Páramo (2009); Prados (2013).
	Pedagogía comunitaria	Rotger (1992); Pérez y Sánchez (2005); Morata (2014)
	Pedagogía crítica	Freire (1989); Freinet (2001); Ramírez (2008); Maestre (2009); Ortega (2009)

Según Gómez (2013) se habla de didácticas, en plural, cuando “...la didáctica de una disciplina estudia los fenómenos de enseñanza específicos a ésta, las condiciones de la transmisión asociadas al orden o forma escolar y a las condiciones de su adquisición de conocimientos.” (p.70). Para el caso de la didáctica (en singular) “...puede indicar un campo teórico definido por las investigaciones en ese campo, o plantear la cuestión de una didáctica general como componente o elemento de la acción pedagógica.” (p.70). Dando más detalles de lo que hace una disciplina específica Gómez (2013) complementa escribiendo:

“La didáctica de una disciplina estudia los procesos de transmisión y de adquisición relativos al campo específico de esta disciplina, relacionando los prerrequisitos o requerimientos previos necesarios para los nuevos aprendizajes, en coherencia con la madurez cognitiva del aprendiz



(alumno, entre otros), y a las concepciones asociadas a los campos conceptuales.” (Gómez, 2013: p.70)

En tal sentido, las estructuras de los campos específicos de la didáctica tienen sus propias lógicas y discursos, referentes teóricos y epistemológicos que los constituyen y forman a su vez a sus miembros, los disciplinan, los hacen encarnar una gramática particular que configura su manera de analizar y comprender su territorio y cultura académica, y así mismo como sujetos de conocimiento que establecen relación con objetos y sujetos del campo de tal manera que tanto los unos como los otros son constituidos y constituyentes.

La didáctica, entonces, despertó del letargo en que había entrado como consecuencia de régimen que Comenio había presupuesto y que la pedagogía quiso aprovechar elaborando discursos de liberación, de democracia, muchas veces filosóficos en el sentido de la formación ontológica de las personas en cuanto al aprendizaje, a la relación que establece con las cosas, con el entorno social, natural, consigo mismo. En la actualidad emerge la didáctica buscando explicar abiertamente qué es lo que condiciona el aprendizaje y la enseñanza del conocimiento, asunto que no era de interés de Comenio, para quien las concepciones de enseñanza de las ciencias estaban en el orden de la relación del sentido visual que conecta con la mente a los objetos externos que se vuelven ya objetos internos de la mente, todo mediado por la atención.

El pensamiento filosófico que el autor mantiene, se puede inferir, estaba intentado dar el marco en el que se daba el aprendizaje, y sobre el cual se debían hacer todo lo posible para hacerlo realidad mediante la metodología de enseñanza prescrita en los fundamentos. La enseñanza fue explícita, ésta, ligada al aprendizaje no fue complejizada, se parte de una mente en blanco sobre la cual hay que escribir como en una tabula, y coherentemente de una enseñanza instrumentaliza y universalizada –determinismo-, la falta de problematizar los núcleos centrales de la formación y la concepción reduccionista que se tenía de sujeto al creer que con la aplicación y reproducción del mismo método que podría haber funcionado para un grupo debía funcionar para todos los demás.

Tuvieron que pasar varios siglos para empezar a entender que si bien es cierto es importante el método también lo es el contenido, al igual que el contexto, el estudiante y el profesor, entre otras cosas, que por cierto no se condicionan a una única epistemología sino que se configuran en la diversidad epistemológica en la que conviven diferentes naturalezas de conocimiento. La enseñanza y el aprendizaje, como lo han destacado algunos autores, deben ser pensadas en las teorías de la complejidad, sistemas y evolución, por lo que el reduccionismo, determinismo y fragmentación del conocimiento –cientificismo clásico- no fueron las mejores características a endilgarle al conocimiento del profesor ni al conocimiento que aprenden el estudiante. Continuar encontrando, reinventando el conocimiento para hacerlo aún más objeto de enseñanza –fetiche, señalaría Latour (2001), *factiche*<sup>44</sup>- es quizá la tarea a realizar y que requiere de la suficiente investigación y reflexión por parte de los integrantes de las didácticas específicas “para hacerlo realidad”. El objeto solo no existe, es creado,

---

<sup>44</sup> “El fetichismo es una acusación realizada por un denunciante. Implica que los creyentes no han hecho más que proyectar sus propias creencias y deseos sobre un objeto carente de significado. Por el contrario, los factiches son tipos de acción que no forman parte del juicio conminatorio entre el hecho y la creencia. Este neologismo combina las palabras «hechos» y «fetiches» y deja patente que ambas comparten la característica de denotar un elemento de fabricación. En vez de oponer los hechos a los fetiches, y en vez de denunciar que los hechos son en realidad fetiches, lo que se intenta es tomar en serio el papel de los actores\* en todos los tipos de actividades y, de este modo, terminar con la noción de creencia\*.” Latour, 2001: 365).

cuando se crea es realidad para quien o quienes lo construyeron, este establece relación con ellos y estos con él, se han constituido.

Ahora, la emergencia, la divergencia, separación, o incluso la cooperación entre disciplinas producen presiones entre las que son más vecinas o entre las que por tradición las han concebido como parte de sus campos. La lucha por mantener el capital a veces es infructuosa dado que la historia, las circunstancias y la constitución de los objetos de estudio hacen que los campos se subdividan o dividan en otros campos que adquieren características diferenciables del campo que los engendró. Al respecto Adúriz-Bravo, Labarca y Lombardi (2014) han expresado:

“No existe *la* ciencia: hay biología, física, química y demás disciplinas científicas. E incluso cada una de ellas se despliega en un enorme abanico de subdisciplinas específicas: no hace lo mismo el biólogo molecular que el biólogo evolutivo, no estudia los mismos fenómenos la física de partículas que la termodinámica macroscópica.” (Adúriz-Bravo, Labarca y Lombardi, 2014:37).

Cabe también reconocer que, para el caso que convoca aquí, no existe la ciencia didáctica sino las ciencias didácticas que por cierto también tienen la propensión a individualizarse para que, siguiendo la lógica del comportamiento de independencia de los campos, se sigan diversificando e individualizando. Tal es el caso de la didáctica de las ciencias sociales (Prats, 2003; Quiroz y Díaz, 2011), en las que se percibe la emergencia de subcampos como la didáctica de la geografía (Souto, 2000; Calvo, 2009-2010; Taborda, 2010) y la didáctica de la historia (Prats, 2001; Andelique, 2011; Perafán-Cabrera, 2013), (tabla 5.1). En la didáctica de las Ciencias Naturales o Experimentales, también van surgiendo en su interior otros campos como la didáctica de la física, -hay quienes incluyen la didáctica de la geología-, didáctica de la química y didáctica de la biología (tabla 5.1), para esta última, incluso se podrían vislumbrar otras divergencias de campos, como por ejemplo, el de la didáctica de la biotecnología, de la botánica, la taxonomía, la evolución, la genética. En fin, pueden naturalizarse tantos objetos de enseñanza como posibilidades de conocimiento académico, siempre que exista producción de capital simbólico y la conformación de comunidades que sostengan y den cuerpo al campo a la vez que disciplinen a sus miembros. Así pues, cada didáctica va construyendo su propia historia, tradiciones, creencias, valores, que según las favorezcan las circunstancias políticas, económicas, podrá crecer y buscar un mayor grado de autonomía, de dependencia de otros objetos de investigación.

Becher (2001) advierte que del comportamiento de las disciplinas, así como sus relaciones, pueden desplegarse las siguientes opciones:

“A menudo sucede que un grupo de disciplinas colindantes reclaman las mismas porciones de territorio intelectual. Esto no supone necesariamente un conflicto de entre ellos. En algunos casos, dependiendo de la naturaleza de los reclamantes y de la disposición de la tierra de nadie, puede implicar directamente la división de intereses; en otros, puede señalar una creciente unificación de ideas y de enfoques.” (p.60)

No necesariamente todo es confrontación, lucha y presión por un territorio ya que se puede encontrar entre disciplinas próximas el compartir sus intereses, llegar a acuerdos aunque no es usual; el caso de la pedagogía y la didáctica es un ejemplo de ello ya que su disputa tiene tiempo de haberse desarrollado.

Parafraseando la cita de Adúriz-Bravo, *et al* (2014:37) y usándola para los análisis que busco entablar, se puede argüir que no hace lo mismo un didacta y profesor de la biología que un biólogo, un didacta de la biotecnología que un biotecnólogo, no piensa lo mismo un pedagogo que un didacta, los objetos y lógicas de investigación que abordan profesionalmente y en la investigación no son los mismos, y si se compartieran algunos objetos, la lógica, gramática, discurso del campo pondrá la impronta.

Bueno, ya he explicitado que aunque se han suscrito tensiones académicas entre la pedagogía y la didáctica, considero que por las características de origen, de sus conocimientos y por lo que implican los mismos en la comprensión, descripción y por lo que pueden implicar en la formación y práctica profesional del profesor, estos campos tienen afinidad. No empero, como hace notar Chevallard (1991):

Que hayan intercambios y buenos procedimientos, como se acostumbra entre buenos vecinos, ¡pues sí, naturalmente! Pero el individualismo epistemológico, sello de la integridad científica y prenda de la supervivencia social, parece desear que no haya nada más en común. De este modo, cada cual conservaría la libertad para retomar por su propia cuenta y para rechazar o acomodar a voluntad aquello que otros sólo habrían producido para su propio consumo.” (p.141)

Prosiguiendo con el asunto de las didácticas específicas, precisamente Chevallard (1991), representa un autor clave para comprender los posibles conflictos por los territorios a propósito de estas didácticas, será esto lo que buscaré enfatizar del autor.

Dentro de su planteamiento teórico sobre la transposición didáctica y las interpretaciones que posteriormente se desarrollaron sobre el mismo, arguye, en un posfacio a su libro *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñando*, elementos que, entre otras cosas, ponían de presente las tensiones que se generaron al verse varios campos aludidos.

Sin la intención de ampliar, analizar todos sus constructos, ni profundizar en la teoría del autor, cabe expresar que ésta, pensada para el caso específico de la didáctica de las matemáticas, terminó convirtiéndose en un asunto neurálgico de análisis para varias disciplinas. En mi concepto todo el entrelace, discusión y posibles desavenencias tienen lugar cuando Chevallard (1991) se pregunta y responde: “¿Dónde situar, pues, la didáctica de las matemáticas? En pocas palabras, mi respuesta es la siguiente: “la didáctica”, las didácticas, se inscriben en el campo de la *antropología*.” (Chevallard: 1991:147). Para el autor el asunto devenía de que en la primera edición del libro “La tapa decía *Del saber sabio al saber enseñando. ...De las matemáticas académicas a las matemáticas enseñadas*, haciéndole una suerte de eco deformador.” (p.139)

En todo caso, las dos posibilidades sirven para abordar lo que de fondo se está suscitando como incómodo, así pues, desde lo que encuentro genera la controversia, si no fuera porque adicional al singular –didáctica- utiliza el plural –didácticas- en su respuesta no se hubieran generalizado o extendido las discrepancias a otros disciplinas distintas a la matemática y la didáctica de la matemática, que se verían dislocadas de sus territorios epistemológicos como consecuencia del lugar que le daría sentido: la antropología. Es evidente que al posicionar este territorio extiende la explicación y la opción a otros campos que desde luego tienen como esencia al conocimiento el cual ahora tiene como

productor primario al hombre el cual es estudiado desde la antropología, esto advierte posibles cambios en las construcciones epistemológicas ya asentadas en los campos.

Según el autor, la teoría de la trasposición didáctica generó una polémica que en la misma se puede esclarecer: "...la polémica entre las didácticas "particulares" (disciplinarias) y una presunta "didáctica general". (p141), sin embargo, identifica que el problema está en que "...cada didáctica particular (la de las matemática, la del francés, la de la física, etc.) se ha negado a renunciar a las fronteras rígidamente trazadas, garantes de su existencia y legitimidad epistemológica." (p.141). Ampliando lo escrito en los renglones anteriores, lo cual también extiende la polémica aunque se mantiene la esencia, Chevallard (1991) explícita

"Creo que una de las razones tenaces de esa obstinación en defender el espacio propio al tiempo que se ignora al resto del mundo...fue el miedo de verse un día expulsados de esos verdes paraísos –de las matemáticas, de la física- en lo que cada cual había crecido y madurado. Esforzándonos muy especialmente por no mirar hacia afuera, conservando la orientación de nuestra mirada hacia el *alma mater*, alfa y omega de toda empresa, esperamos ser vistos y amados finalmente por ella. ...Esa maniobra poco seria se fundaba además en un rigor epistemológico aparentemente incuestionable. Se afirmaba que la didáctica se interesaba por lo que es *específico* de los contenidos (o del conocimiento)." (p.142)

Es indudable que Chevallard (1991) instala para el debate aspectos neurálgicos en tanto entra a generar posibles dislocaciones, al tensionar los campos con posibles salidas de alguno (s) del mismo o con posibles desplazamientos, la lucha y el conflicto académico entre expertos se torna entonces evidente. Tres aspectos fundamentales son extraíbles de lo que hasta el momento he extraído del autor, primero, el papel de la didáctica general y los campos específicos; segundo, el lugar de las disciplinas en la constitución de las didácticas; y tercero, la relación de la didáctica (s) con el campo de la antropología.

En cuanto a los dos primeros, se entiende que las didácticas específicas ven amenazada su "supervivencia" al no estar atadas a las disciplinas madre que les dieron el contenido para su existencia, esto dado que la didáctica general entraría a desplazarlas. En este sentido, las didácticas parecen muy encarnadas a las disciplinas no obstante que debería pensarse con cierto grado de independencia sobre todo epistemológica. Este tipo de mirada en el que la didáctica se instrumentaliza recordemos que es muy antiguo. Lo que parece también interesante es que Chevallard (1991) haga explícito el miedo que se puede expresar al ser desterrados los miembros del territorio en el que se formaron. Hay que decir ya, que esta postura ontológica y epistemológica es precisamente la que predomina en las concepciones sobre el conocimiento de los profesores sean o no formados como tales.

Valga expresar por el momento que se tiene la idea que el conocimiento fundante del conocimiento del profesor son las disciplinas que dan el conocimiento como contenido a enseñar y no el conocimiento que se requiere para enseñarlo, de allí que el quehacer del profesor en una clase tenga reparos para llamarse profesional, si se hace un seguimiento a lo que este término hace referencia. En concreto, no se tiene como referente fundante del conocimiento del profesor a la didáctica o didácticas.

En mi concepto, a Chevallard (1991) tampoco le interesa hacer ver el conocimiento del profesor en el campo de la didáctica o las didácticas, ya que para él se localiza más en el campo antropológico. Es claro que critica que se afirme que la didáctica atiende particularmente a los contenidos de las

disciplinas madre. Disciplinas estas que difícilmente son ahora las madres de otras disciplinas cada vez toman más distancia, aunque para el caso específico de la didáctica de las Ciencias Naturales, a veces se encuentran posturas escolásticas. Cuando el autor se refiere a negación que la didácticas mantienen de mirar hacia afuera por el hecho de poder ser expulsadas de las disciplinas duras y cerradas, está haciendo referencia a la necesidad de abrir el conocimiento a un contexto más amplio que lo explique en su origen, de allí que hubiera respondido que la didácticas de las matemáticas, las didácticas -como ya lo había escrito antes- "...se inscriben en el campo de la *antropología*." (Chevallard: 1991:147).

Todavía más, reconoce en la didáctica un poder para transformar, afirma: "...obviamente, la didáctica modifica el poderío de la antropología y la idea misma que nos hacemos de ella. Podría ser que mañana se convirtiera en el principio de una revolución." (Chevallard, 1991:147). Adelantándose a las posibles objeciones a su postura avanza razonando mediante la suposición de que si se aceptara su afirmación, estaría presente la pregunta sobre "¿Cuál es el objeto de las *didáctica*?" (p.147) a lo que cual admite que si se busca respuesta desde la cultura la respuesta deberá ser inventada. Reflexionando, destaca que si se examina en el objeto de la antropología religiosa o política a cada una le correspondería lo religioso y político, respectivamente, estos existen en la cultura pero "...tratándose de las didácticas, semejante objeto no existe en la cultura. Lo han creado precisamente las didácticas, laboriosamente, contra todas las negaciones culturales, y ésta ya es una manera de conmocionar la cultura<sup>3</sup>." (Chevallard, 1991:148).

Con esto entonces empieza a construir un dispositivo, hace emerger un objeto al que nombra como *lo didáctico*, enseguida subraya: "Lo didáctico, veremos, es una dimensión de la realidad antropológica que la atraviesa de parte a parte." (p148), asiente que construir este objeto implica una ciencia por lo que solo se limita a dar algunos rasgos. Aunque resulta muy tentador abordar todo el desarrollo de sus planteamientos, solamente me permitiré aquí presentar, sin desarrollo, en lo que lo ocupa: la antropología, los personajes esenciales: "Serán pues las *instituciones*, los *sujetos*, los *objetos*, la *relación* (personal) de un sujeto con el objeto, la relación (institucional) de una institución con un objeto<sup>4,46</sup>" (p.148)

Es interesante como Chevallard (1991) trasiega y hace trascender la didáctica propendiendo por distinguirla de otras disciplinas que buscan asirla, desvirtuando la naturaleza del conocimiento que la contiene. De hecho, no empero que ubica la didáctica en el campo antropológico lo que podría prestarse para ponerla en manos de todos y sin distinción de sus carácter, al igual que pone de relieve que "...el conocimiento es co-nacimiento; el objeto nace para el sujeto, el sujeto nace con el objeto." (p.149), asunto que se presta para filosofar, resalta que "...lo didáctico no está todavía en ellos porque es consustancial a la existencia de una *intención*: una intención didáctica, precisamente." (p.149-150). Con esto, se puede decir que Chevallard (1991) instala un objeto para el análisis, la investigación, pero lo hace distinguible de lo que la cultura profusamente ofrece, es tanto así, que agrupa, concreta sus planteamientos, en lo que llama una antropología didáctica del conocimiento, aún más esclarece "...hablemos sin rodeos de didáctica del conocimiento o didáctica cognitiva." (p.150). Se puede entender que dar un estatuto epistemológico propio a la didáctica es lo que el autor persigue más que nada en el posfacio.

---

<sup>45</sup> El pie de página explícita: "3: Véase Chevallard (1990)." (Chevallard, 1991:188).

<sup>46</sup> El pie de página explícita: "4: Sobre estas nociones y su empleo, véase Chevallard (1989c)." (Chevallard, 1991:188).

Con una mirada un poco distinta dando peso al conocimiento y estructura de la disciplina Nerici (1985) afirma que “La didáctica y la matemática están vertebradas por la ciencia o disciplina que se enseña o que se aprende.”<sup>47</sup> (p.52). Para el autor los dos primeros términos corresponden a ciencias, que no obstante de reconocerlas como tales las pone al servicio de los de otros territorios que son los que le darían las características a la enseñanza. A renglón seguido, este mismo autor declara:

La *pedagogía*, por el contrario, no está vertebrada sobre una ciencia evaluable y criticable en sus procesos, sino sobre los contenidos de una concepción del hombre y del mundo, sobre teorías de alta generalidad, sobre opciones, *opiniones* hipotéticas y metafísicas que impiden una confrontación empírica que las justifique.” (Nerici, 1985:52)

Con ello se infiere que se quiere tomar distancia de las pedagogías para hacer ver la didáctica y la matemática como verdaderas ciencias ya que serían evaluables y criticables en sus procesos, cosa de la cual carecería la pedagogía. Si se tiene en cuenta la razón que da Nerici (1985) a la pedagogía en tanto se refiera a ésta en términos de que se encarga de contenidos sobre el hombre y el mundo, pues se podría compaginar con Chevallard (1991) que hace referencia al campo antropológico.

Como quiera que lo pedagógico y lo antropológico parecen cruzarse, para el primer campo (Nerici, 1985) quiere negar su estatus de científico dado que no se acoge a lo que si se acoge la didáctica siempre que siga la estructura de las disciplinas que enseña o se aprende, en tanto que para el campo antropológico no puede ser negado, está siempre presente pero no es la didáctica en sí. De todas maneras poner objetos de investigación en términos muy generales tiene el riesgo de no identificarlos, acotarlos, concretarlos, como tampoco reconocer la idoneidad de sus miembros del campo. El ejemplo más claro es el macroterritorio de la educación o de las Ciencias de la Educación muy cercanos a la filosofía, a la pedagogía, pero sobre todo a la burocracia, política y el capitalismo que ha convertido este territorio en una especie de toldo grande que alberga a todo extranjero que entra sin mayores credenciales de especialista en la enseñanza, aprendizaje, currículo, entre otras cosas. La educación es el todo para la especie humana, todos tienen que ver con ella, letreados e iletrados, profesores formados o no, políticos, empresarios, administradores, padres, tíos, abuelos, burócratas –ministros, alcaldes, senadores-, etc.

No se puede negar que esto favorece, despliega un territorios, suelo baldío, tierra de nadie porque su fundamento es débil, borroso, opaco, no se observa con claridad, el interés se centra en lo que se pueda obtener no en lo que se pueda aportar para su cultivo. No es para menos esto ya que no se vislumbran cuerpos de conocimiento emergidos de un objeto instituido, los análisis se quedan en la idea de ciudadano, de educación, pero no se piensa en lo que implica en la práctica hacer realidad estas ideas, no se hacen mayores análisis de lo que esto significa para los sujetos y las instituciones, se utiliza la educación como expresión genérica, como parapeto para intenciones propias o ajenas.

Tratando de robustecer la imagen de educación se le ha acuñado el término ciencia (s), quedando como Ciencia (s) de la Educación, Educación en Ciencias –en algunas tradiciones académicas las asemejan a la didáctica de las ciencias- con la intención de darle mayor peso –no tanto por los fundamentos

---

<sup>47</sup> “La *matemática* es la ciencia del aprendizaje organizado que el alumno ejerce sobre un saber organizado, con los procesos y métodos propios de cada disciplina. Pero la matemática los estudia desde una perspectiva propia: desde la perspectiva de los procesos del que aprende recreando o reorganizando los procesos de la disciplina estudiada.” (Nerici, 1985:p.560-561)

epistemológicos, teóricos, metodológicos, como por sus representantes políticos, capitalistas- por la acumulación de expertos resultado de la entrada de todas las posibles disciplinas, agentes, etc.

Con todo y lo que Chevallard (1991) desarrolla, que es de suma importancia, considero que darle tanto énfasis a la didáctica desde el territorio antropológico, si es que lo he interpretado bien, es tanto como seguir las pretensiones de la didáctica general o las matemáticas, la física, el francés, etc., de hacer pensar en esta a partir de sus territorios, o lo que las Ciencias Sociales, las Humanas, de la Educación, buscaron, verla como una más de sus disciplinas.

Sin embargo, hay que subrayar que Chevallard (1991) expresa no encontrar correspondencia directa de la didáctica con el conocimiento de la cultura hasta que existe la intención didáctica, lo que establecería una distinción con el enseñar vernáculo, más primitivo, cotidiano, que se haría espontáneamente si mayores análisis de lo que se quiere enseñar. Por lo que adquiere sentido figurativo cuando explícita que si bien el énfasis está en la antropología del conocimiento desde donde, escribe Chevallard, se diseña una “antropología *didáctica* del conocimiento”, de esto inquiera que, sin olvidar el sustantivo – antropología-, se comprenda el adjetivo “*didáctica* del conocimiento” como sustantivo, es claro que con esto el campo toma distancia de otros conocimientos y se instituye como anclaje para estudiar el conocimiento en tanto *intención*.

Por lo tanto, se puede afirmar que toda ciencia o disciplina deviene de la cultura pero no es la misma cultura, el mismo Chevallard (1991) lo declara: “...una ciencia no se hace con lo que la cultura profusamente le ofrece... La especificidad (de la didáctica de las matemáticas, por ejemplo) se construye.” (p151). Coincido con esto último pero además pongo de relieve que una ciencia o disciplina no se hace, se constituye per se, ni con la cultura externa, la que los rodea, ni con la cultura académica –interna del campo- que se vive en otras ciencias o disciplinas de conocimiento que han tratado de acogerlas. Si bien es cierto que en un principio una ciencia puede hacer entender una disciplina como de su territorio, esta debe analizar si su objeto de investigación responde a las características de producción y utilización, implicación y aplicación del conocimiento. En el caso de la didáctica o las didácticas –decía en el capítulo anterior que la pedagogía también-, tienen varios vecinos muy amistosos que las han querido circunscribir, hospedar en sus culturas, no obstante, estas tienen unas especificidades unos discursos y lógicas que las puede llevar a ser pensadas como ciencias, *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*.

Como se puede avizorar en la tabla (5.1) se ha configurado campos de investigación específica en didáctica, con la pedagogía se podría hacer lo propio, que tienen perspectivas e historias particulares, contradicciones, discusiones, posturas que devienen de diferentes latitudes, que les subyacen a su quehacer como campos de investigación, todos estos en su conjunto comparten, teniendo sus propias comprensiones, disquisiciones sobre por lo menos algunos de los siguientes aspectos: enseñanza, aprendizaje, escuela, universidad, currículo, evaluación, profesor, estudiante, entre otros. Como es de esperar, no todos tiene el mismo grado de desarrollo ni las mismas lógicas pero si comparten asuntos, objetos que son vistos según sus propias dinámicas y lo que han considerado se debe hacer con la naturaleza de conocimiento que investigan.

Ahora, el que las didácticas no estén ocupando el territorio de las ciencias políticas, humanas, educación, etc., no quiere decir que no las tengan presentes en sus construcciones teóricas, en sus planteamientos de problemas, en los análisis, todo lo contrario, hoy más que nunca los campos de

conocimiento se encuentran en contantes relaciones, cada uno toma o descarta lo que otros ha desarrollado según sus objetos, intereses y desarrollos.

Pero bueno, aunque lo anterior tiene relación con lo que se venía desarrollando, retrocedamos un poco y retomemos lo de la didáctica y su diversificaciones, divergencias, las cuales por esta característica ya pueden ser denominadas como “blandas” y abiertas, a decir de la clasificación que he explicitado con Becher (2001) en el capítulo III. Por lo tanto, recogiendo los planteamientos de los últimos párrafos, las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* que reunirían a todas las posibles didácticas, adquiriría un estatus epistemológico que si bien es poco tupido, a diferencia de las convergentes que tiene referentes teóricos preestablecido, normativos, prescriptivos, corresponde al estado de desarrollo de dichos conocimientos y a su naturaleza azarosa, incierta, con gran potencia para ser investigado y proponer teorías más centradas y cercanas a la realidad de la práctica de la enseñanza y el aprendizaje, sin negar que el conocimiento social, humano, económico, políticos -Nerici (1985) destaca el de la biología, psicología, y la metodología científica, coordinados por una filosofía que se tenga de la educación-, tienen mucho que ver con dicha práctica pero no son sus objetos directos de investigación.

### 1.1.1. Otras didácticas especiales o específicas

Ciertamente la didáctica de las disciplinas es como mayoritariamente se conocen a las didácticas específicas, pero a estas es posibles adicionar otras formas de didácticas que tienen otros sentidos y que vale la pena tener en cuenta dado que de estas se desprenden otras realidades que no están propiamente conectadas a las características del conocimiento para hacerlo enseñable -lo que no niega al sujeto que aprende, a quien va dirigido el conocimiento didáctico-, sino a las características específicas o especiales del sujeto, institución, fines de la educación.

**Tabla 5.2:** Correspondencia entre didácticas especiales y específicas ejemplificadas a partir de Pacios (1980) y Camilloni (2008), respectivamente.<sup>48</sup>

Indicador	Didácticas especiales (Pacios, 1980)	Didáctica específicas (Camilloni, 2008)
1)	<b>Por los niveles de enseñanza:</b> se podría abrir el camino a sendas didácticas especiales propias de la primaria, secundaria, superior.	<b>Según los distintos niveles del sistema educativo:</b> además de las planteadas por Pacios, destaca que de cada una se pueden hacer subdivisiones, por ejemplo: primer grado de escolaridad en primaria, secundaria o universidad. A cada una de estas posibilidades, y a otras, se les puede referir como una didáctica específica.
2)	<b>Por la capacidad y las aptitudes mentales de los alumnos:</b> dirigida a estudiar el proceso instructivo de deficientes mentales, de dicentes normales, y de superdotados.	<b>Por las características de los sujetos:</b> corresponde a personas con necesidades especiales...sordos, hipoacúsicos, superdotados, etcétera.” (p.24)
3)	<b>Por la privación de los sentidos de la vista o del oído:</b> se establecerían las didácticas especiales correspondientes.	
4)	<b>Por razón de la edad de los sujetos discentes:</b> se basa en el proceso instructivo dirigido hacia	<b>Según las edades de los alumnos:</b> realiza una descripción más detallada, a saber: niños,

<sup>48</sup> Se han organizado cada una de las didácticas buscando poner las que son coincidentes al frente de cada autor.



	niños, adolescentes, adultos, se tiene en cuenta la edad, no el grado o nivel de conocimiento.	adolescentes, jóvenes adultos, adultos y adultos mayores. Para cada uno se pueden encontrar subdivisiones, ejemplo: didáctica de la primera infancia.
5)	<b>Si se atienden los fines de la instrucción educativa:</b> para la formación profesional y para formación general. Esta última orientada la formación de la personalidad, la otra para desempeñar un puesto de trabajo. Se señala que es clara la relación biunívoca: "...no debe haber formación profesional sin formación general, ni general sin carácter profesional." (p.142). Cada una tiene un proceso instructivo distintivo.	
6)		<b>Por el tipo de institución:</b> educación formal (escuelas rurales y urbanas) y educación no formal (instituciones de capacitación para el trabajo, instituciones recreativas, entre otras.
7)	<b>Por las materias del proceso instructivo:</b> "se pueden considerar tantas didácticas especiales como materias, a no ser que varias de éstas requieran de la misma metodología, como acontece, al menos parcialmente, en las distintas ciencias de la naturaleza." (p.141)	<b>De las disciplinas:</b> didáctica de la matemática, de la lengua, de las ciencias naturales, del arte, entre otras posibilidades. "Estas divisiones, a su vez, dan lugar a subdivisiones que alcanzan niveles crecientes de especificidad..." (p.24)

Con la tabla 5.2 se puede observar como cada uno de los autores tiene sus propias maneras de identificar las posibles didácticas según las consideren organizar para dar cuenta de un problema que se torna relevante de estudiar por las características de la persona (2, 3 y 4), institución (6), disciplinas o materia (7), fin de la formación (5) y nivel para la enseñanza (1). En esta tabla se puede evidenciar como algunas didácticas sugeridas coinciden para los dos autores (1, 2,3, 4, 7), en tanto que para otras no es así, son los casos en lo que Pacios hace referencia a una didáctica especial para los fines de la educación, en tanto que Camilloni considera que el tipo de institución obedece a una didáctica específica. Si bien es cierto en todas las didácticas no coinciden, existe varias coincidencias, en la que desde luego no son exactamente descritas por los dos autores. El caso más notorio es el de Pacios en los indicadores 2 y 3 que corresponden a uno solo en Camilloni, quien coincide con el 3 de Pacios, sobre la falta de audición y/o vista, sin embargo, para el indicador 2 de Pacios, aparte de lo descrito por este autor Camilloni incluye otras características a su didáctica específica: inmigrantes, personas que tuvieron situaciones traumáticas, minorías culturales. Se puede declarar que la tabla 5.2 deja ver las variables que son posibles de encontrar en una institución escolar, lo cual evidencia parte de lo que se puede combinar bajo la idea de enseñar y aprender.

Los adjetivos que usan Pacios (1980) y Camilloni (2008), especial o específico, para identificar las didácticas de la didáctica general, en sí no parecen reñir ya que tienen en común a expresar lo particular, único, propio, definido, determinado, individual. En este escrito velaré por usar en especial el adjetivo: específico, que es como más se encuentra escrito y reconocido en la literatura hacer referencia a las didácticas.

A mi juicio, si bien es cierto esto denota diversidad de opciones de realizar investigación en la didáctica y la pedagogía, lo cual la robustece todavía más las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, no parece muy acertado reconocerlas como campos ya consolidados de investigación –como disciplinas-, a excepción de las didácticas especiales o específicas sobre las que en su mayorías existen publicaciones que expresan sus consolidaciones o proximidad a hacerlo. No tengo conocimiento de

expertos o especialista formados, por decir algo, en didáctica específica por niveles de enseñanza. Quizá, para el caso de las otras opciones, verbigracia, por el tipo de institución, aptitudes mentales, por discapacidad auditiva, o ceguera, por el fin de la educación, o para el caso del tipo de educación formal o no formal, existen, más que disciplinas propiamente dichas, tendencias de investigación que podrían ser transversales a las didácticas de las disciplinas. Ahora, esto no quiere decir que estas líneas de estudio no puedan llegar a convertir *sensu stricto* en disciplinas que investigan.

Si se acepta que estas didácticas aún no son disciplinas por su nivel de madures, y así se aceptara, las didácticas de las disciplinas tendrían varios elementos sobre los cuales pensar en sus investigaciones. Por ejemplo, la didáctica de la biología puede tener en cuenta para sus objetos de enseñanza y aprendizaje de la biología, tanto a conceptos aún más específicos –no especiales- como a elementos que influyen notoriamente en la enseñanza y el aprendizaje: edad, niveles, fin, etc. Sin duda el elemento central de esto, y por lo que tiene sentido todo lo anterior –enseñar y aprender de esta -, es el *conocimiento a enseñar* por parte del *profesor* y a aprender por el *estudiante*.

Los autores que soportan la tabla 5.2 no solo no reconocen éstas didácticas específicas sino que además manifiestan que existen muchas más: “...sería imposible detallar todas las didácticas específicas que se han ido configurando durante el transcurso de los muchos siglos en lo que se ha producido una reflexión sistemática acerca de la enseñanza.” (Camilloni, 2008:24). En concomitancia Pacios (1980) escribe que “...la didáctica especial [puede] dividirse en tantas Didácticas especiales como resulten justificadas por lo diversos tipos en que se puedan agrupar los numerosos procesos instructivos que adoptan modalidades diferentes, por razón del sujeto...contenidos de instrucción...niveles... etc.” (p.140).

Mientras Camilloni (2008) pone de relieve el tiempo para dar cuenta de la diáspora y diversificación de la didácticas, Pacios (1980) acude a justificar la proliferación de las didácticas en tanto en cuanto el proceso instructivo tiene propiedades especiales en función de las didácticas que propone (tabla 5.2). Lo que sería razonable expresar, para la primera autora, es que ni el tiempo ni la reflexión sistemática son motivo suficiente para dar cuenta de una disciplina, en este caso las didácticas. La historia y el tiempo que transcurra son esenciales pero por si mismos necesariamente no dan línea para la consolidación de un campo de investigación, no es su objeto, lo que hacen es contar los hechos, las circunstancias.

Suele ocurrir que la agrupación de miembros investigadores, profesionales y expertos con intereses semejantes, no necesariamente con un mismo –exacto- pensamiento respecto al hecho, fenómeno u objeto que los convoca –tampoco debería estar tan alejado del o de los objeto pensados en una disciplina, porque si no pues el objeto ya corresponde a otra disciplina-, y la acumulación de capital simbólico, de investigación, son los mínimos para el surgimiento de una disciplina. Tal suceso es usualmente documentado mediante una o varias publicaciones que tienen como contenido hacer el seguimiento sistemático al conocimiento producido –su estado-, a los miembros que la conforman, a los grupos de investigación identificados, énfasis de investigación, revistas, programas de formación, y a la incidencia que ha tenido la producción de conocimiento tanto externa como internamente a la disciplina.

Cuando escribe Camilloni (2008:23) “...las didácticas específicas desarrollan campos sistemáticos de conocimiento didáctico que se caracterizan por partir de una delimitación de regiones particulares del

mundo de la enseñanza.”, estoy de acuerdo, siempre que haga referencia a las disciplinas didácticas de las disciplinas, las cuales desarrolla con abundancia— esta categoría está dentro de las didácticas que propone (tabla 5.2, indicador 7)-, para el caso de las otras didácticas es necesario referenciar los autores que las podrían explicitar como posibles disciplinas o si es el caso, como ya constituidas, en todo caso sería necesario documentar. La autora hace unos análisis que ponen de manifiesto cómo algunas didácticas de las disciplinas se correlacionan con las que nos tienen esta especificidad en la disciplinas.

En lo atiene a la justificación de la proliferación de didácticas dada por Pacios (1980), es de subrayar que su manifestación da razones interesantes para pensar en que la instrucción –enseñanza- no es una actividad sencilla sino que todo lo contrario se reviste de múltiples complejidades en sus procesos que requieren seguir siendo investigados. Pero igual que en Camilloni (2008) no hay soportes que acrediten su constitución como disciplinas. De todas maneras, Pacios, de manera similar a Camilloni, establece relación directa de las didácticas de las disciplinas y las otras didácticas, en lo atinente a niveles de enseñanza, capacidades o discapacidades, fin de la educación, la edad de los estudiantes, etc.

En concordancia con esto último, con base en estas posibles didácticas que ciertamente se pueden diversificar de manera prolífica a la vez que se deben de sostener entre todas, sería imposible, a la luz de esta mirada general, negar las conexiones que unas y otras deben establecer para poder explicarse o analizarse según en lo que ponga el acento para investigar. Estas disciplinas o énfasis de investigación<sup>49</sup> requieren saber de los desarrollos de conocimiento entre ellas, no deberían dejar de establecer vínculos con los campos más cercanos a la perspectiva de acción ya sea de la investigación y/o la profesión. Por ejemplo, la didáctica de la lengua, difícilmente puede prescindir de las didácticas relacionadas con las características de la persona: edad, privación o no del algún sentido, disposición mental.

Lo más seguro es que si cada proceso, cada actividad, cada conceptos que se enseñe lo queremos convertir en una didáctica porque si, sin un previo seguimiento a los mismos para pesarlos como campos de investigación, como disciplina, se corre el riesgo de que a la didáctica le pase lo que a la pedagogía le ocurrió y le ocurre al instalarla, ubicarla en todos los discursos: políticos, culturales, ambientales, bélicos, lúdicos, ciudadanos, mediáticos, escolares, reeducativos, etc., insisto, *sin tener una disciplina que las “blinde”*, ya que a decir verdad tanto la didáctica como la pedagogía, dadas sus características tienen un amplio espectro, por lo que no se pueden negar sus influencias, incidencias en otros discursos.

El conjunto de las didácticas y las pedagogías, tabla 5.1, como ciencias, tienen su propia esencia, como la tienen las Ciencias Sociales, Humanas, Naturales, de Educación, eso es importante tenerlo presente. Lo cual no niega que hablen de otras ciencias o las utilicen según las características de su (s) objeto (s) de investigación. Hoy más que nunca, pensar que las didácticas son cerrada y que no establecen relación (es) con el exterior sería ingenuo, ya que estas ciencias exigen tener conocimiento de varias disciplinas para poder tomar posición frente a sus objetos y a los discursos hegemónicos. De lo contrario, estarán sentenciadas a vivir las lógicas externas a la de su quehacer teórico y práctico. Es fácil darse cuenta cómo el campo de la educación –no como disciplina- al ponerla en manos de todos,

---

<sup>49</sup> Hago explícitas las dos posibilidades ya que no tengo la seguridad de que las didácticas de Pacios (1980) y Camilloni (2008), estén fundamentadas en términos disciplinares, por lo que prefiero denominar como énfasis investigación a la mayoría de las didácticas de la tabla 5.2, a excepción de las didácticas de las disciplinas o materias.

sin una especificidad, ha sido englobada, envuelta, por los poderes que dominan el mundo: el capitalismo, la política y la comunicación.

Es de aclarar, que no es la intención ir en contra de estos a ultranza, sino de reconocer el carácter que les subyace a pedagogía y a la didáctica, y por ende el carácter epistemológico y ontológico de sus investigadores y/o profesores, de ocupar el lugar de unas *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* que tiene mucho que decir para entender la educación, más que como un mercado, como el lugar desde el que se forman seres humanos que tiene formas particulares para pensar y pensarse.

Vale la pena retomar un poco aquí lo que fue la constante en el apartado anterior respecto a las presiones entre los campos de investigación, a las luchas por no dejarse invadir o por lo contrario por invadir otros campos, territorios académicos. Con Chevallard (1991) ya se abrieron algunos análisis con respecto al origen de la (s) didáctica (s), al papel que podrían tener las disciplinas matemáticas, física, antropología, etc., incluso la didáctica general. Precisamente en lo que sigue se tratará este último territorio que podría ser visto como el que contiene a las didácticas específicas, no obstante, como si no fuera suficiente con la presión que ejercen otras ciencias o disciplinas sobre las didácticas, estas experimentan sus propias tensiones –esto si se concibe –o no- que están todas dentro del territorio de la didáctica general-.

Refiriendo a estas tensiones, Camilloni (2008) reconoce que “...los vínculos entre la didáctica general y las didácticas específicas de las disciplinas son muy intrincados, con resistencias múltiples, incomprensiones y debates, situaciones que son características de los enfrentamientos entre comunidades académicas.” (p.26). Con base en estas expresiones que se hacen realidad en la teoría y en la práctica de la investigación no sobra de todas maneras subrayar que en los párrafos que se emiten a continuación no se hace a nombre de las didácticas nombradas en la tabla 5.2 y de otras que pueda existir, sería muy osado realizar análisis sin conocer a profundidad sus propios ejercicios de debate epistemológico, metodológico, histórico, ontológico, que a decir por la lectura que he realizado a los autores que han propuesto la emergencia o el estado de consolidación de alguna didáctica específicas, estas tienen entre sí posturas que efectivamente las particulariza, no solo por su historia sino por la maneras como formulan las investigaciones y reflexiones sobre el conocimiento disciplinar que experimentan abordar para hacerlo comprensible mediante objetos de enseñanza.

Así pues, para Migueles, *et al* (2011:122) “Es necesario cuestionar el lugar de la Didáctica –llamada “general”– a la que se le atribuyen sólo cuestiones teóricas, de reflexión y/o explicación, dejando para las “didácticas específicas” las líneas orientadoras de las prácticas...”. La cita deja ver que es necesario cuestionar el papel de la didáctica y el de las didácticas en aras de explicitar el campo de producción de conocimiento y el campo para poner en práctica el conocimiento. Quizá esto no sea lo más relevante si se quisiera empezar a debatir al respecto de lo general y lo específico, dado que de entrada se quieren poner jerarquías que abarcan los campos. No obstante, se torna necesario hacerlo si se tienen en cuenta los elementos que de fondo se movilizan y lo que se pueden generar en el futuro de la didáctica. Precisamente, por no tener en cuenta este aspecto, entre otros, es por lo que la didáctica y la pedagogía han sido contenidas por territorios que si bien es cierto tiene relación con estas, no son los referentes que las sustentan según sus características.

Continúan Migueles, *et al* (2011:123) con la queja explicitando que:

“Tal vez tengamos que romper tanto con aquella tradición que consideraba a las “Didácticas especiales” como conformadas desde la aplicación de las prescripciones y normativas que postulaba la Didáctica General, como con aquella otra que, intentando establecer diferencias e identidades autónomas, generó nuevas rupturas entre una y las otras.”

La ruptura con las disposiciones que plantea el autor son quizá más necesarias de hacer para otras disciplinas mucho más lejanas que la didáctica general –ciencias duras-, pero en todo caso las prácticas de enseñanza regidas bajo ciertos preceptos anquilosados y traídos de dogmatismos tradicionales de la investigación, heredados de por lo menos tres siglos atrás son necesarios de superar. Quien considera que la enseñanza se la puede volver una receta es porque no tiene conciencia, ni experiencia, ni conocimiento sobre lo que implica en la práctica enseñar el conocimiento de otras disciplinas. Concatenado con la penúltima cita realizada sobre Migueles, *et al* (2011) es posible pensar que las didácticas se nutren entre ellas tanto de sus prácticas de investigación como de las prácticas realizadas para cada una en el aula de clase en las que se esperaría que la teorías se pusiera en acción a la vez que la acción se volviera permeable a la teoría. Así, en la objeción que manifestaba Migueles, *et al* no existirían una didáctica que fuera exclusivamente para la producción de conocimiento sino que cada didáctica específica estaría en la dialéctica de reflexión sobre el significado de la relación práctica y teorías, entendidas ambas como nacientes de la interacción biunívoca.

Adicionando, el asunto de las otras didácticas –las que no son didácticas de las disciplinas-, general y/o específica de la didáctica, Migueles, *et al* (2011) coherentemente explicitan:

“Más allá de buscar y definir qué sería lo general y qué lo específico, “la situacionalidad” va a ser la que le otorgue especificidad a cada enseñanza, a cada saber acerca de ella, a cada investigación y producción de teorías y de prácticas en la Didáctica. Situacionalidad que no crea infinidad de didácticas para cada situación, sino que reconoce eso que se torna específico y aquello que resulta común –con alguna posibilidad de generalización siempre provisoria.” (p.123)

En este sentido, se entiende que no se trata de crear didácticas de manera espontánea y hasta el infinito, menos aún de adjetivarlas superficialmente de específicas, más que nada si se pretende hacerlas ver como unas disciplinas emergentes sin el suficiente soporte de capital simbólico y la conformación de miembros con intereses hacia unos problemas particulares para la enseñanza. En concreto, la discusión sobre si se puede reconocer una didáctica general a la cual tributarían otras didácticas, que podrían estar supeditadas a las teorías devenidas de esta, pero que en verdad devienen de las específicas, es en parte ideal, dado que habría que pensar en unos miembros que se ocuparían de la didáctica general en tanto que otros de las específicas, o inclusive, que puedan ocupar los dos posibles campos. Simultáneamente, unos recibirían réditos de otros, es decir, legarían parte o todo el capital, el conocimiento que pudiera ser reconocido como general.

De todas formas es importante tener en mente que favorablemente existen características que dificultan las posibilidades de querer buscar hacer general el conocimiento, que paradójicamente parte de las mismas especificidades, Camilloni (2008:27) esboza esto con más claridad:

“Los obstáculos surgen de la heterogeneidad teórica de las didácticas, que son construidas por diferentes grupos académicos, con distinta formación y, en consecuencia, desde diversas

perspectivas. En este sentido, la construcción de la integración de los saberes didácticos constituye un verdadero programa teórico y de acción, que implica muchos y serio desafíos.”

De cierta forma, en la dinámica de las culturas de investigación se suelen reconocer ciertas teorías en su totalidad o en parte, utilizándolas según lo considere el investigador, siempre que se den los créditos a quienes las elaboraron. En este sentido, el capital simbólico se hereda a quien lo necesite, y es de “libre conocimiento”, aunque a veces este capital tiene un valor -además del simbólico- económico de facto.

Pero bueno, sea que se construya la idea de una didáctica general y otras específicas, o solo una de las dos, o que una y otras se complementen, no se puede desconocer que los “conflictos y luchas”, tensiones y presiones vengan de donde provengan, son *sine qua non*, en el buen sentido de las palabras en el ámbito académico, por el hecho de que sea una tendencia el que una disciplina sea reconocida con ciertos niveles de independencia debido a la concreción de producción académica que fundamenta la construcción de unos objetos de investigación que no son los de otras disciplinas.

Para Camilloni (2008):

“La didáctica general no puede reemplazar a las didácticas específicas ni éstas a aquella. Constituyen una familia disciplinaria con una fuerte impronta de rasgos comunes. Aunque no siempre es fácil lograr armonía y poner orden y organización en la familia”. (p.37)

De esta cita, se podría inferir que solo hay una única didáctica que si bien es cierto no derivan unas de otras en cadena ni bajo la misma lógica, entre si pueden compartir algunas ideas, y armonía que no es fácil de alcanzar. Esta misma autora destaca: “La didáctica tampoco es un árbol, es una gran red de conocimientos y de producción de conocimientos.” (p.37).

En cuanto a la analogía sobre el árbol que critica Camilloni (2008), es oportuno ver como Estany e Izquierdo (2001), no obstante de realizar unos planteamientos interesantes, hasta cierto punto, al acuñar el término didactología con la intención de reconocer la didáctica como una ciencia de diseño, conciben plausible dicha analogía:

“La didactología sería una ciencia de diseño en la medida en que teoriza sobre la transmisión y construcción del conocimiento y sobre los procedimientos que las hacen posibles. La didactología tendría varias ramas en función del tipo de conocimiento que queramos transmitir y que constituyen las diversas didácticas especiales, por ejemplo, didáctica de la física, de la matemática, de la historia, etc. Son las didácticas especiales las que estudian los mejores procedimientos y técnicas adecuadas para llevar a cabo la enseñanza, pero todas ellas comparten las mismas reglas de juego y los mismos principios teóricos atribuidos a la didactología...” (Estany e Izquierdo, 2001:17)

En esto, se evidencia que quizá la aplicación del adjetivo diseño, para calificar a la didactología como ciencia, en singular, no sea la mejor idea, de allí que la autora piense en términos de esquema, que de la didactología se derivan las didácticas específicas, que son sus ramas, las cuales beberían de la teorías y de las misma reglas de juego abrogadas a la didactología, el papel de las didácticas específicas es

estudiar y aplicar los métodos más adecuados para la enseñanza. Todavía más, Estany e Izquierdo (2001) declaran:

“...Probablemente no hay diferencias importantes entre las didácticas específicas, al menos a nivel de los principios teóricos que la fundamentan. Es decir, lo que digamos sobre la transmisión y construcción del conocimiento científico en general es atribuible a un conocimiento científico particular, sea éste de física, de biología o de geografía. Desde el punto de vista de la transmisión de conocimiento no hay distinción radical, es decir, no se rigen por principios teóricos radicalmente distintos las ciencias humanas, naturales y sociales.” (p.17)

Con ello la autora ratifica la concepción unificadora de las didácticas y el carácter de la ciencia de diseño, de control, y de prescripción de la didactología, el punto de apoyo tiene como base la construcción y la transferencia de conocimiento, que no tiene mayor diferencia, en las didácticas, es decir todos se pueden comportar según las líneas teóricas derivadas de la didactología, que en últimas sería una didáctica general. Recordemos que unos párrafos atrás se citaron a Migueles, *et al* (2011) quienes, en parte en consonancia con Camilloni (2008), criticaban precisamente esta concepción dominante de la didáctica general sobre las didácticas.

Estoy de acuerdo con Migueles, *et al*, y con Camilloni en estos planteamientos, pero no aplaudo el que piense Camilloni que la didáctica está contenida en las ciencias sociales, asunto que, como puse en evidencia en el capítulo anterior, fue también destacado para el caso de otras Ciencias -Humanas, de la Educación- que también conciben la didáctica, incluso a la pedagogía, contenidas en sus territorios. En cambio las Ciencias Naturales propendían porque estas fueran leídas con sus epistemologías, pero no concebidas dentro de su territorio. Pero estoy de acuerdo con Estany e Izquierdo (2001) en pensar que la didáctica tiene su propio territorio. No utilizaría el singular sino el plural de ciencia para referirme no solo a las didácticas sino también a las pedagogías.

A mi juicio entonces, en cuanto a lo de las didácticas y las ciencias que las “pretenden”, considero que no se deberían hacer tales nominaciones jerárquicas de inclusión de unas a otras –generales y específicas- , pensando en que las unas dependan de las teorías de otras para su acción en la práctica de la investigación y/o de la enseñanza, lo que en verdad considero relevante es poder establecer, identificar un territorio académico desde el cual se entienda son partícipes todas las didácticas y pedagogías tabla 5.1, de todos los territorios de los Estados.

Lo que pretendo es precisamente que no se prolongue lo que por ejemplo, claramente Tezanos (2010) ha expresado con la pedagogía:

“...cuando en los enunciados se lee “química”, “historia”, “matemáticas”, no se duda sobre el objeto del discurso a cual se refieren. Sin embargo, no acontece lo mismo cuando se trata de la pedagogía, puesto que el objeto de su discurso carece de determinaciones claras, y esto lleva, en algunos casos, a que se entienda como una filosofía de la educación; en otros, como una teoría de la educación, y en otros más como los modos que asume la enseñanza.” (p.39)

Hay que agregar a esto, que lo que Tezanos (2010) ha destacado para el caso de la pedagogía también ocurre con la didáctica. De todas maneras considero que la autora es optimista al reconocer el objeto de la pedagogía con la enseñanza –con la educación si es clara la relación- ya que en muchas ocasiones la

enseñanza no se asoma por ningún lado ni en la pedagogía ni en la didáctica, con lo que entonces se trivializa a quien enseña, esto ocurre más que nada en los círculos académicos que se mueven en objetos de estudios que no corresponden a estos campos, por lo que para estos éstas palabras son meros cliché.

Teniendo en cuenta el carácter que han adoptado otras Ciencias como las Humanas, Sociales, Naturales, por lo menos, que han generado epistemologías, metodologías y teorías emanadas de su adjetivo director –Humanas, Sociales, etc., conductor de sus razonamientos-, convengo que las didácticas y las pedagogías, tabla 5.1, han de devenir en territorio académico -unas ciencias- que ni las ordena, ni las estructura, ni las jerarquiza, ni les impone epistemologías, metodología, teorías, solo las obliga más que nada a su adjetivo, a saber: *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, figura 5.1.

En este territorio, las *didácticas y pedagogías de las Ciencias*, como adjetivos, le dan los atributos, propiedad, la naturaleza propia al sustantivo *Ciencias*, que por ende se ajusta a los objetos de investigación de estas. La denominación asignada no riñe con las disciplinas que le dan la razón de ser –ontológica- y hacer en la investigación, en la producción de conocimiento desde variadas perspectivas pero enfocadas en la naturaleza de unos objetos y teorías, y metodologías –epistemologías- muy cancanas. La práctica profesional no condiciona, no está prescrita no se funda en la previsión, las teorías circulan, pueden ser retomadas o transformadas según lo convenga quien la utilice, el profesor para la enseñanza y aprendizaje de sus alumnos, y el investigador para ampliar la explicación y comprensión de la teoría que busca transformar en la práctica, la cual se espera redunde a la vez en la teoría. Lo ontológico y lo epistemológico empiezan a andar juntos y no separadas. Latour (2001) ya razonaba:

“Estamos... tan habituados a dar por supuesta la existencia de un abismo entre la sabiduría de la práctica y las lecciones de la teoría, que parece como si hubiésemos olvidado por completo que la claridad analítica que tanto apreciamos debe alcanzarse al precio de una costosísima invención: la de *un mundo físico* «ahí fuera» frente a *una multitud de mundos mentales* «ahí dentro».” (p.340)...Lo que, en el plano de la teoría, parecía ser un montón de cuestiones diferentes e inconexas, cuestiones que era preciso tomar en serio pero por separado, se reveló ser en realidad, cuando se procedió al escrutinio de la práctica diaria, un conjunto de interrogantes estrechamente interrelacionados.” (p.352)

En torno a esto entonces, como parte de la configuración que estoy propendiendo, se entiende que la didáctica general y las didácticas de las disciplinas -o las didácticas específicas en general- no están subordinadas unas a otras, como tampoco se puede asir a las miradas fragmentadas que antaño tienen en mente la separación entre la teoría y la práctica, el sujeto y el objeto de investigación, la teoría-práctica y el contexto. La tendencia a sobreponer y fijar las supuestas dicotomías, tuvo y tienen todavía sentido, pero poner el peso total, absoluto de estas en la actualidad representa un obstáculo para explicar el comportamiento del conocimiento actual. Hay que recordar que las fronteras y la concreción de territorios, campos y disciplinas, al igual que la jerarquización del conocimiento es una invención de los investigadores, lo cual hasta cierto punto ha impulsado el crecimiento del conocimiento y el surgimiento de nuevas fronteras. Es sabido que por lo general de estos nuevos espacios –paradójicamente- han emergido nuevos objetos, teorías, metodologías, siendo estas, nuevas maneras de entender la producción del conocimiento, distanciadas de las tradiciones marcadas sobre qué y cómo explicar y comprender el mundo.



Ahora, si bien es cierto que la didáctica y la pedagogía fueron fuertemente influenciadas por la cultura dogmática, tradicionales de investigación –experimentación, cuantificación, verificación y reproducción del conocimiento-, y por otras disciplinas- “...el mayor desarrollo de las didácticas específicas de las disciplinas fue obra, particularmente, de los especialistas en los diferentes campos del conocimiento, y no de la didáctica general.” (Camilloni (2008:25)- , no significa que esto sea óbice para pensar que este paradigma y las tensiones que se han fraguado para alejarse o acercarse al mismo, y el capital simbólico alcanzado, que aportan para exigir mejores argumentos, no constituya la coexistencia de epistemologías que durante varios siglos se ha consolidado.

A partir de lo anterior, es pertinente la declaración de Ferrández (1990:10):

“Hay confusión en el ámbito de las Didácticas Especiales y curiosamente, ante tal situación, se reacciona bajo modelos de resistencia al cambio. En ocasiones la confusión es un acicate para buscar nuevas formas de acción; es en realidad el punto de partida de la innovación. Pero, a veces, la confusión genera un proceso de reafirmación en las estructuras ya existentes, evitando así cualquier movimiento de toma de decisiones para la transformación de la realidad asentada.”

Por el momento dejaré hasta aquí, cuando aborde más adelante en conocimiento profesional del profesor de ciencias intentaré dar razones sobre lo que significa, para la educación y para el profesor, en términos de su formación y ejercicio, que la didáctica y la pedagogía sean reconocidas, en su conjunto dentro de un territorio académico propio, como ciencias, no sociales, antropológicas, humanas, naturales, de la educación, sino *didácticas y pedagógicas*.

## **2. Surgimiento y consolidación de la didáctica de las ciencias**

### **2.1. Posicionamiento para la tesis**

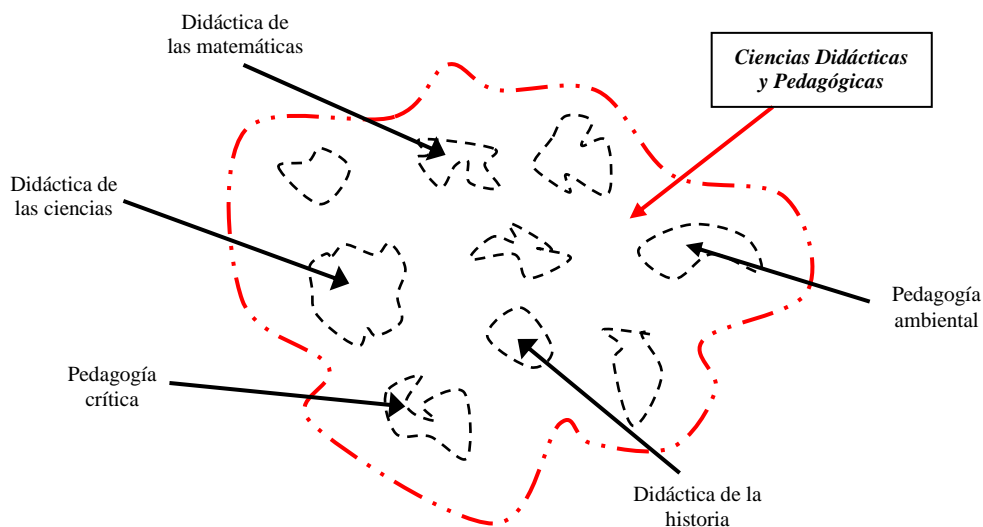
En la medida en que se profundiza en las teorías sobre las disciplinas y se hace seguimiento general a las didácticas, teniendo en mente su proximidad con la pedagogía, la posibilidad de ir encontrando lógicas de comportamiento semejante a dichas teorías consideradas, es lo que conduce a pensar que estas en su conjunto corresponden a unas ciencias como cualquier otra ciencia solo que con referentes epistemológicos, históricos y filosóficos particulares.

Si se observa detenidamente la dinámica que se ha desarrollado en la didáctica de la Ciencias Naturales, las tensiones y presiones que evolucionan con su emergencia –origen- hasta su posible consolidación en una (s) disciplina (s) no dejar de cesar, la disputas en y entre los campos por conformar, mantener o ampliar un territorio propio sobre el cual salvaguardar sus objetos de estudio, investigaciones, perspectivas ontológicas y epistemológicas, y metodológicas –relación de sujeto con los objetos o sujetos-, son los elementos que se ponen constantemente en discusión.

Atendiendo a los últimos planteamientos del apartado anterior, entiendo la didáctica de las Ciencias Naturales en el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* (figura 5.1). No en las Ciencias Sociales, Naturales, Humanas, de la Educación, Económicas, Políticas. Se puede poner de relieve ya, que dicha nominación vislumbra, entrevé, distingue, comprende a otras posibles didácticas sin que las

jerarquice, incluso esta misma no es más que un ardid, artificio que tiene sentido en tanto que busca distanciar a las didácticas, de las ciencias distintas a la naturaleza de éstas. Las ciencias que estoy vislumbrando (figura 5.1) no están por debajo ni por encima de las didácticas y pedagogías, están a un mismo nivel, más exactamente, son las mismas pedagogías y didácticas, tabla 5.1, solo que reconocidas a sí mismas como ciencias.

Además de las características anteriores, cabe resaltar otras con la figura 5.1. Como se puede observar tanto las siluetas que son contenidas –representan didácticas o pedagogías específicas- como la que las contiene - *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*-, están formadas por líneas discontinuas, esto busca dar a entender que todas las formas están en contacto, es decir el conocimiento puede fluir en toda dirección. El territorio que contiene los campos está igualmente semiabierto para la entrada de conocimientos provenientes de otros campos. Con ello se busca dar identidad a los miembros del territorio académico al igual que propender por reconocer sus propios objetos de investigación y/o acción profesional.



**Figura 5.1:** Territorio académico de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*

Esta perspectiva busca entonces dar un posible arreglo ante el anuncio de algunas dificultades que se presentaron en el apartado anterior sobre la didáctica general y las didácticas específicas o de estas con otras disciplinas llamadas duras, sobre todo. Y con los anuncios que en el capítulo IV se hicieron a propósito de lo que algunos autores (Estany e Izquierdo, 2001; Zuluaga, 2007; Tezanos 2010) habían

coincido y destacado como perplejo en cuanto a la falta de claridad en el uso de terminologías tales como: *pedagogía*, *Ciencias de la Educación* y *didáctica*. También en este capítulo IV se resaltó que algunos autores habían mencionado la didáctica como una ciencia (Pacios, 1980; Estany e Izquierdo, 2001), o que el nivel y tipo de cientificidad que se podría predicar (Trillo y Sanjurjo, 2012) es el de un campo de conocimiento científico que está en constante proceso de verificación y reelaboración que lo conduce hacia una mayor contrastación, sistematicidad y justificación.

Pues bien, lo que he buscado dejar explícito hasta este momento es que las didácticas y las pedagogías han sido ya propuestas como ciencias o disciplinas, en la idea de darle un estatus epistemológico propio, que no nade a la deriva o viaje bajo diferentes concepciones surgidas a lo largo de la historia, lo cual no está fuera de los que puede acontecer a los campos, lo que parece no procedente es que su identidad esté al orden de otras ciencias y no a la propia *-Ciencias Didácticas y Pedagógicas-*, que con claridad se pueden vislumbrar tiene suficiente legado plasmado en familias de teorías, metodologías, coexistencias epistemológicas procedentes de varias ciencias, disciplinas, tradiciones subyacentes a los países que las han configurado según su entender, y a los países que las han acogido, recogido, admitido, aceptado, a veces sin mayores disertaciones. En todo caso la producción académica a la fecha es vasta, las centenas de libros y los miles de artículos posibles, procedentes de las culturas de los países y las culturas académicas dejan ver la abundancia y diversidad literaria.

Bastaría con solo revisar la investigación realizada por Valbuena, *et al* (2012) para el caso de reconocer el campo de la enseñanza de la biología, o incluso tener en mente los *Handbooks* generales (tabla 5.5) o los *Handbooks* específicos (tabla 5.5), entre otras cosas, para soportar lo escrito en el párrafo anterior.

Prosiguiendo, no era para menos que los cruces, entrecruces, intersecciones y cambios de significados a las palabras pedagogía y didáctica, la concomitancia de estas desde distintos contextos, que se fraguaron durante aproximadamente los últimos tres siglos, forjaran, crearan, imaginaran maneras particulares de pensarlas. Algunos estudiosos, ante el uso incierto de estas, plantearon la posibilidad de denominarlas en términos generales *didactología* (Estany e Izquierdo, 2001) para hacer referencia a la didáctica de las ciencias «la ciencia de enseñar ciencias» (p.15). Cabe recordar que Kant en su momento anunció también la necesidad de hacer de la pedagogía –educación– una ciencia.

Se pueda decir que todos los esfuerzos realizados, y por realizar, en identificar la pedagogía y la didáctica como campos de investigación, han apuntado a que tengan un reconocimiento académico. Quizá para muchos investigadores estas no son ciencia (s) dado que no cumplirían con las características de otras ciencias, en tanto que para otros son ciencia (s) ante el hecho de que se evidencian cuerpos teóricos que han buscado proponer teorías sobre el aprendizaje, la enseñanza, el conocimiento y contenidos escolares, la evaluación, entre otras cosas. Las interpretaciones y explicaciones producidas han dado cuenta de muchas de las concepciones que sobre la enseñanza y el aprendizaje, por lo menos, se tenían unos siglos atrás, y que en la actualidad han sido revaluadas, por lo que se han generado transformaciones.

Así también, las concepciones que se tenía, incluso aún se tienen, sobre quiénes hacen ciencia y cómo la hacen –resultado de las investigaciones sobre la sociología y antropología de las ciencias–, al igual que sobre la naturaleza del conocimiento científico –resultado de las investigaciones sobre historia, filosofía y epistemología de las ciencias–, lo que representan las disciplinas en tanto estatus para el

conocimiento y sus integrantes, han podido ser estudiadas, y han contribuido no solo a la didáctica y a la pedagogía, sino también a otras ciencias que eran negadas bajo tal nominación, a tener miradas alternas al positivismo, abriendo otras opciones a lo que se había denominado científico.

Ya con Pacios (1980), Edelstein (1996), Díaz Barriga (1998) y Trillo y Sanjurjo (2012), he buscado dar cuenta de lo que caracteriza a la didáctica como ciencia. Lo cual no está alejado de lo que caracteriza la producción de conocimiento en la pedagogía, y otros campos de investigación que no se rigen en exclusiva por el paradigma positivista.

Ahora, la concepción dominante de que el trabajo del profesor consiste en llevar el conocimiento *per se* a los estudiantes, y el hacerlo ver, y hacerse ver, radicalmente como representante del conocimiento científico a ultranza, lo que costaría poco trabajo, en realidad fue formando concepciones negativas sobre el conocimiento, la enseñanza, aprendizaje y de paso también imágenes negativas sobre el profesor quien era visto-aunque todavía- como un representante de las comunidades científicas.

De allí entonces que se puedan leer como acertadas la lluvia de críticas que en el capítulo III puse de manifiesto con algunos autores -Nietzsche, Feyerabend, Bachelard, Foucault y Kuhn- que no escatimaron en expresar sus concepciones sobre la mala educación y de paso sobre lo que para la mayoría de ellos significaba el profesor.

Favorablemente, todo el capital simbólico teórico producido en las pedagogías y didácticas no hacen más que alumbrar las descripciones, interpretaciones, argumentos, explicaciones que se han forjado durante varios siglos a propósito de todo lo que implica la enseñanza y aprendizaje del conocimiento proveniente del arte, la biología, las matemáticas, la física, los idiomas, la ingeniería, la medicina, la biotecnología, la nanotecnología, entre otros posibles conocimientos de naturaleza diferentes, incluso, la enseñanza de la didáctica y la pedagogía. En esto último, Migueles, *et al* (2011) ya afirmaba:

“El objeto de enseñanza, su pertenencia disciplinar, aquello que estudia o a lo que refiere, son problemas ineludibles a la hora de enseñar Didáctica o las Didácticas Específicas, más aún, al momento de las “prácticas de enseñanza”. Se configura así como un problema a abordar no sólo desde las “didácticas” (general o específica) sino en todas las materias del profesorado.” (p.124)

El hacer visible que las didácticas se enseñan y que tienen que ser problematizadas en tanto objeto de enseñanza de las mismas, como de otras disciplinas, tiene connotaciones relevante tanto para su territorio de investigación como para el conocimiento, para la formación de los profesores, por lo que la naturaleza del conocimiento para la formación de los profesores está en el marco de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Así pues, estas ciencias contienen a la didáctica de las Ciencias Naturales al igual que a otras didácticas y pedagogías (figura 5.1), a la vez que estas contienen a las ciencias referidas.

Por lo tanto, las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, considero, constituyen el conocimiento que funda y fundamenta el conocimiento del profesor, el caso que interesa aquí, es el del profesor de Ciencias Naturales, específicamente el conocimiento para la enseñanza de la biotecnología. Lo ontológico y epistemológico del conocimiento profesional del profesor de ciencias corresponde específicamente, a

la didáctica de las Ciencias Naturales (figura 5.1), en el entendido de que este conocimiento es de carácter metadisciplinar.

### 2.1.1. Didáctica de las ciencias en la *Didáctica magna*

En orden al apartado anterior, es que voy a tratar de realizar un breve recorrido por la didáctica de las Ciencias Naturales -asunto que algunos autores ya han realizado, por lo que retomaré sus planeamientos- en la idea de reconocer su emergencia y consolidación. Pero antes de esto, es pertinente esbozar los elementos que Comenio (2010) desarrolló en el capítulo XX en la idea de concretar el método ingenioso para enseñar las ciencias, asunto que no ha sido muy tenido en cuenta por la didáctica de las Ciencias Naturales.

Para la enseñanza de las ciencias, vista más que nada por Comenio como método, es muy notorio el énfasis que le da a la visión, el objeto y la luz: “El ojo en la visión interna es la mente o entendimiento; el objeto son todas las cosas colocadas dentro y fuera de nuestra mente, y la luz la atención debida.” (Comenio, 2010:109). Cada uno de los aspectos en que hace énfasis tienen sentido en la manera como él entiende se enseñan y aprenden las ciencias, así también como “...las condiciones que se deben procurar en el adolescente que desea investigar los secretos de las ciencias...” (p.9). Aclara, que en caso de que el objeto no se encuentre de forma natural, real, expresa, pueden utilizarse modelos o representaciones (imágenes) “...hechos para la enseñanza, como es práctica constante en los botánicos, zoógrafos, geómetras, geodestas y geógrafos, que suelen presentar sus descripciones o demostraciones acompañadas de figuras. Igual debe hacerse en Física y otras ciencias por el estilo.” (Comenio, 2010:111)

Como era de esperar por la época en que vive el autor, quienes practicaban las ciencias *per se* era los mismos que practicaban la enseñanza, de allí que el método de enseñanza se asociara con el de investigar en las ciencias que practicaban quienes enseñaban, en concordancia Comenio formula su metodología magna, universal, con característica técnica e instrumental, casi que da la impresión de que buscaba darle el carácter de ley científica.

Un ejemplo del rigor que pretendía Comenio con su metodología para la enseñanza puede ser explicitado en la siguiente cita:

“Si alguno quiere leer una carta que haya recibido de un amigo es necesario:

1° Que la ponga ante su Vista (sin verla, ¿cómo podrá leerla?).

2° A la distancia debida (excesivamente lejos no la verá bien).

3° Completamente de frente (lo que se mira de costado se ve muy confusamente).

4° En su natural posición (¿quién puede leer una carta o libro al revés o de lado?).

5° Lo primero que hay que ver es lo principal de la carta: quién es el que escribe, a quién, cuándo y desde dónde (el previo conocimiento de todo esto ayuda sobremanera a la inteligencia del texto).

6° Después se lee lo demás sin saltarse nada (de lo contrario no se conocería todo y podría ocurrir que se dejase lo principal).

7° Es necesario leerlo todo ordenadamente, conforme se siguen los miembros (si alguno leyera ahora este período y luego este otro, además de deshacer el sentido engendraría confusión).

8º Hay que detenerse en cada cosa hasta entenderla (pues si lo pasamos a la ligera, fácilmente dejaría el entendimiento escapar algo útil).

9º Por último, una vez conocido todo, establézcase la diferencia entre lo más o menos necesario.” (p.112)

Como se observa, el describir minuciosamente lo que se debe hacer es un interés muy claro, no solamente para el contenido de las ciencias sino para todos los otros contenidos –lenguas, artes, etc.-. Por último, cabe hacer la siguiente cita que deja ver como el autor pretende llevar el método a todas las posibles ciencias

“Ya que no es corriente que todos puedan cumplir su oficio de maestro con tan gran destreza, será necesario acomodar a este método todas las ciencias que han de estudiarse en las escuelas, con lo cual no será fácil apartarse de su propósito y fin. Pues si se respetan y siguen las leyes de este método, obtendremos el mismo resultado...” (Comenio, 2010:115)

Luego entonces, la metodología, los recursos y condiciones, su perspectiva religiosa y filosófica, haciendo énfasis en lo interno y externo y la interrelación entre estas mediante el ojo, el objeto y la luz, son los elementos que Comenio tiene como base para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Sin la intención de abordar aquí los otros tipos de conocimiento –artes, lenguas, etc.-, cabe decir que para ninguno de estos, Comenio resalta los mismos elementos -ojo, objeto y luz- que buscaba interrelacionar para explicar lo que se debía tener en cuenta para poder enseñar ciencias.

Comenio concebía que cada conocimiento tenía un sentido en la formación de la persona y que como tal debía ser claro cómo se inculcaba, sobre todo, por el profesor, el cual debería seguir fielmente todos los fundamentos de la metodología para formar hombres, más que terrenales para la eternidad. Tanto los estudiantes como los profesores, también otras personas, están llamados a tener conocimiento que ya está determinado, el profesor debe inscribirlo en la mente de los estudiantes. Enseñar el conocimiento no es problema para Comenio, el problema es no seguir el método, las instrucciones, el profesor que lo siga tendrá éxito.

## **2.2. Fundamentos epistemológicos devenidos para la disciplina didáctica de la Ciencias Naturales**

Con base en esto y en lo que se continuará escribiendo, pero ya desde los planteamientos de autores que desde la segunda mitad del siglo XX conciben y argumentan la enseñanza de las ciencias como una disciplina de investigación, será la intención desarrollar los planteamientos que se han generado para señalar que la didáctica de las Ciencias Naturales es una disciplina. No sobra poner de relieve en este sentido, que dentro de los anuncios de los autores no es común hacer alusión a la enseñanza de las ciencias desde Comenio, es decir, no se reconocer a este como punto de partida de la historia de la disciplina en cuestión.

Como se ha explicitado en la tabla 5.1, dentro de los autores que han desarrollado conocimiento sobre la emergencia y consolidación de la didáctica de las Ciencias Naturales se encuentran: Porlán (1998); Gil, Carrascosa y Martínez (1999 y 2000); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002). Antes de emprender el relato sobre las distintas etapas o momentos que han propuesto, es necesario poner a colación los

adjetivos que para la didáctica han utilizado estos autores, que tienen un trasfondo epistemológico y sociológico de las ciencias, es decir, lo que se mueve en el terreno de la naturaleza de dichos conocimientos, y lo que ocurre en el terreno del comportamiento de los miembros de las disciplinas que recurren a pensarse y pensar sus conocimientos desde ciencias que los contienen, esto ya lo he presentado anteriormente, para el caso de las Ciencias Sociales, Humanas y de la Educación. La opción es que no se conciban en estas ciencias pero que si propendan o se apeguen, beban sus miembros, de epistemologías de otras ciencias, como es el caso de las Ciencias Naturales o Experimentales, no obstante de advertir y reconocer ellos mismos lo que ello implica para la disciplina que defienden.

En este sentido, es que he encontrado fundamental que se contemplen a las didácticas y pedagogías, como unas ciencias que no se encuentran en ninguna otra ciencia (s) distinta a las que estoy proponiendo (figura 5.1). Abordemos un poco este tema para el caso específico de lo que se ha denominado didáctica de las ciencias por parte de los últimos autores señalados. Así pues, Porlán (1998) razonando, a propósito de una visión compleja de las disciplinas, expedía que un asunto neurálgico son las características diferentes o similares entre los modos de producción científica, específicamente en las ciencias experimentales y de las ciencias sociales. Puntualmente, escribía que ha ello le subyacía:

“...un principio básico: definir los rasgos que caracterizan el conocimiento científico y que lo distinguen de otras formas de conocimiento. En el caso de la didáctica de las ciencias este debate presenta perfiles ciertamente paradójicos y problemáticos, ya que, por un lado, las ciencias experimentales son una fuente primordial para el conocimiento didáctico y constituyen las disciplinas de origen de gran parte de la comunidad investigadora implicada y, por otro, su objeto de estudio, la educación científica y la formación del profesorado de ciencias, en la medida que se desarrolla en sistemas humanos, se ubica en el ámbito de las ciencias sociales.”  
(Porlán, 1998:175)

Como se lee, se plantea una presión entre dos territorios que tiene aparentemente diferencias que los separaría y que los pondría en territorios distintos en cuanto a ser reconocidos como científicos o no según las razones de cada uno. La didáctica de las ciencias entonces, en razón de que bebe de los polos opuestos –Ciencias Experimentales y Ciencias Sociales-, quedaría en el limbo, sin posibilidad de tener un referente que la avale, que le dé cabida como disciplina. Se hallaría sin territorio epistemológico que avale su producción de conocimiento, prácticamente es algo así como no tener quien la certifique porque no cumple con ciertos requisitos.

Pensado en función de esta lógica se puede expresar que la didáctica de las ciencias no se puede ubicar en las ciencias experimentales ni en las ciencias sociales hasta que no defina a cuál de las dos se acogería. Hasta cierto punto ha sido afortunado para la didáctica de las ciencias, que las Ciencias Sociales tengan una mirada distinta a las Ciencias Experimentales, ya que durante varios siglos esta última ha mantenido la supremacía sobre la enseñanza, aprendizaje e investigación en la didáctica, se podría aventura a sostener que por lo menos desde la *Didáctica magna*.

Ya he hecho notar en el capítulo II en cuanto a la metodología y configuración del conocimiento, los análisis críticos que Giere (1992); Kuhn (2001); Latour (2001), Bachelard (2009); Bacherlar (2010); Feyerabend (2010); Foucault (2010) han expuesto ante el pensamiento duro incrustado en el paradigma clásico de las ciencias y que dominó y predominó, se irradió fuertemente en unas ciencias, en tanto que

otras han alcanzado ciertos niveles de superación del mismo, por uno más cercano a sus objetos de investigación.

Como lo resumía Porlán (1998) las críticas a la supremacía del positivismo se han hecho notar por parte de filósofos y epistemólogos. Sin embargo, aclara que aún sigue siendo determinante, hasta tal punto que lo poseen muchos profesores y estudiantes, quienes coinciden con el reduccionismo experimentalista, conocimiento positivo, pragmático, empírico y metodológicamente eficaz y seguro, alejado de actividades creativas y especulativas. De todas maneras este autor también advierte sobre algunos facilismos teóricos que se proclaman científicos a costa de la desnaturalización epistemológica. Porlán (1998), ante las miradas contrarias -absolutismo/relativismo- en la naturaleza del conocimiento y atendiendo al de la didáctica de las ciencias como disciplina pero también a los problemas expresados en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, expresa:

“La apuesta, conveniente y deseable, por ampliar los ámbitos de la realidad susceptibles de ser abordados científicamente no se abrirá camino ni desde el *absolutismo positivista*, con su empeño por establecer jerarquías epistemológicas rígidas, ni desde el relativismo radical del *todo vale* (Feyerabend, 1975), tendente a eliminar cualquier criterio de racionalidad científica.” (Porlán, 1998:176)

Si bien es cierto el señalamiento, no se puede abandonar la premisa que funda la evolución o revolución del conocimiento, que genera la diversificación, la construcción de nuevas disciplinas, profesiones, cambios de paradigmas, y que ciertamente es más favorable no solo en la investigación sino también en la enseñanza y el aprendizaje. Feyerabend (2010) tiene razón en su tesis “...*el anarquismo estimula el progreso cualquiera que sea el sentido en que se tome este término*. Incluso una ciencia basada en la ley y el orden, solo tendrá éxitos si permite que se den pasos anarquistas ocasionales...” (p.11-12). Haciendo lo propio a sus concepciones, Kuhn (2001:72) deja que ruede la idea en la misma dirección, por lo que expresa “La empresa científica como un todo resulta útil de vez en cuando, abre nuevos territorios, despliega orden y pone a prueba creencias aceptadas desde hace mucho tiempo.”

Volvamos, Porlán (1998) en una decisión “salomónica” –que pretende dar razón a los dos extremos-, pero sobre todo ajustado a la condición del problema que lo incomoda, considera que, puntualmente:

“...es conveniente analizar los planteamientos epistemológicos de Toulmin (1972), ya que dicho autor describe, desde una perspectiva integradora, alejada de la comparación simplista y excluyente entre ciencias experimentales y sociales, las características comunes a todas *las disciplinas profesionalizadas*, sean consideradas científicas o no, en contraste con aquellas actividades humanas no profesionales, que no tienen carácter disciplinar.” (Porlán, 1998:176).

Continúa este autor subrayando que para Toulmin (1972) las disciplinas son “*empresas racionales en evolución*” que se comportan como “*poblaciones conceptuales*” que se encuentran en procesos de selección y compresión colectiva. En estos términos, las características atribuidas a las disciplinas, son las siguientes:

- a) Un conjunto de problemas específicos, conceptuales o prácticos.
- b) La existencia de una comunidad profesional crítica.



- c) Un punto de vista general y compartido sobre la disciplina (metas e ideales).
- d) Estrategias y procedimientos aceptados.
- e) Poblaciones conceptuales en evolución vinculadas a los problemas específicos.

Siguiendo estos criterios, Porlán (1998) resalta de Toulmin (1972) que éste instaure tres disciplinas diferentes, a saber: *compactas o maduras* (cuando reúnen todos los requisitos); *difusas* (cuando sólo reúnen algunos de ellos) y las *posibles* (cuando pueden llegar a reunirlos). Adicionalmente, distingue entre *disciplinas explicativas*, que tienen como fin la descripción y explicación de problemas específicos que les atañen, y *disciplinas prácticas*, que proyectan la resolución de problemas prácticos y, en consecuencia, la orientación rigurosa de procesos concretos de transformación de la realidad.

En el sentido de la epistemología evolucionista, Porlán (1998:176) afirma “...la didáctica de las ciencias es una disciplina *emergente* (cumple algunos de los requisitos expuestos), *posible* (su evolución indica que puede llegar a cumplirlos todos) y *práctica* (sus problemas específicos se refieren a la educación científica).” Es claro el interés de Porlán por encontrar los criterios que pueden aportar a la comprensión y constitución de una disciplina, que como lo anunció conduce a pensar que la didáctica de las ciencias lo sería, se puede encontrar que en un sentido muy básico, en su momento.

En el capítulo III he elaborado precisamente un apartado que recoge algunas posturas de autores (Becher, 2001; Bourdieu, 2003; Foucault, 2002 y 2010; Popper, 2011) quienes se han inclinado por abordar los términos, disciplina, campo, territorio, haciendo particular énfasis, algunos de ellos más en unos que en otros, en aspectos de la epistemología, la filosofía, la historia, la antropología, la sociología. La necesidad de hacer tal contextualización tiene sentido en tanto que dichos términos tienen una función en la configuración del conocimiento, en la organización y estructura de las comunidades de investigadores, en la producción y caracterización del capital simbólico, y en reconocerse los estudios –lo colectivo-, reconocerse como profesional y/o investigador –lo individual-, y ser reconocidos por sus conocimientos –lo social-. En adquirir identidad, en poder diferenciar sus discursos de otros discursos, sus perspectivas de investigación sobre sus objetos, las teorías, conceptos, metodología que contienen la mirada para investigación y para proceder en los análisis y argumentos.

### **2.3. Etapas del desarrollo histórico de la didáctica de las ciencias**

Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), realizando seguimiento al campo, hacen patente que los estudios históricos convergen en distinguir varias etapas de desarrollo de la didáctica a nivel mundial, aunque, señalan, se pueden identificar algunas diferencias entre las regiones: europea y anglosajona. Como resultado de la revisión que realizaron han establecido cinco etapas según los referentes teóricos (tabla 5.3). Subrayan que estas se refieren más que nada a la *Science Education* estadounidense, aunque en varios aspectos pueden aplicar a la didáctica de las ciencias europea en la que se advierte un desarrollo similar.

Como se puede encontrar en la tabla 5.3, en la primera etapa –adisciplinar- que es el punto de anclaje para iniciar a describir los eventos que se fueron concretando y que permiten comprender la evolución del campo de investigación Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), no reconocen a Comenio y su

metodología específica para la enseñanza de las ciencias, tampoco se manifiestan otros posible autores que ya hubieran elaborado algún tipo de raciocinio frente a la didáctica y/o pedagogía, a si no fuera en el contexto de una disciplina en particular. Es decir, al parecer la didáctica en sí no tiene asidero como antecedentes en los futuros desarrollos de la didáctica de las ciencias. Su devenir entonces tiene que ver con las características propias de esta etapa y las que siguen, la pregunta por la historia de la didáctica, y el uso de esta palabra en la misma no se avizora. En lo que si enfatizan es en la producción académica, las conexiones y la conformación de los miembros.

**Tabla 5.3:** Síntesis de las etapas de desarrollo histórico de la didáctica de las ciencias  
(Tabla elaborada a partir de Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002)

Etapa	Tiempo transcurrido	Características
<b>Adisciplinar</b>	Finales del siglo XIX hasta mediados de década del 50 del siglo XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción bibliográfica escasa y heterogénea.</li> <li>• Disparidad en las producciones y falta de conexión entre sus autores.</li> <li>• No hay un campo de problemas claramente delimitado, un conjunto consensuado de marcos conceptuales, ni un cuerpo internacional de investigadores.</li> <li>• La fragmentación es evidente en la publicación estadounidense <i>Science Education</i> (1916)<sup>50</sup>, nombre que precede a la didáctica de las ciencias por aproximadamente cincuenta años.</li> <li>• En esta revista diversos pensadores (la mayoría científicos, aunque también filósofos, psicólogos y educadores) hacen recomendaciones generales o proponen herramientas metodológicas puntuales, sin desarrollar un marco conceptual propiamente didáctico.</li> </ul>
<b>Tecnológica</b>	Décadas del 50 y 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge la preocupación en los Estados Unidos ante la percepción de “retraso” científico respecto de la Unión Soviética, por descuido en la preparación científica de la población en general.</li> <li>• Se extiende entre los anglosajones la voluntad de cambio de los currículos de ciencias.</li> <li>• Se desarrollan programas curriculares en ciencias a gran escala con orientación teórica diversa de la psicología del aprendizaje que son <i>inespecíficas</i> de los contenidos de ciencias. Son evaluados cuantitativamente.</li> <li>• La didáctica de las ciencias eficientista pretende apoyarse en el conocimiento científico generado en áreas disciplinares <i>externas</i>.</li> <li>• Se genera una base de recomendaciones, recursos y técnicas de corte metodológico para el aula, dado que no hay preocupación por el desarrollo de conocimiento básico, existe una fuerte mirada <i>tecnológica</i>.</li> <li>• Cuestionamiento a la precisión y delimitación de objetivos y metas.</li> <li>• Inicia el fracaso de las acciones tecnológicas destinadas a mejorar el nivel de la educación científica de la población general.</li> <li>• El campo de la didáctica de las ciencias resurge con identidad propia, basado en un nuevo enfoque autónomo que pretende estar cada vez menos ligado a las fuentes teóricas externas.</li> <li>• Se aprecia más preocupación por la aculturación científica del ciudadano que por la formación de élites científicas.</li> </ul>
<b>Protodisciplinar</b>	Mediados de la década del 70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el consenso acerca de la existencia de un nuevo campo de estudios académicos.</li> <li>• Los investigadores en didáctica de las ciencias comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad, que se independiza crecientemente de las antes mencionadas, y que acepta la necesidad de formular problemas propios y distintos.</li> <li>• Los problemas de investigación de la didáctica están más ligados al aprendizaje de contenidos específicos de ciencias.</li> <li>• Se concreta una progresiva separación teórica de los tradicionales modelos de tendencia más psicológica (esto es, más centrada en el aprendizaje) y los nuevos modelos didácticos en sentido amplio.</li> <li>• La línea de las <i>concepciones alternativas</i> se robustece debido a la necesidad de mostrar desde la naciente didáctica de las ciencias resultados académicos rápidos y</li> </ul>

<sup>50</sup> Porlán (1998) plantea que es desde 1917, Gil, *et al* (1999) coinciden en el año de surgimiento de esta revista –Science education- con Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002).

		<p>contendientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ganan reconocimiento en el ámbito universitario (por lo menos en los países líderes de este proceso), aunque generalmente se formulan como postgrados de los tradicionales estudios científicos naturales.</li> <li>• Varias escuelas no suficientemente estructuradas compiten por establecerse como base teórica de la comunidad. Cada una de las escuelas trabaja aislada de las demás, desconociendo incluso la existencia de las otras.</li> <li>• A partir de las escuelas se perfilan diferentes líneas que conformarán más tarde la didáctica de las ciencias, así como las variadas vertientes teóricas externas que convergerán en ella para darle entidad.</li> <li>• La competencia epistemológica de líneas rivales se evidencia en los numerosos debates que tienen lugar por esos años.</li> </ul>
<b>Disciplina emergente</b>	Década del 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay preocupación de los didactas de las ciencias de los países punteros por la coherencia teórica del cuerpo de conocimiento acumulado.</li> <li>• Se reconoce la existencia de un conjunto de personas guiadas por la misma problemática, y se considera necesario un análisis más riguroso de los marcos conceptuales y metodológicos para conducir la exploración sistematizada de esta problemática.</li> <li>• La <i>apertura interdisciplinar conduce al</i> consenso de que el <i>constructivismo</i>, en su versión didáctica, es la base teórica común para la mayor parte de los estudios del campo.</li> <li>• El enrolamiento masivo de los investigadores y profesores, a menudo a nivel de discurso superficial, da paso a la discusión acerca de las posibilidades que tiene el constructivismo de convertirse en un modelo teórico sólido, y de guiar a modo de paradigma a la didáctica de las ciencias.</li> </ul>
<b>Disciplina consolidada</b>	Década del 90	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser enseñada a su vez.</li> <li>• Instalación creciente de las titulaciones superiores en el área.</li> <li>• En toda Europa, cada vez más egresados inician sus tareas de investigación en la didáctica de las ciencias sin pasar previamente por la investigación en la propia ciencia de origen.</li> <li>• Se da la aceptación por parte de los campos profesionales periféricos (epistemólogos, psicólogos, pedagogos) de la autonomía y científicidad de la didáctica de las ciencias.</li> <li>• Acercamiento sostenido, en los últimos diez años, entre las comunidades de didactas de Norteamérica, Gran Bretaña, Australia, Europa continental y Latinoamérica.</li> </ul>

Como quiera que los planteamientos comenianos no hayan sido muy atractivos antes -hoy día menos para muchos investigadores, pero sí muy atrayentes para los organismos internacionales, por obvias razón<sup>51</sup>-, por su carácter ante todo religioso, filosófico e instrumental de la enseñanza y el aprendizaje, no es riguroso negar que allí se dieron unos primeros pasos quizá muy dogmáticos pero que de todas formas hacen parte de la historia de todas las didácticas, incluso se puede declarar que son fuente importante también de todas las pedagogías.

Reconocerlo no obliga a someterse a una supuesta didáctica general, magna o universal, pero si a abordarla como antecedente desde el cual se mantuvo por varios siglos una mirada rígida, dogmática, determinista y reduccionista que marco concepciones para las escuelas y universidades sobre el conocimiento, la ciencias y quiénes la producían y en qué condiciones, al igual, estas instituciones reprodujeron tales concepciones en todo su esplendor.

En general, se puede poner de relieve que Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), tabla 5.3, presentan la evolución, presiones y tensiones que se presentaron en la emergencia y consolidación de las didácticas de las ciencias. Dejan de presente que este campo ha tenido varias manifestaciones que datan como sus miembros y producción de conocimiento ha venido de menos a más, superado diferentes obstáculos que han estado relacionados con la dinámica propia del momento histórico y el contexto.

<sup>51</sup> En el diario “El correo de la Unesco” de 1957, año 10, número 11, se realiza un homenaje a Comenio, en su centenario. La portada expresaba: “Juan Amos Comenius el Apóstol de la educación moderna y la comprensión internacional”.

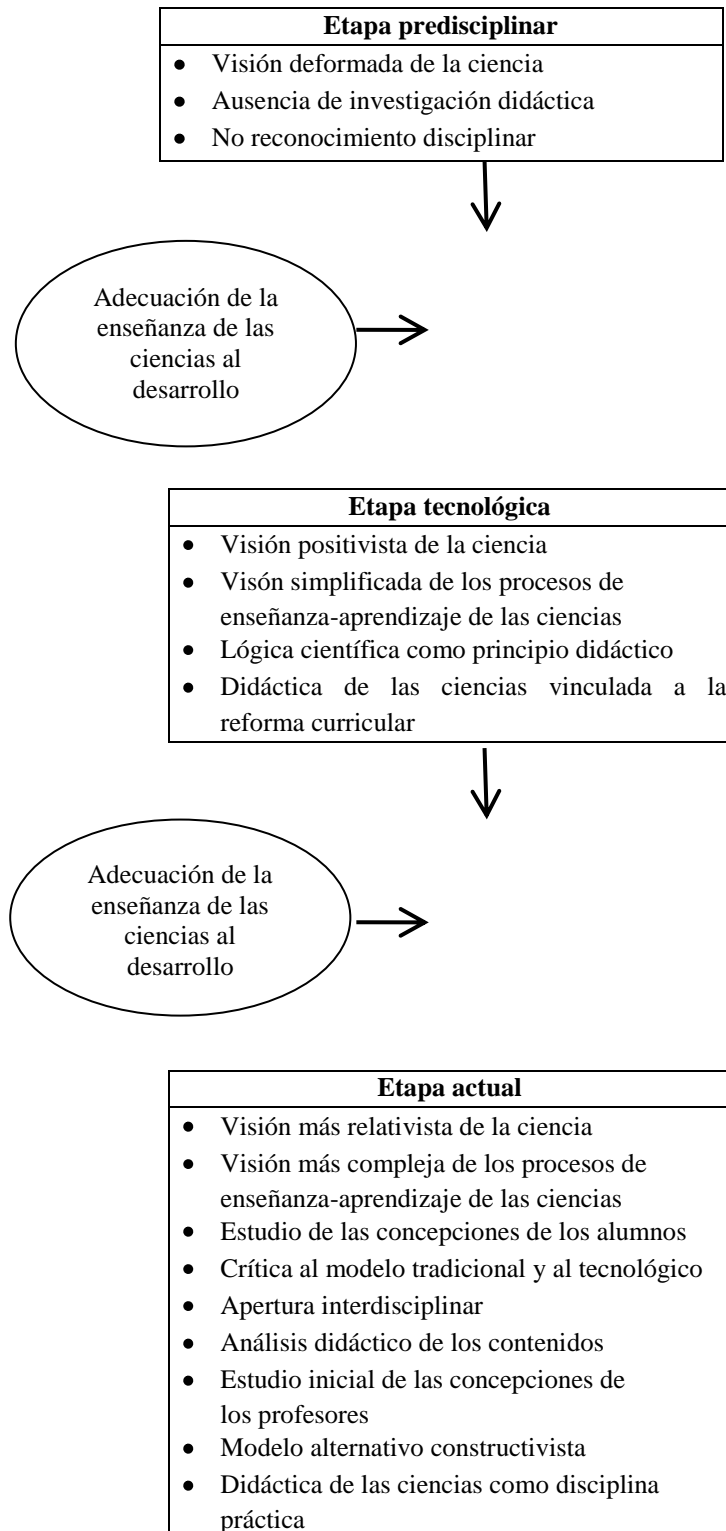
A diferencia de Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), que contemplan cinco etapas para establecer el desarrollo de la didáctica de las ciencias, Porlán (1998) concibe tres etapas. Como se puede observar en la figura 5.2, tomada directamente de su escrito, no ubica un periodo o rango de tiempo para cada una de las etapas, y aunque que estas son más desarrolladas en su escrito y hace referencia a unas décadas, no se explicitan claramente, no se concreta la periodicidad para cada una. Se podría inferir que para la etapa predisciplinar corresponde los años cincuenta; para la tecnológica, los años sesenta y principio de los setenta, en tanto que para la última que denomina etapa actual, los años que van desde finales los setenta hasta los noventa. Como es evidente, tanto la cantidad de tiempo asignado a cada etapa como la denominación de cada una no se corresponde una a una con las etapas de Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002). Esto refleja, que empezando por la historia que se pueda construir no es posible hacer uso de la exactitud para abordarla cuando empieza y termina un hecho, evento, que tiene diferentes posibilidades de ser comprendido según el contexto y momento.

Por lo tanto, más que determinar una periodicidad y etapas estrictas, lo que tiene mayor importancia son los aspectos que marcaron la evolución del campo. Entonces, vale la pena presentar adicionalmente aspectos que permiten complementar las características del desarrollado de la didáctica de las ciencias expresadas por Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), no solo con lo planteado por Porlán (1998) sino también con las características esbozadas por Gil, *et al* (1999), quien retomará un par de párrafos más adelante.

Consecuentemente, para la etapa predisciplinar, aunque Porlán (1998) destaca que varios autores ya han señalado que con la revista *Science Education* se inicia la trayectoria de producción de la didáctica de las ciencias en el año 1917, para él el origen de esta disciplina se sitúa en los años cincuenta, teniendo como máximas expresiones la investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que se desarrolla en los países anglosajones, con el fin de contribuir a impulsar el crecimiento científico y tecnológico, a propósito de medidas políticas, económicas y educativas. Como parte de las medidas adoptadas en los Estados Unidos, científicos, psicólogos y pedagogos reconocidos implementan programas curriculares que intentan transformar la enseñanza tradicional de las ciencias. Como ejemplo de los programas desarrollados, Porlán (1998), enuncia: el *Physical Science Study Committee* (PSSC), el *Chemical Bond Approach Project* (CBA), el *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), el *Elementary Science Study* (ESS) o el *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS).

Estos programas que se extendieron a otras áreas de la educación y que influyeron como proceso de transformación en el sistema de educación, en su conjunto fueron denominados *movimiento de reforma curricular*. Continúa Porlán (1998) expresando que para el caso de Inglaterra, surge la *Association for Science Education* que tienen como objetivo fundamental hacer énfasis en la formación permanente del profesor de ciencias, el programa bandera fue el *Nuffield Foundation*. En aras de superar la enseñanza tradicional, fragmentada y caduca de las disciplinas, insuficiente en cuanto a sus andamiajes metodológicos, se escogen contenidos científicos actualizados y coherentes con la lógica interna de cada disciplina. Se incorpora también una metodología didáctica emuladora de la concepción inductivista del método científico, se construyen taxonomías de objetivos científicos orientados a desarrollar operativamente las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes.

Para la etapa tecnológica –aproximadamente entre la década de los setenta e inicio de los ochenta- inicia la crisis de la tendencia científicista y tecnológica de la didáctica de las ciencias. Factores sociales y políticos influyen, los problemas ambientales y la posibilidad de una guerra nuclear alertan ponen en entredicho el beneficio y universalidad de la ciencia, lo mismo ocurre en el plano de la concepción de una ciencia objetiva, neutral y verdadera, dado que son evidentes los intereses económicos, sociales y profesionales implicados. Puntualmente Porlán (1998) reconoce que “La crisis del positivismo científico-técnico no sólo se manifiesta en un plano social, también lo hace en el campo de la reflexión filosófica y epistemológica y, desde luego, en el interior de las propias disciplinas científicas.” (p.177)



**Figura 5.2:** Evolución de la didáctica de las ciencias (Tomada de Porlán, 1998)

Tomando postura, las Ciencias Sociales, desde perspectivas *fenomenológicas* y *relativistas* que se inclinan por superar los planteamientos de *caja negra*, se preocupan más por lo que significan los

sujetos que por la supuesta objetividad y neutralidad del proceso de investigación. En concordancia, se cuestiona la concepción según la cual:

“...los principios de la *racionalidad tecnológica* (planificación minuciosa y cerrada de los procesos productivos, secuencia única de tareas, control estricto y objetivo de la eficacia de dichos procesos, etc.) son aplicables a los procesos humanos y sociales (funcionamiento de las instituciones, procesos educativos, terapias psicológicas, etc.).” (Porlán, 1998:177)

Declara este mismo autor, que con esto en la didáctica general se promueven críticas a los enfoques de investigación estadístico- cuantitativos y a los modelos simplificadores que consideran que la enseñanza causa el aprendizaje, modelo *proceso-producto*. En consecuencia, surge “...los enfoques *holísticos y situacionales*, se proponen metodologías *cualitativas* y de *estudio de casos* y se comienzan a valorar los significados construidos por profesores y alumnos como *variables mediadoras* en el proceso de enseñanza-aprendizaje...” (Porlán (1998:177). Esta mirada más localizada en la lógica que subyace a las características de la ciencia pone en aprietos a la mayoría de las presunciones de la reforma del currículo científico. “Ya no se trata de enseñar una ciencia absoluta, sino tentativa, condicionada por intereses sociales y sometida a procesos más o menos acelerados y profundos de cambio...” (Porlán, 1998:177).

Para el caso de la etapa actual, en figura 5.2 se puede decir que al amparo de una visión más relativista y compleja del conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, el trabajo interdisciplinar, el acumulado sobre las concepciones de los estudiantes y el inicio del estudio de las de los profesores, los análisis de los contenidos y la acogida al modelo alternativo constructivista, lleva a que Porlán (1998) entienda a la *didáctica de las ciencias como una disciplina práctica*. Hay que recordar que unos párrafos atrás ya resalte que el autor, en la perspectiva de la epistemología de Toulmin (1972), reconocía esto último a lo que le antecedía otras dos categorías: *disciplina emergente* y *posible*. La posibilidad encierra, admite que puede llegar a reunir los requisitos que Toulmin (1972) ya identificaba como características atribuibles a las disciplinas.

Puede citarse con Porlán (1998), como resultado de todo este proceso de tensiones epistemológicas y presiones políticas y económicas, como puntos en los cual se dirimen parte de las anuencias para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias fuertemente marcadas por visiones escolásticas de las ciencias que dominaban y predominaban, lo siguiente:

“...empieza a abrirse camino la idea de una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos como medio para democratizar el uso social y político de la ciencia. Las personas, según este nuevo punto de vista, deben comprender para poder decidir, deben desmitificar para poder participar y deben incorporar en su formación básica ciertos aspectos de la cultura científica. Se comienza, por tanto, a cuestionar si el objetivo de la educación científica en las etapas obligatorias es realmente «enseñar las ciencias en sentido estricto» o, más bien, contribuir desde las ciencias a la formación general de todos los ciudadanos...” (Porlán, 1998:177).

### **2.3.1. El poder del capital simbólico y la formación de sus miembros para mantener el campo de investigación**

Ahora, teniendo en cuenta a Gil, *et al* (1999) se encuentra que estos autores no rotula unos nombres ni declara unas etapas en el apartado que titula “Evolución del estatus de la didáctica de las ciencias experimentales”, sin embargo, se inclina por hacer énfasis en la producción de capital simbólico, acudiendo a unas periodicidades de tiempo que son claves en el surgimiento de la disciplina. Pero antes de hacer la exposición de estos antecedentes tiene sentido subrayar lo que el autor considera fue lo que lo condujo a realizar la revisión histórica de la didáctica de las ciencias, a saber: intereses y causas.

En relación con los intereses, sostienen Gil, *et al* (1999) que la *amnesia crónica* (Linn, 1987), ha marcado la investigación en la didáctica de las ciencias, lo que a menudo ha llevado a reincidir en propuestas que ya han mostrado ineficacia, además de carencias en la fundamentación, lo que ha entorpecido la exploración de la ineludible coherencia entre los tratamientos proporcionados a los diferentes aspectos del proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias “...(aprendizaje de conceptos, prácticas de laboratorio, resolución de problemas, evaluación...) y ha llevado, incluso, a ignorar los trabajos realizados por otros equipos en un mismo campo.” (Gil, *et al*, 1999:16). Escriben que este tipo de dinámicas son propias de los dominios en el que no existe tradición científica y en el que los problemas son abordados con el bagaje que proporciona la impregnación ambiental y a veces con innovaciones puntuales, no fundamentadas, que desconocen, incluso, otros esfuerzos valiosos de innovación y sus resultados.

“Sólo en la medida en que los problemas no llegan a resolverse y se acumulan las dificultades y la necesidad de darles solución, estos tratamientos comienzan a dejar paso a esfuerzos más sistemáticos, que pueden conducir a la emergencia de un nuevo campo de conocimientos. Pero dicha emergencia no supone una inmediata aceptación general. En el caso concreto de la didáctica de las ciencias, es preciso tener en cuenta unas tradiciones docentes (y sociales) muy enraizadas que consideran la enseñanza como una tarea simple, para la que basta conocer la materia, tener alguna práctica docente y, a lo sumo, adquirir algunos conocimientos "pedagógicos" de carácter general. (Gil, *et al*, 1999:16)

Es interesante el planteamiento ya que en la medida en que se reconozca las dificultades y las investigaciones desarrolladas a respecto de tal dificultad y se conduzcan nuevas alternativas para su comprensión es que es posible el surgimiento de un campo que desde luego tiene que superar otros al referente a su aceptación como tal. En clave de ello saca a colación las concepciones que se suelen tener sobre la enseñanza de las ciencias como una actividad sencilla en la que con conocer la materia, con algo de práctica y unas aproximaciones a la pedagogía es suficiente para enseñar.

Así pues, los intereses de los autores que justifica la revisión a la historia se puede resumir en la siguiente cita:

“Una revisión histórica de los problemas que ha planteado la educación científica, los intentos de solución y sus resultados, puede contribuir a mostrar esta necesidad de tratamientos científicos específicos y, en definitiva, a cuestionar una tradición que, al contemplar la



enseñanza de las ciencias (o de cualquier otra materia) como tarea esencialmente simple, bloquea la posibilidad de avances fundamentados.” (Gil, *et al*, 1999:17)

Para los autores *hacer evidente la especificidad, el origen, el deslinde de otras disciplinas, la clarificación epistemológica y las metodologías, en un campo emergente como la didáctica de las ciencias son cuestiones absolutamente necesarias para continuar avanzando, incluso, acompaña al proceso mismo de constitución del nuevo campo científico.*

Para dar razón de las causas esgrimen básicamente que un nuevo campo de conocimientos aflora a partir de una doble condición: “...la existencia de una problemática relevante, susceptible de despertar el suficiente interés para justificar los esfuerzos que exija su tratamiento y el carácter específico de dicha problemática, que impida su tratamiento efectivo desde un cuerpo de conocimientos ya existente.” (Gil, *et al*, 1999:18)

En alusión a la relevancia, relaciona la importancia social dada a la educación científica desde décadas atrás, de hecho expresa, incluyen también la educación tecnológica, que es “...posible el desarrollo futuro de un país, [sí se] ha dejado paso al convencimiento de que la alfabetización científica de todos los ciudadanos y ciudadanas ha pasado a constituir una exigencia urgente, un requisito también para el desarrollo inmediato.” (Gil, *et al*, 1999:18). Dando de una vez paso al carácter de problema, a este asunto los autores citados destacan:

“...un grave fracaso escolar, acompañado de un creciente rechazo de los estudios científicos y de actitudes negativas hacia la ciencia (Simpson, *et al*, 1994; Giordan, 1997). Estos decepcionantes resultados, que afectan tanto a la enseñanza secundaria como a la universitaria, se han convertido en un motivo de seria preocupación que no puede despacharse con explicaciones simplistas (basadas, por ejemplo, en una supuesta "incapacidad" de la mayoría de los estudiantes) sino que ponen en evidencia graves deficiencias de la enseñanza (Yager y Penick, 1983; Porlán y Martín, 1994).” (Gil, *et al*, 1999:18-19)

Con lo señalado hasta el momento y con lo que se va a desarrollar en los siguientes párrafos, entendido como unos problemas abordados y a seguir abordando sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria y superior, la creciente producción de conocimiento teniendo como fundamento los mismos, y otros, durante las últimas décadas, llevaron los autores a pensar en todo ello, en su conjunto, como emergente en un campo específico de investigación, de producción de capital simbólico y de conocimiento, que actué como ardid que evite la *amnesia crónica*, y que contribuya a la fundamentación de los resultados que se obtengan de las investigaciones.

Vale la pena poner de relieve que Gil, *et al* (1999), reconocen a Alíberas, Gutiérrez e Izquierdo (1989), como quienes a finales de la década del ochenta, apoyándose en la obra de Toulmin (1977), *La comprensión humana*, y aceptando el entender de este de las disciplinas científicas como empresas racionales en evolución, finiquitaban: “«Estamos asistiendo al nacimiento de una nueva disciplina, la didáctica de las ciencias».” (p.22), aún más, Gil, *et al* (1999) citando a un autor más, explicitan:

“...ya a principios de los noventa, reflejando el sentir de muchos de los que trabajábamos en este campo, Hodson (1992) afirmaba con rotundidad: «Hoy ya es posible construir un cuerpo

de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias».” (p.22).

Como ya lo he señalado, en el escrito de Gil, *et al* (1999) no se encuentran unas etapas en el desarrollo de la didáctica de las ciencias, no empero, reconoce en esta los elementos clave en existencia de una disciplina científica...

“...una comunidad científica, unos órganos de expresión, unas líneas de investigación definidas y, sobre todo, una evolución hacia consensos generalizados y hacia la integración de los distintos aspectos en cuerpos coherentes de conocimientos, con aportaciones relevantes para el trabajo en el aula y la formación del profesorado de ciencias.” (p.22-23)

Dado el énfasis que Gil, *et al* (1999) le dan al capital simbólico, vale la pena hacer un breve recuento por lo que significa para el desarrollo de la didáctica de las ciencias, a las que a veces también le agrega el término de *experimentales*. Continuando, Gil, *et al* (1999) quienes realizan algunas citas respecto a algunas fechas y países que ha tenido que ver con la didáctica de las ciencias, destacan que en el prólogo del *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Gabel (1994) se escribía que “...desde 1927 se han venido publicando resúmenes y revisiones sobre la investigación realizada en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.” (p.21), no obstante, encuentran otro autor - Klopfer (1983)- quien sostenía que a inicio de los años ochenta “...la didáctica de las ciencias constituía un dominio preparadigmático, es decir, preteórico, en el que las investigaciones tenían un carácter puntual, sin integrarse en cuerpos coherentes de conocimientos.” (Gil, *et al*, 1999:21).

Continúa declarado que en España...

“...en general, al mundo hispanoamericano, a principios de los años ochenta se puede hablar de un vacío prácticamente total (Gil, 1982 y 1994): no existían, por ejemplo, revistas en castellano que pudieran servir de comunicación e impulso y las publicaciones internacionales eran desconocidas; las facultades de ciencias rechazaban, o simplemente ignoraban, los problemas educativos como temas de investigación y elaboración de tesis doctorales; los currículos de formación del profesorado, no sólo no incluían ninguna preparación a la investigación educativa sino que no hacían la menor referencia a la misma; no se conocía, por último, ningún equipo -más allá de escasas individualidades aisladas- con alguna dedicación al desarrollo de dicha investigación.” (Gil, *et al*, 1999:21)

En concordancia se evidencia que un campo de investigación se debe a sus miembros y grupos, al surgimiento de revistas especializadas, programas de formación que titulan al respecto del conocimiento que produce la disciplina, con ello queda difícil poder sostener la declaración de Popper (2011) según la cual las disciplinas no existen y que estas son meros asuntos administrativos.

Ahora, Gil, *et al* (1999) recapitulando, recogiendo lo que ya advertía él (Gil, 1994) y Martínez-Terrades (1998) en torno a la producción de conocimiento en la didáctica de las ciencias mostraba como en algunos periodos emergieron varias revistas, tabla 5.4.

Como la tabla 5.4 lo resalta, no solo han aumentado en número de nuevas revistas sino también la cantidad de números publicados al año y la cantidad de páginas por publicación. Ante esto, Gil, *et al*

(1999) establece que “...el número de trabajos publicados por año ha experimentado un crecimiento impresionante, al igual que ha ocurrido con el número de tesis doctorales presentadas, de congresos internacionales, etc., etc. (Martínez Terrades, 1998).” (p.24). Agregan otros aspectos relevantes que han convergido en la emergencia del campo, a manera de ejemplo, destacan que entre los años 1976 y 1992, en *Journal of Research in Science Teaching*, se pudo encontrar que “...el promedio de referencias a artículos de revista se ha más que duplicado, poniendo de relieve una mejor fundamentación teórica.” (p.24).

**Tabla 5.4:** Algunas revistas de la didáctica de las ciencias (Tabla elaborada a partir de Gil, *et al*, 1999)

Año o década en que aparece	Nombre de la revista
1916	<i>Science Education</i>
1963	<i>Journal of Research in Science Teaching</i>
1972	<i>Studies in Science</i>
Década del ochenta	<i>European Journal of Science Education</i> ; <i>Enseñanza de las Ciencias</i> -triplicado el número de páginas de cada número-; <i>The Australian Journal of Science Education</i> ; <i>ÁSTER</i> ; <i>Science and Technological Education</i> ; <i>Revista de Enseñanza de la Física</i> ; <i>O Ensino de Física</i> ; <i>Investigación en la Escuela</i> ; <i>Didaskalia</i> ; <i>Alambique</i> , etc., etc.
1989	<i>Aliage</i> , que enfatiza las interacciones cultura-ciencia-tecnología.
1991	<i>Science &amp; Education</i> , destinada al estudio del papel de la historia y filosofía de las ciencias en la enseñanza de las ciencias.
1979	<i>International Journal of Science Education</i> –inicialmente llamada, <i>European Journal of Science Education</i> -, aumenta la periodicidad de la publicación al año: de cuatro números a diez números.
	<b>Revistas centradas en los contenidos científicos:</b> <i>Bulletin del'Union des Physiciens</i> (1907)*; <i>Journal of Chemical Education</i> (1924)*; <i>American Journal of Physics</i> (1933)*, etc.
	<b>Revistas de carácter más general en la educación:</b> <i>Harward Educational Review</i> (1930)*; <i>Review of Educational Research</i> (1931)*; <i>Instructional Science</i> (1972)*; <i>Learning and Instruction</i> (1991)*; <i>Cognition and Instruction</i> (1984)*; <i>Infancia y Aprendizaje</i> (1978)*; <i>Cuadernos de Pedagogía</i> (1975)*; <i>Bordón Revista de Pedagogía</i> (1949)*; <i>Revista de Educación</i> (1940)*.

\*La consecución del año es agregado mío, no se ubican todas las revistas una década dada la pluralidad de años. Los comentarios y las dos clasificaciones finales son Gil, *et al* (1999).

Así también haciendo alusión a las referencias bibliográficas y contrastándolas desde mediados de los años setenta y a principios de los noventa permite, encuentran (Gil, *et al*, 1999) que ha habido mayor tendencia a relacionar los autores y sus trabajos: “...los artículos clave, aquellos que aparecen reiteradamente citados, corresponden ahora, en general, a autores cuya actividad investigadora se ha desarrollado básicamente en estos últimos años en el campo de la didáctica de las ciencias.” (p.24), es decir, los miembros asisten a reconocerse como miembros en los que el discurso discurre bajo ciertas lógicas, cierta gramática propias de la disciplina emergente. Estableciendo el distanciamiento que este campo había alcanzado, Gil, *et al* (1999) refrendan “...a mediados de los setenta los autores más citados (Piaget, Inhelder, Campbell, Bloom, Bruner, Gagné, Ausubel, etc.) trabajaban en otros campos.” (p.24)

Esto resulta sumamente importante dado que no se habla, piensa, escribe para otros campos o disciplinas sino que se hace para la suficiencia de producción teórica propia, por sus miembros, los objetos que rondan la disciplina, y las posibles perspectivas, que pudiendo disentir en múltiples puntos

siguen tributando, siguen discutiendo, debatiendo, argumentando, interpretando la realidad que ha construido, que los conforma y forma en tanto investigadores y/o profesores profesionales según la naturaleza del conocimiento que los ocupa. No obstante, para el caso específico de las publicaciones de educación en biotecnología, examinadas en esta tesis, esto no es tan cierto, ya que los artículos se encuentran dispersos en diferentes revistas que corresponden a campos distintos a la didáctica, pedagogía o educación.

Pero bueno, lo anterior ya será motivo de análisis en el capítulo VI. Por el momento cabe seguir comentando que Gil, *et al* (1999) aplauden que en la década del noventa aparezcan los primeros *Handbooks* (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998), y se avizoren en el momento del autor –año 1999- “... numerosos libros que ofrecen visiones panorámicas o reflexiones globalizadoras sobre la didáctica de las ciencias...” (p.30). Trayendo este seguimiento hasta el año 2014, pasados casi 15 años, se puede evidenciar que se han publicado por lo menos tres *Handbooks* más, tabla 5.5, que dejan de presente mediante los capítulos que los estructuran las perspectivas de investigación que cada vez son más robustas. Incluso se puede encontrar otros *Handbooks* que redundan en tópicos específicos de la didáctica de las ciencias, en algunas perspectivas de investigación, tabla 5.6.

**Tabla 5.5:** Handbooks que abordan la didáctica de las ciencias en términos generales

<b>Autor (es)</b>	<b>Año</b>	<b>Título</b>
Gabel, D. (editor).	1994	<i>Handbook of Research on Science Teaching and Learning.</i>
Fraser, B, y Tobin, K. (Editor).	1998	<i>International Handbook of Science Education.</i>
Abell, S. y Lederman, N. (Editor).	2007	<i>Handbook of research on science education.</i>
Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editor).	2012	<i>Second international handbook of science education.</i>
Lederman, N. and Abell, S. (Editor).	2014	<i>Handbook of research on science education.</i>

Como se observa en la tabla 5.5, en aproximadamente los últimos veinte años, se han publicado cinco libros que contienen los avances de la investigaciones que se han realizado -de cierta forma de podría presumir según la idiosincrasia que puedan tener los editores, párrafos más adelantes abordaré un poco este asunto-, alrededor del mundo, y que han aportado a la consolidación de la didáctica de las ciencias<sup>52</sup> -Science Education-, aunque como lo expresa Duit (2007) mientras que el *Handbook* de Gabel (1994) enfatiza en la investigación en América del Norte, el de Fraser y Tobin (1998) ofrece una perspectiva internacional. Esta última es la tendencia que ha prevalecido después de Gabel (1994).

Sin duda que las revisiones bibliográficas locales pueden ser importantes siempre que se hagan a la luz de las publicaciones internacionales, esto aportaría a la disminución de la repetición y falta de fundamentación en las investigaciones, asunto que preocupan a Gil, *et al* (1999), al igual que para ir consolidando teorías que redundan en la madurez de la disciplina. Es así pues, que los *Handbooks* pueden contribuir, en parte, a conocer los estados de las investigaciones. No se puede desconocer que otras publicaciones como libros, artículos, ensayos, ponencias, son también esenciales para la disciplina de conocimiento, de hecho son la base para la constitución de la misma, como todas las demás disciplinas de investigación.

<sup>52</sup> Como se denota, los *Handbooks* están escritos en inglés, al realizar la traducción al español de la nominación “Science Education” ésta puede tomar varias opciones tales como: “enseñanza de la (s) ciencia (s)”, “enseñanza científica”, “educación científica”, “educación en ciencias”, “didáctica de las ciencias”. He tomado para este escrito la última opción de traducción presentada, siguiente la perspectiva de la tradición Iberoamérica, y de Porlán (1998); Gil *et al* (1999); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002).

Según Fraser, Tobin y McRobbie (2012) la participación de investigadores y países en su publicación corresponde a 172 autores de 20 países. Si se compara con la publicación del anterior *Handbook* - Fraser y Tobin (1998)-, en la que asistieron 25 países (entre los que se encontraba Colombia como el único país de sur América) y 173 autores, se denota una disminución en la participación de países. En la publicación del Fraser, *et al* (2012) no se explicita los nombres de los países participantes. Sin embargo, Taber (2014) realiza un estudio al documento resaltando que, entre otras cosas:

“...hay una elevada representación de autores con ubicación en Norteamérica, Australasia y Europa, lo cual es probablemente un reflejo razonable de la situación actual del campo de la didáctica de las ciencias. Tal vez, si una tercera edición se publica, más o menos en el año 2026, vamos a ver más capítulos escritos por autores que trabajan en universidades de Asia, América Latina y África subsahariana” (p.1)

Es claro que algunos territorios geográficos no han desarrollado suficiente investigación en el campo de la didáctica de las ciencias o que no han sido reconocidos por otras latitudes que pueden propender por influir marcadamente en la producción del conocimiento. En esto es claro que la presencia de unos países más que otros dejan entrever la necesidad de avanzar en la investigación desde otras latitudes, proponiendo, ampliando o criticando los conceptos o teorías fundamentadas desde otros territorios geográficos.

Volviendo a la tabla (5.5) se encuentra que las cuatro últimas publicaciones han estado básicamente bajo dos grupos de editores, de una parte, Fraser y Tobin (1998) y Fraser, Tobin y McRobbie (2012), por otra, Abell y Lederman (2007) y Lederman y Abell (2014). Esto autores son quienes han dado continuidad a las publicaciones en intervalos de tiempo que oscilan entre los catorce años, el primer grupo -1998 a 2012-, y siete años, el segundo grupo -2007 a 2014 -.

Sin tener en cuenta dichos grupos de editores, se puede decir que los intervalos de tiempo para la publicación de los *Handbooks*, desde 1994 al 2014, comprenden los siguientes: 4 años, de 1994 a 1998; 9 años, de 1998 a 2007; 5 años, de 2007 a 2012; y 2 años, de 2012 a 2014. Siendo así, se puede establecer que el intervalo de tiempo más largo ha sido de 9 años y el más corto es de 2 años, este último intervalo es el más reciente. Este último intervalo está indicando que el campo de investigación está aumentando cada vez más la producción de resultados, o que los editores están en competencia, interesados, por mantener actualizadas las investigaciones –conceptualizaciones, teorizaciones- que constantemente se está produciendo. De ser así se podría afirmar que la producción del conocimiento en el campo está en constante dinámica y que su crecimiento es cada vez más elevado. Esto se puede confirmar con lo dicho por Sanmartí (2008) para la didáctica de las ciencias: “Las investigaciones se multiplican pero es casi imposible llegar a conocerlas e incluso encontrarlas.” (p.307)

Adicional a los *Handbooks* indicados en la tabla 5.5, en la tabla 5.6 se presenta una muestra de otros *Handbooks* que son de carácter más específico, lo cual indica el nivel de profundización y constitución de grupos dedicados a objetos particulares de investigación.

Así pues, los *Handbooks* de la tabla 5.6, corresponden a la evaluación; la enseñanza; la psicología de la educación; cultura y currículo, autoestudio de las prácticas de enseñanza y de formación del profesorado; género y educación; cambio conceptual; metacognición. Sin que sea esta una consecución minuciosa a todos los *Handbooks* publicados, ya que estos fueron seleccionados únicamente de los

citados en Fraser, *et al* (2012), la tabla deja entrever el nivel de consolidación de la didáctica de las ciencias ya que incluso se han elaborado estados de la misma haciendo énfasis en algunos asuntos sobre los cuales existen teorizaciones.

**Tabla 5.6:** Handbooks que abordan tópicos específicos de la didáctica de las ciencias

Autor (es)	Año	Título
Bloom, B; Hastings, J and Madaus, G. (Editors).	1971	<i>Handbook of formative and summative evaluation of student learning.</i>
Travers, R (Editor).	1973	<i>Second handbook of research and teaching.</i>
Wittrock, M. (Editor).	1986	<i>Handbook of research on teaching.</i>
Berliner, D and Calfee, R. (Editors).	1996	<i>Handbook of educational psychology.</i>
Richardson, V. (Editor).	2001	<i>Handbook of research on teaching.</i>
Stephens, S.	2003	<i>Handbook for culturally responsive science curriculum.</i>
Loughran, J; Hamilton, M; LaBoskey, V and Russell, T. (Editors).	2004	<i>International handbook of self-study of teaching and teacher education practices.</i>
Skelton, C; Francis, B and Smulyan, L. (Editors).	2006	<i>Handbook of gender and education.</i>
Vosniadou, S. (Editor).	2008	<i>International handbook of research on conceptual change.</i>
Cochran-Smith, M; Feiman-Nemser, S and McIntyre, D. (Editors).	2008	<i>Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts.</i>
Hacker, D; Dunlosky, J and Graesser, A. (Editors).	2009	<i>Handbook of metacognition in education.</i>

Asuntos como los atinentes a la enseñanza (Travers, 1973; Wittrock, 1986) y los relacionados con la evaluación del aprendizaje de los estudiantes (Bloom, Hastings y Madaus, 1971), fueron quizá los primeros en establecerse como centrales en la investigación en el campo de la didáctica por las décadas de los setenta y ochenta, en las subsiguientes década emergen otros énfasis, según la tabla elaborada: referentes a la psicología de la educación, el currículo, formación de profesores, género, cambio conceptual, metacognición. Como quiera que sea, el dato de Gil, *et al* (1999) en relación a que los primeros Handbooks datan de los noventa, pues hay que actualizarlo ya que como se puede evidenciar, tabla 5.6, los primeros *Handbooks* corresponden a la década de los setenta del siglo XX.

No sobra indicar que como es propio de las luchas entre los académicos, los denominados *Handbooks* han florecido desde varias perspectivas bajo la denominación de la educación en ciencias, según el Estado y su cultura que muchas veces tratan de imponerse a otros Estados. En el último pie de página, ya se ponía de relieve como la traducción al español de Science Education, puede tener varias posibilidades. La idiosincrasia construida y sostenida por los investigadores hace que se inclinen a veces a reconocer a unos autores más que a otros de su campo ya sea por no compartir sus posturas conceptuales, teóricas, porque no escribe en su idioma, o por que corresponde a una cultura alejada del suyo, en esto tiene mucho que ver el territorio Estado de soberanía. De todas maneras, todo ello conduce, y es muy evidente como los autores se citan según el nivel de interacción –cercanía- con otros investigadores del campos, y que hacen parte del o de los países que lideran la investigación.

No sobra declara que es una necesidad la restricción al campo –la admisión destacada por Bourdieu (2003), pero quizá, que ésta tenga como naturaleza el idioma, o el país de donde deviene la investigación, o incluso aspectos de corte económico, “taquilleros”, puesta lo que indica es que el campo de está desvirtuando, está siendo fuertemente en presión externa. Por ejemplo el simple hecho

de que se busque avanzar en que las publicaciones de la revistas sean en inglés para que puedan ser reconocidas, pues indica las anomalías que se empiezan a generar ante ciertas políticas. El pretender hacer que predomine una cultura lingüística sobre otra ya tiene otra connotaciones.

A propósito de esto, con toda razón Espinet, Izquierdo y García-Pujol (2013) ya han anunciado que “La preservación de la diversidad lingüística podría garantizar el desarrollo de marcos alternativos de investigación y tradiciones que pueden contribuir a largo plazo a la consolidación de nuestra actividad de investigación didáctica.” (p.1023). Por la hegemonía que a veces algunos países pretenden expandir es por lo que se torna necesario empezar a recomponer de ser necesario los campo de investigación, en la idea de poder responder a la presiones de los territorios de Estado.

Con todo y esto, el sentido propio del capital simbólico, por ejemplo concretado en –traducido al español- “*El manual investigación en enseñanza de las ciencias y el aprendizaje*” y como lo señalaba la editora, Gabel (1994), es que sea una referencia esencial para todos los profesores de la ciencia y la educación científica, así como investigadores en el campo. En concordancia con la autora anterior, Abell y Lederman (2007) como editores del “*Manual de investigación de la didáctica de las ciencias*”, también asentían que este es un recurso fundamental para la comunidad de la educación científica entera, incluyendo investigadores veteranos y jóvenes, profesores universitarios, estudiantes de postgrado, practicantes en las escuelas, y profesionales de la educación en ciencias fuera de las universidades. Los editores de los manuales referenciados dejan ver el horizonte de la investigación en la didáctica de las ciencias, entendida esta como una disciplina consolidada.

Con lo anterior, se puede reconocer que el capital simbólico tiene un poder inmenso en la constitución de comunidades académicas, al respecto Gallego (2012:5) ya destacaba que “Las revistas científicas, desde el siglo XVI, tienen como objeto ser un vehículo y un espacio de discusión para las comunidades académicas.”, continúa escribiendo que “El siglo XIX será aquel en el que se fundaran muchas de las revistas especializadas actuales, una explosión continuará en los siglos XX y XXI.” (p.5). Sin duda que la explosión de revistas especializadas, al igual que de libros, manuales y eventos académicos también fue un hecho para la didáctica y la pedagogía, más que nada desde la segunda mitad del siglo XX.

### **2.3.2. Líneas de investigación**

Antes de abordar las líneas de investigación en la didáctica de las ciencias, brevemente y de manera conjunta, en la tabla 5.7 he buscado poner de relieve las coincidencias y diferencias que considero asisten a los autores -Porlán (1998); Gil, *et al* (1999); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)- que en los tres últimos apartados he citado particularmente para hacer referencia a la emergencia y/o consolidación a la didáctica de las ciencias. Los aspectos a destacar tienen que ver con las etapas que darían cuenta de la disciplina, los rangos de tiempo, así también, los puntos que, encuentro, arguyen como esenciales para su constitución.

Así pues, en cuanto a las etapas se evidencia que los únicos autores que no reconocen unas etapas expresamente son Gil, *et al* (1999); los otros dos autores establecen unas etapas pero claramente se observa que no se corresponde una a una, tampoco queda muy demarcado el rango de tiempo en la etapas de Porlán (1998) como si lo buscan hacer Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002); todos los autores aportan aspectos para la comprensión de los hechos que se fueron dando en el desarrollo del campo de investigación. Es claro que cada uno de los autores le da mayor o menor relevancia a ciertos aspectos

utilizados para dar cuenta de la didáctica como disciplina, por ejemplo, Porlán (1998) tiene interés por razonar sobre la condición epistemológica del campo –las características del conocimiento que se produce, su naturaleza, su validez-, no siendo menos importante, Gil, *et al* (1999) enfatizan en la producción del capital simbólico –de dónde procede y en qué momento, cuáles son los asuntos más abordados-, por su parte, Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), tienen un fuerte interés en pensar en el territorio de la didáctica de la ciencias, en su autonomía y en los modelos teóricos didácticos. Lo anterior no quiere decir que los autores desconozcan los otros aspectos desarrollados por sus colegas, solo que no hacen énfasis en ellos.

**Tabla 5.7:** Algunas características propuestas para la emergencia y/o consolidación de la didáctica de las ciencias como disciplina a propósito de Porlán (1998); Gil, *et al* (1999); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)

Autor	Etapas	Rangos de tiempo	Aspectos argüidos
Porlán (1998)	Tres etapas: predisciplinar, tecnológica, y actual	No se explicitan claramente rangos de tiempo, se infiere que la primera etapa inicia en los 50.	<p>Aborda epistemológicamente la naturaleza de las ciencias experimentales y sociales para establecer las características del campo de la didáctica de las ciencias.</p> <p>Se reconoce la didáctica de las ciencias como disciplina emergente, posible y práctica.</p> <p>Reconoce un capital científico, desarrollo de eventos académico y líneas de investigación* más o menos estables –pone algunas-, considera que existe una comunidad aún incipiente.</p> <p>Reconoce como necesario abordar investigaciones sobre el profesor.</p> <p>Se plantean algunas dificultades y proyecciones.</p>
Gil, <i>et al</i> (1999)	No se establecen etapas	Se reconocen algunos rangos de tiempo para el surgimiento de revistas y Handbooks.	<p>Destaca el porqué del interés de hacer seguimiento al desarrollo de la didáctica de las ciencias, al igual que de los aspectos que causan su emergencia.</p> <p>Enfatiza en el capital simbólico como una manera de dar cuenta de la didáctica de las ciencias como disciplina específica. .</p> <p>Se asume la didáctica de las ciencias como un campo específico de investigación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el que prima la alfabetización científica para el desarrollo futuro de un país.</p> <p>Como campo específico de investigación reconoce los desafíos y líneas de investigación*. Reconoce la importancia de implicar a los profesores en la investigación de los problemas de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias que les plantea su actividad docente.</p>
Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)	Cinco etapas: adisciplinar, tecnológica, protodisciplinar, disciplina emergente, y disciplina consolidada	Se hacen explícitos unos rangos de tiempo por décadas, la primera etapa inicia a finales del siglo XIX	<p>Reconoce la didáctica de las ciencias como una disciplina autónoma, que no se inscribe en la didáctica general, ni en lo pedagógico ni psicológico. No obstante, subraya “Hablamos de ella como una disciplina autónoma del ámbito de las ciencias sociales.”</p> <p>Se afirma “...Las consideraciones de tipo sociológico que hemos presentado para apoyar la autonomía de la didáctica de las ciencias necesariamente han de estar sustentadas en la naturaleza epistemológica interna de la disciplina...”</p> <p>Aprueba como indicadores de consolidación de la didáctica de</p>



			las ciencias: el capital simbólico, las redes de difusión de resultado, las titulaciones, y la potencia heurística de los modelos didácticos.
--	--	--	---

\* Las líneas de investigación de estos autores serán analizadas en varios de los párrafos que se presentan a continuación. Las demás características ya fueron presentadas en el apartado anterior.

Uno de los aspectos argüidos por Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999), a diferencia de Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), tienen que ver con su marcado interés por concretar lo que denominan líneas de investigación, que por cierto no parece ser la manera más adecuada de llamarlas. Vale discurrir brevemente al referente, ya que las investigaciones y su comportamiento es más bien difuso, quizá sean líneas en tanto tienen un desarrollo continuo -aunque esto tampoco es del todo cierto, la discontinuidad suele ser la constante, Kuhn (2001) y Foucault (210a), pero no en cuanto a que sigan la misma dirección o línea. Más bien lo que se puede expresar es que son énfasis que buscan abordar un objeto que deriva de la enseñanza y que tiene de hecho relación con otros objetos circunscritos en el campo de investigación, pero que lo que se busca es hacer el mayor proceso de investigación y profundización que deleve construcciones teóricas que lo explique, transforme en su dimensión sistémica y compleja. Curiosamente, Gil, *et al* (1999) que hacen referencia a líneas de investigación, manifiesta coherentemente que “Todo apunta, pues, hacia un cuerpo de conocimientos estrechamente interconectados, en el que las distintas investigaciones se apoyan mutuamente.” (p.34).

Luego entonces, la coexistencia de paradigmas, teorías, conceptos, sus entrecruzamientos y conmensurabilidades o inconmensurabilidades son las condiciones *sine qua non* que transcurren entre las tensiones y presiones de un campo de producción de conocimiento. Por lo tanto, se puede decir que –de los énfasis, no líneas- pueden emerger varias posturas teóricas que no necesariamente siguen puntualmente a otras posturas teóricas, por lo que la dirección que se sigue no es la misma pero si el énfasis. Los énfasis se pueden ver como marañas de conocimiento que se aplican para dar cuenta a un problema, objeto y/o hecho, dicho conocimiento puede ser oriundo del campo –para nuestro caso la didáctica de las ciencias- o extranjero, otros territorios –ciencias-.

Es evidente que los autores que hacen alusión a líneas y no ha énfasis, no tiene como atmosfera epistemológica para desarrollar sus ideas el determinismo y reduccionismo, seguramente no le dieron importancia al uso de esta palabra. Ahora haciendo referencia a la identificación y coincidencia entre los investigadores para establecer las líneas de investigación, Gil, *et al* (1999) escribían:

“Como es lógico, no existe una coincidencia total en lo que los distintos autores consideran líneas de investigación prioritarias: en éste como en cualquier otro dominio científico, cada cual tiende a privilegiar determinados temas sobre otros, por razones que van desde la formación recibida a motivaciones ideológicas, pasando por el legítimo interés de destacar las aportaciones del equipo al que se pertenece.” (Gil, *et al*, 1999:30)

Por su parte, Porlán (1998) tiene interés por pensar en las líneas como los elementos que pueden favorecer la organización de lo que él denomina *problemas interrelacionados*, a propósitos del obstáculo que entiende debe ser superado, leamos lo que puntualmente plantea: “...frente a la tendencia de diferentes autores a presentar listas desestructuradas de líneas de investigación, hemos preferido organizar los problemas en cuatro categorías generales que resalten las cuestiones más esenciales...” (Porlán, 1998:181), tabla 5.8. Con esto entonces se hace claro que tanto el autor

inmediatamente citado como Gil, *et al* (1999) reconocen las líneas de investigación de manera interrelacionadas, no obstante, mantienen la tradición de identificarlas como líneas.

Sostener que no se tienen acuerdos en cuáles son las líneas de investigación obedece aún más a las posibles comprensiones que tiene los investigadores para pensar que un problema u objeto ha sido suficientemente abordado como para constituirlo en una “línea de investigación”, por una parte, pero por otra, también tiene relación con considerar que cierta producción de conocimiento corresponde más a una línea que a otras líneas. En medio de todo, lo que resulta es que una línea de investigación puedan ser “absorbida” por otra (s), alcanzando esta una menor visibilidad, tanto que otras pueden albergar además de visibilidad, mayor capital simbólico al igual que fortalecerse mayoritariamente con futuras investigaciones. Siendo así, la idea de hacer referencia a líneas de investigación y no a énfasis, pues queda de cierto modo fuera del alcance conceptual de lo que puede significar la palabra línea. En este sentido, convengo de ahora en adelante en hacer referencia a énfasis de investigación en lo que Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999) son líneas. Ahora, con el fin de no desvirtuar el término identificado por los autores, que por lo expuesto coinciden en lo que entiendo como énfasis, mantendré el de línea (s) de investigación, siempre me refiera a ellos.

Es afortunada, por no decir normal, por la tensión, que existan varias posturas frente a las líneas de investigación dado que en las mismas se pueden encontrar posibilidades de teorías que se acogen o niegan por el investigador y que orientan la mira y la constitución de la metodología, respeto al objeto (s) o problema (s) a investigar. La tarea de proponer líneas tiene mucho que ver con quien o quienes – cultura académica- hacen la lectura a las producciones de investigación. A manera de ejemplo de lo que se puede presentar en la “definición” de los énfasis de investigación en la didáctica de las ciencias, veamos lo acontece entre Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999), tabla 5.8.

**Tabla 5.8:** Líneas de investigación propuestas por Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999)

<b>Porlán (1998)</b>	<b>Gil, <i>et al</i> (1999)</b>
1. Profundizar en los fines y fundamentos.	a. Concepciones alternativas
2. Desarrollar una teoría del conocimiento escolar.	b. Resolución de problemas
3. Desarrollar una teoría del conocimiento profesional.	c. Prácticas de laboratorio
4. Experimentar propuestas de formación para promover, a su vez, la experimentación de los profesores.	d. Diseño curricular
	e. Relaciones ciencia/tecnología/sociedad
	f. Evaluación
	g. Formación del profesorado
	h. Cuestiones axiológicas

Teniendo en mente lo que los autores sustentan en estos escritos y las líneas que identifican, organizados aquí en la tabla anterior, se encuentra que estos obedecen a una lógica de lo que existe y lo que orientará la investigación en la disciplina. Por ejemplo, es notorio en la tabla (5.8) que Porlán (1998) está pensando en proponer líneas que contribuyan a mejorar la organización y estructuración de la disciplina, por lo que lo que planteó, está en un orden más general; en tanto que Gil, *et al* (1999) entiende las líneas de investigación como los asuntos que se han hecho más prominentes en el desarrollo de la didáctica de las ciencias, piensa en las especificidades.

La única coincidencia, aunque en diferente nivel de interés, de generalidad o especificidad, se sostiene ante lo siguiente, Porlán (1999) tiene especial interés en el profesor en lo teórico y lo práctico -en su condición como investigador-, en la construcción teórica del conocimiento, en los fundamentos y fines

del campo, esto es correspondiente con sus inclinación por explicitar el tipo de disciplina de la que se habla, lo expreso porque sus líneas están más pensadas en tono a la integración de la disciplina y en poner de manifiesto la investigación en términos de categorías, tabla 5.8, para profundizar sobre el profesor (4), su conocimiento profesional (3), y el conocimiento escolar (2). Gil, *et al* (1999), solo reconocen al profesor en lo atinente a su formación en uno de las líneas de investigación en el campo (g), lo cual desde luego que no descalifica a las otras líneas, solo que tiene una visión distinta del papel que juega la producción de conocimiento sobre el profesor. Porlán (1998) pone al profesor en la disciplina, esto se refleja en sus cuatro líneas de investigación estrechamente relacionadas, de allí su generalidad al pensar en las {líneas –categorías-, que tributan para la maduración de la disciplina.

En el *Handbook* de 2012, Fraser, *et al*, no se refieren directamente a líneas o énfasis de investigación para estructurar y organizar en capítulos el texto sino que acuñan la idea de áreas significativas, a saber:

1. Perspectivas socioculturales y educación urbana
2. El aprendizaje y el cambio conceptual
3. Formación docente y desarrollo profesional
4. Equidad y justicia social
5. Valoración de la evaluación
6. Currículo y reforma
7. Argumentación y naturaleza de la ciencia
8. Aprendizaje extracurricular
9. Ambientes de aprendizaje
10. Alfabetización y lenguaje
11. Métodos de investigación.

No empero que los numerales anteriores se hayan denominado área, de fondo son atinentes a la investigación. Ciertamente, si se contrastan estas once áreas con los énfasis de investigación de la tabla 5.8, se puede decir que Porlán (1998) está distante, sin embargo, para el caso de Gil, *et al* (1999) se podrían establecer algunas cercanías o coincidencias, por ejemplo: las perspectivas socioculturales y educación urbana (1) con las líneas: relaciones ciencia/tecnología/sociedad (e) y cuestiones axiológicas; el aprendizaje y el cambio conceptual (2) con el énfasis concepciones alternativas (a); formación docente y desarrollo profesional (3) y línea formación del profesorado (g); valoración de la evaluación (5) y la línea evaluación (f); y por último, currículo y reforma (6) con diseño curricular (d). Las demás áreas (4, 7, 8, 9, 10, 11) y líneas (b, c) no son coincidentes. Se puede observar coincidencia en las líneas de investigación 3 y 4 de Porlán (1998), y g de Gil, *et al* (1999), y en el área 3 de Fraser, *et al* (2012).

Si se revisaran otros autores no sería extraño encontrar coincidencias y convergencias al referente anterior ya que estas tienen que ver con las posibles maneras de concebir los contenidos de conocimiento en una disciplina. Entiendo en esta tesis de doctorado que el conocimiento del profesor de ciencias tiene como base estas áreas o líneas de investigación emergentes del campo de la didáctica de las ciencias y que aportan cada vez más a su maduración y naturalización de su objeto fundante: enseñanza, sin desconocer que puedan coexistir otros que puedan también naturalizarse, pero igual, si se piensa desde la perspectiva del *conocimiento profesional didáctica del profesor de ciencias* todos tributan al campo y por ende al profesor.

En clave de lo anterior, considero que el capital simbólico es la materia prima que le da vida propia a un campo de investigación, a la vez que forma –ontológica y epistemológicamente- y conforma, congrega a sus miembros –profesores investigadores- a pensar según unas especificidades -objetos de investigación- y lógicas, gramática, sin perder de vista la totalidad, generalidad del campo; es lo que despliega las posibilidades de navegar, leer, escribir, discurrir en tanto un o unos objetos de investigación que son puestos por lo miembros en la idea de ser naturalizados en la práctica, en la realidad de la vida en la escuela: la enseñanza y el aprendizaje, entre otros. Los órganos de expresión –congresos, foros, seminarios, revistas, libros, etc.- no son nada más ni nada menos que los medios de propagación y proliferación, de incitación a la discusión y debates profundos, a la tensión, a la lucha por sostener con argumentos conceptuales o teóricos una lógica que pretende recubrir a los objetos, fenómenos o hechos reales a partir de los hechos fabricados en la teoría pero que por ser de ésta naturaleza (Latour, 2001) no se desconoce, dialoga –la teoría- constantemente con la realidad de donde proviene.

Entonces, según esta tesis doctoral, el *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias* se configura, se construye, conforma en la didáctica de las ciencias, entendida ésta en el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, por lo que el estatuto epistemológico del conocimiento profesional del profesor es diferente al de otras profesiones que corresponden a otras ciencias. Esto no quiere decir que la didáctica de las ciencias –como disciplina- únicamente se fundamente en la práctica y en la teoría, y en su relación con la enseñanza, sino que además esta requiere del contenido a enseñar, el cual es transformado por el profesor mediante la didáctica y la pedagogía. En este sentido, el acto de enseñar tiene raíces epistemológicas en la didáctica que pone en juego los contenidos provenientes de otras –disciplinas- epistemológicas, las cuales de *ipso facto* no son contenidos de enseñanza. No se enseña los contenidos *per se* estos tienen otras lógicas que emanan de la disciplina de conocimiento del profesor.

Pensando académicamente, formalmente, el biólogo, el químico, el biotecnólogo, el físico, el matemático, etc., no son connaturales a la profesión de enseñar, tampoco los profesores *de biología, de química, etc.*, son connaturales a la profesión de biólogo en tanto que debieron ser formados en un campo de investigación de donde proviene su conocimiento profesional, supuestamente la didáctica de las ciencias. En siguiente apartado entraré a abrir algunos análisis respecto a la profesión y cómo se va a entender en esta investigación.

En coherencia con lo señalado, buscando hacer entender que un investigador y un campo son un solo cuerpo, Bourdieu (2003) ponía claramente de relieve: “Un sabio es un campo científico hecho hombre, cuyas estructuras cognitivas son homólogas de la estructura del campo y, por ello, se ajustan de manera constante a las expectativas inscritas en el campo.” (p.77). Si se tienen en mente estos últimos renglones es posible afirmar que ciertamente el conocimiento del profesor ha solido ser sustentado desde la lógica de la disciplinas que enseña. Pero, es claro también que por varios siglos la didáctica y la pedagogía han conquistado unos espacios que han conducido a reconocerlas como campos, disciplinas, pero también es cierto que los niveles altos de autonomía de estas y la identidad de sus miembros, aún está por ser alcanzada, esto tiene su razón de ser, desde mi punto de vista, por el territorio –ciencia (s)- en que se forma *stricto sensu* a los profesores de Matemática, profesores de biotecnología, etc.

Si se acoge la declaración de Kuhn (2001:35): “La adquisición de un paradigma y del tipo más esotérico de investigación que dicho paradigma permite es un signo de madurez en el desarrollo de cualquier campo científico dado.”, es admisible especular que la didáctica de las ciencias, cuando menos, se ha consolidado como resultado de su capital simbólico que data en la historia y en las teorías desarrolladas, no empero, la proclividad es a negar la didáctica como la disciplina fundante del conocimiento del profesor, aun cuando se haga alusión a esta en muchas investigaciones y en programas de formación de profesores, en la investigaciones sobre el pensamiento-conocimiento del profesor, como lo abordaré una apartados más adelante, suele verse el conocimiento didáctico como algo yuxtapuesto, agregado, lo que se recibe al final de la formación o lo que se puede adquirir con algo práctica. Dejaré este análisis momentáneamente –lo retomaré más adelante-, para abordar a continuación la idea de profesión que a mi modo de ver tiene también raíces en las concepciones dominantes sobre el conocimiento del profesor, pero que para ser denominado bajo esta categoría es necesario analizar lo que implica el asunto de la profesión de enseñar o de profesor.

### **3. Coexistencia epistemológica entre las disciplinas y las profesiones**

#### **3.1. Aproximación a la idea de profesión**

El desarrollo de las profesiones tiene una marcada correlación con el reconocimiento de objetos particulares de investigación –aunque no siempre se reconoce- que se ubican, por lo general, dentro de disciplinas tradicionales de conocimiento o en las que en últimos tiempos han venido surgiendo y exigiendo su reconocimiento como disciplinas. Esto último, en parte como resultado del desarrollo de conocimientos desde diferentes objetos de estudio establecidos en la tecnología, historia, biología, física, química, psicología, derecho, bioquímica, biología molecular, nanotecnología, biotecnología, didáctica, entre otras tantas.

Así pues, se puede decir que lo que ocurre con las disciplinas tiene que ver también con las profesiones, ante esto, habría que empezar a preguntarse si las profesiones y las disciplinas del conocimiento son la misma cosa, o comparten ciertos aspectos relacionados con el conocimiento y su uso para la sociedad, o si es que las disciplinas se dedican a la producción de conocimiento en tanto que los profesionales lo aplican para el bienestar de la sociedad, en esto entonces vendría a ser realidad que el fin de las ciencias en mejorar la calidad de vida, no obstante, que con ello se pueden derivar aspectos éticos, bioéticos, respecto a si todo conocimiento es conducente a mejorar las condiciones de todo el mundo, o solo el de algunos que lo utilizan según sus necesidades, o en un grupo más reducido, aquellos que consiguen usufructo, explotan el conocimiento para obtener pecunia. Se puede advertir de manera general, que el conocimiento es el instrumento mediante el cual se transforma, cambia o mejora la materia sea cuales sean las propiedades de esta, mediante este se educa, enseña, medica, castiga, controla, aprende, entre otras cosas. Con el conocimiento se le da sentido a los objetos, a las cosas, al mundo, a la vez –al unísono- que se le da valor, precio.

Para empezar a analizar la idea de profesión, lo que se puede decir es que existe una constante disputa por plasmar ciertas labores como profesionales al igual que también para que los conocimientos obtenidos durante varias décadas sobre objetos de estudios sean reconocidos como disciplinas de conocimiento. En los dos casos existe la pretensión por ostentar un estatus, se podría decir, en el primer caso, social y en el segundo epistemológico. En coherencia con lo que vengo planteando concibo a los

dos casos coexistente, dependientes, combinados, uno solo: los profesionales llevan a cuenta la disciplina y esta hace lo mismo con la profesión.

El constante cotejo entre disciplinas y profesiones buscando incluir, excluir, compartir o hacer un territorio propio, son evidentes, se conforman comunidades científicas, académicas, asociaciones profesionales, etc., por lo que toma sentido el ser gregario para no pasar desapercibido, ignorado, para poder ser visible. Se puede declarar que para que una profesión sea reconocida, no solo tiene sentido en cuanto a la conformación de un grupo de miembros, en una institución –asociación, fundación, sindicato-, sino que también debe anidarse, habitar, en un campo de investigación desde el cual abrevé su conocimiento especializado.

Ciertamente, se puede encontrarse que no se reconozcan las profesiones y disciplinas compartiendo un mismo espacio, nicho académico de donde devienen unas lógicas para ponerse en juego en la realidad y que se acompañan, conviven, tanto en la producción de conocimiento como en la puesta en acción del mismo. Kuhn (2001) dentro de sus ideas desarrolladas ya advertía que “...es a veces sólo la recepción de un paradigma la [Sic] que transforma a un grupo interesado previamente en el estudio de la naturaleza en una profesión o, al menos, en una disciplina.” (p.46). Si se acoge esta cita, es pertinente reconocer que lo que acontece en una disciplina tiene incidencia en una profesión, aunque lo contrario también podría ser. Quizá lo anterior no tenga el beneplácito de las disciplinas que se la han jugado por siglo por hacerse concebir como autónomas *per se*, es coherente pensar que algo semejante puede conducir a que por medio de las profesiones se controle a las disciplinas y de paso la investigación. En esto, la disciplina debe estar analizando cual es la relación de la misma con el exterior y cómo responde a las presiones a las que están expuestas.

Aunque durante varios siglos se haya querido hacer pensar que las disciplinas y sus investigaciones actúan de manera autónoma y que el conocimiento que producen no está al servicio del Estado –asunto ingenuo-, y que las profesiones no investigan, tengo la convicción de que tal concepción cada vez es menos fácil de sostener, por lo menos Latour (1995 y 2001), Kuhn (2001) y Bourdieu (2003) ya empezaban a dar los argumentos ante esto. Así pues, por el comportamiento y características que le han devenido al conocimiento, las visiones heredadas sobre las disciplinas como cerradas y duras, por lo menos en las últimas décadas han tenido un giro. Bajo este razonamiento, el conocimiento de las disciplinas y de las profesiones, ahora más que nunca, tienen coexistencia, no solo entre estas dos sino también con la economía y política, con el exterior.

Buscando dar cuenta de cómo una disciplina acaece como profesión, Bourdieu (2003), citando algunos planteamientos de Yves Gingras, señala que la diferencia en el desarrollo de un campo científico, tiene lugar con la aparición de una práctica de investigación que se basa fundamentalmente en la investigación más que en la enseñanza; al referente en su argumentación sobre el devenir del campo sostiene, de una parte, que en la institucionalización de la investigación en la universidad se crearon condiciones favorables para la producción de conocimiento y el crecimiento del grupo a largo plazo, de otra parte, expresa que, “...con la constitución de un grupo reconocido como socialmente diferenciado y de una identidad social, bien disciplinaria a través de la creación de asociaciones científicas, bien profesional a través de la creación de una corporación...” (p.92), complementa que mediante este mecanismo los científicos defienden sus intereses y adquieren visibilidad social. Destaca de todas formas, que esto no se trata simplemente de «profesionalización». Poniendo como ejemplo a la física, expresa que existe en esto por lo menos dos prácticas, la primera confinada en la universidad y

visualizada como “...una disciplina científica, con sus asociaciones, sus reuniones, sus revistas, sus medallas y sus representaciones oficiales...” (Bourdieu, 2003:92) y la segunda, la que está abierta a los medios industriales, en esta práctica los físicos compiten con los ingenieros, lo que refleja...

“...la delimitación de una «profesión» que monopoliza el acceso a los títulos y a los empleos correspondientes. Es fácil olvidar la dualidad del mundo científico, que tiene, a un lado, los investigadores, vinculados a la universidad, y, al otro, el cuerpo de ingenieros que se dota de sus propias instituciones, fondos de jubilación, asociaciones, etcétera.” (Bourdieu, 2003:92)

En el último párrafo de la cita, el autor parece dejar expresada una diferencia entre una disciplina y una profesión, al señalar que los primeros están vinculados a la universidad en tanto que los profesionales estarían a expensa de otras instituciones. Recogiendo e interpretando los planteamientos del autor, se puede decir que los profesionales, si bien devienen de una disciplina, no se inclinan hacia la investigación pero si a la enseñanza y al monopolio de los empleo y titulaciones. Se podría además expresar, que esta mirada entrevé que los científicos y sus respectivas disciplinas son los productores de conocimiento, los profesionales son reproductores de los miembros de la disciplina pero no quienes investigan, ya que estos tendrían entonces la función de aplicar el conocimiento, esta es la concepción más arraigada.

Habría entonces razón de que los profesionales de las disciplinas llevarán la enseñanza de éstas según sus cánones y que hicieran todo lo posible por no desfigurar la naturaleza del conocimiento que profesan a sus estudiantes. Infiriendo un poco más de los planteamientos de Bourdieu (2003), los investigadores no enseñan ya que están dedicados de lleno a la investigación además de que es la tradición y pensamiento que han elaborado, en tanto que los profesionales enseñan pero no investigan. Luego esto alberga concepciones sobre lo que significa investigar y quienes investigan, y las condiciones que deben rodear a la investigación y al campo para no perder legitimidad, de cierta manera se observa un mesianismo, asunto este que ya ha sido transformado en cierta medida ante las características que ha tomado el conocimiento.

Evidentemente, los profesionales y los investigadores se formarían en las universidades a través de programas que darían cuenta de la naturaleza de la disciplina razón del ser de la formación de futuras generaciones de miembros que llevarían su epistemología ya fuera para la investigación, enseñanza o profesión. Nótese que la disyuntiva “o”, que no revela la enseñanza como profesión, deja entrever una posibilidad más: la enseñanza, que no es una profesión ni se investiga. La enseñanza es un asunto que le puede corresponder a cualquier profesional o investigador en una disciplina, aunque, como se escribió anteriormente, citando a Bourdieu (2003), *los investigadores son más dedicados a la investigación*, son quienes hacen crecer el campo, son quienes lo encarnan. Los profesionales son una prolongación de la disciplina, tienen es sus manos representarla socialmente y desplegar su identidad. Razonando, se puede manifestar que los profesionales que enseñan la disciplina –“no los profesionales de la enseñanza”- devienen de la misma, sin embargo estos adquieren otros estatus –no solo social sino también epistemológico- en razón de no investigar y además por realizar la acción de enseñar. Por el mismo estilo idiosincrático de Bourdieu (2003), Becher (2001), por su parte, también considera como dignos representante de una disciplina, a quienes la encarnan y representan los valores de la misma, a quienes no se dedican a su enseñanza, de hecho para su investigación sobre lo que denominó, como parte del títulos de su libro, como *tribus y territorios académicos*, seleccionó solo a quienes se dedicaban a la investigación y eran en verdad representantes de su disciplina.

En razón de lo anterior, parece contradictorio generar la percepción de un posible distanciamiento de un profesional de su disciplina por el hecho de enseñarla, no empero, quienes enseñan en las universidades suelen ser instituidos en unidades administrativas que reciben tradicionalmente el nombre de las disciplinas que curiosamente forman personas en el marco de sus tradiciones, costumbres, creencia sobre sus objetos de estudio y la construcción de conocimiento. Unas páginas más adelante veremos como otro autor -Shulman (1866)- ya tratando de dar cuenta de quienes eran denominados formalmente profesores siglos atrás en las universidades de acuerdo a su alta formación académica de maestros y/o doctores, aunque sin ser formados como para serlo ya que el conocimiento *per se* era lo que justificaba tal designación.

Hay que recordar una vez más parte de la cita en la que Popper (2011) negaba la existencia de las disciplinas -“No hay disciplinas; no hay ramas del saber o, más bien, de la investigación: sólo hay problemas, y el impulso de resolverlos.” (p.45)-, asegura que éstas solo tienen función para la asignación de cátedras a expertos por lo que se comportan como unidades administrativas. Si en la práctica, lo escrito por este autor se cumpliera no existirían las profesiones ni se adelantarían a la llegada de los estudiantes programas curriculares que impulsaran el aumento de miembros representantes de la disciplina y profesión. En todo caso, por tradición, han ingresado a las universidades y a los colegios, profesionales de diversas disciplinas a enseñar conocimientos devenidos de las disciplinas que los formaron como profesionales, no propiamente de la enseñanza.

Es claro que si se comparan la didáctica y la pedagogía -como disciplinas- con otras disciplinas, las primeras han emergido y consolidado tales campos en no hace más de un siglo, no obstante que tienen similar periodo de origen -siglo XVII, con Descartes, Newton, Comenio- con disciplinas que son reconocidas como duras y que tienen mucha más tradición como investigadoras. Ahora, aun cuando hayan sido reconocidas la didáctica y la pedagogía con el estatus de disciplina, existe una tendencia fuerte a considerar que a las mismas les subyacen epistemologías de las ciencias que por siglos ha sido considerada como tales -la física, más que nada. De allí que los profesores -profesionales- conciban que la naturaleza de su conocimiento proviene de estas. Incluso muchos de los miembros de la didáctica y pedagogía admiten que las ciencias duras o disciplinas *per se* sean el mismo conocimiento del profesor, igualmente los profesores que reciben formación universitaria inicial para ejercer como “profesores profesionales”, desconocen su disciplina ya que fueron formados en programas que corresponde exclusivamente al de otra (s) disciplina (s), paradójicamente no son la didáctica y la pedagogía. Hasta este momento queda la duda de si son profesionales de la enseñanza: dado que estos profesores no se identifican como formados en las disciplinas de la pedagogía y didáctica, pues mucho menos como profesionales de la enseñanza, ya que su identidad, sus tradiciones, los objetos sobre lo que fueron formados corresponde a otras disciplinas.

Se puede conjeturar, especular -aunque quizá se puede afirmar-, que la enseñanza fue vista, incluso todavía, como posible de realizar por cualquier profesional de cualquier campo o disciplina -quizá siglos atrás era lo más cuerdo dado que no habían sido aún reconocidas la didáctica y la pedagogía como disciplinas-, desconociéndose que las mismas son un campo y una profesión. Bueno, no se puede olvidar la dicotomía, la tradición que se busca hacer entre disciplina y profesión, en algunos casos, pero que en todo caso estoy buscando traer a colación por lo que ello implica.



Así pues, las denominaciones que pueden recibir los Departamentos en las universidades tienen alta correlación con las disciplinas, que por cierto es desde sus referentes teóricos y epistemológicos, sus objetos, en los que se forman los profesionales. El tránsito de una disciplina a una profesión es quizá, si fuera el caso, el punto de inflexión para comprender este asunto que suele aparecer borroso en algunos escritos que se refieren a las profesiones, sea cual sea ésta, para el caso de la formación de profesores se puede declarar que es una realidad. En la actualidad, pensar que las disciplinas son las únicas que investigan y que los profesionales no deben ocuparse de esta dado que su función es la de aplicar el conocimiento, es iluso. Tanto las disciplinas como los profesionales tienen las lógicas, gramáticas y discursos provenientes de las mismas, por lo tanto, no considero que exista incoherencia sostener los que unos y los otros investigan. Los requerimientos para las profesiones y las disciplinas se constituyen a partir de conocimientos que tienen características específicas con la investigación, con la sociedad, con sus objetos de estudio, con las características de su conocimiento.

Si bien Bourdieu (2003) parece no encontrar compatibilidad entre las profesiones y las disciplinas, por lo menos en cuanto a la investigación, tiene sentido realizar la siguiente cita a propósito de la postura que he tomado al referente:

“Cada uno de los investigadores comprometidos en el campo está sometido al control de todos los demás, y, en especial, de sus competidores más competentes, lo que tiene como consecuencia un control no menos riguroso que el que ejercen las virtudes individuales por sí solas o todas las deontologías.” (Bourdieu, 2003:89)

Con ello entonces, las profesiones –investiguen o no- están sujetas al campo, a sus reglas y control, a la lucha por permanecer en el concierto de sus realidades y a la lucha que se emprende, deviniendo del campo, fuera del mismo, en la realidad de la práctica, en la aplicación profesional del conocimiento pero también en su investigación de donde la realidad práctica precede las configuraciones de las teorías a la vez que estas se ponen en juego para transformar la práctica con base en la formación de sus miembros no sólo en el conocimiento sino también en los valores, creencias y costumbres del campo.

En cuanto a lo anterior, parece que Weber (2007) no tiene reparo en establecer la coexistencia entre la ciencia y la profesión, incluso denomina a unos de sus libros *La ciencia como profesión. La política como profesión*. En este texto, que es la recopilación de dos de sus conferencias en el año 1919, el autor empieza destacando que los economistas, incluido él, siempre parten de la situación externa de las cosas, pero que en la alocución que va a hacer se dedicará a la cuestión de...

“...cómo se organiza la ciencia como profesión en el sentido material de la palabra, esto significa práctica y esencialmente cómo se organiza la situación de un estudiante que haya acabado la carrera y que esté decidido a dedicarse a la ciencias profesionalmente dentro de la vida académica. (p.51). “El asunto está no solo externamente, no, sino interiormente de la siguiente manera: que en el terreno científico, el individuo sólo puede lograr realizar algo completo dentro de una estricta especialización... sin esta extraña embriaguez [la pasión], ridícula para el que está fuera... uno *no* tiene vocación para la ciencia... pues nada vale para el hombre en cuanto hombre lo que no *pueda* hacer con *pasión*.” (Weber, 2007:58)

Este fragmento recoge lo estructural de su escrito. La razón del conocimiento –la ciencias- en la formación profesional inicial denota para Weber la transición de la ciencia a la profesión de la misma sin ningún reparo en los relación existente entre los dos conceptos en discusión, en cambio lo que si problematiza es que la ciencia por sí misma no es suficiente en la formación profesional, para él lo interior –la vocación, la pasión- es complementario para *lograr algo completo*. Si bien reconoce el papel de las ciencias también asiente que esta sin la vocación no conduce a la profesión, por lo que el ser se constituye en razón de la ciencia a la vez que las ciencias del ser. La siguiente cita ilustra aún más lo señalado:

“En el campo de la ciencia sólo tiene «personalidad» quien está *pura y simplemente* al servicio de la propia ciencia. Y esto no es sólo así en la ciencia. No conocemos ningún gran artista que haya hecho otra cosa que estar al servicio de su arte y solo de él.” (Weber, 2007:61)

En este sentido, solo que pensando en lo externo en cuanto a la política y el capitalismo, esbozaré brevemente en el siguiente apartado los planteamientos de Weber, en los cuales el tema de lo interior en el hombre se vuelve la base para plantear la razón de ser y el deber ser en la vida terrenal, el servicio.

El rastreo y contenido que he puesto en el capítulo III sobre disciplina, campo, territorio, como elementos conceptuales, teóricos, han facilitado comprender el trasegar de la didáctica y la didáctica de las ciencias, y la pedagogía –*Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, dejando ver la dinámica que de base les han acontecido y que las ha ubicado a estas y a sus miembros en lugares que nos les favorece para que sus conocimientos tengan mayor reconocimiento y legitimidad. Siguiendo el andamiaje preconstruido en los párrafos anteriores, cabe cavilar en torno a quiénes y qué, qué lugar hace que una disciplina y profesión –para mí connaturales a su naturaleza de conocimiento, al igual que para Kuhn y Weber, y hasta cierto punto también para Bourdieu- tengan algún nivel de incidencia, influencia dentro de las sociedades, culturas o economías o educación. Si se reconoce que una disciplina, campo o territorio académico, no son absolutamente autónomos, y que dependen del exterior para su funcionamiento (como ya se ha indicado antes), entonces hay que reconocer que *las profesiones abrevan de las mismas presiones y tensiones que las disciplinas*, como continuaré intentando exponer en los apartados que siguen.

### **3.1.1. Naturaleza de las profesiones**

Hacer un seguimiento breve a los aspectos más relevantes a la idea profesión –naturaleza, perplejidad para entenderla- permitirá aproximarnos a las condiciones que se han dado y construido que han derivado para ser entendidas de una u otra manera.

Sin lugar a dudas todo intento por explicar las profesiones debe pasar por señalar cuáles han sido las construcciones de explicaciones sobre la naturaleza de las profesiones; según Sánchez y Sáez (2009), sabemos poco sobre las profesiones, los estudios sobre la naturaleza de las profesiones comenzó alrededor de los años 30 del siglo XX. Sin embargo, hay que decir que la categoría profesión ya había sido abordada por algunos sociólogos por lo menos un siglo antes, desde inicio del siglo XIX. Entre los autores más destacados se pueden encontrar a Herbert Spencer (1820-1903, Inglés), Émile Durkheim (1858-1917, Francés), Max Weber (1864-1920, Alemán), y Karl Marx (1818-1883, Alemán), quienes

han cimentado en principio las teorías y epistemología de las profesiones abordando su naturaleza, importancia social y elementos para su investigación desde la sociología.

Entre las publicaciones más reconocidas se encuentra el libro del inglés Herbert Spencer *El origen de las profesiones*, quien analiza el papel y el origen de las profesiones desde la perspectiva teórica evolucionista, argumentando que la evolución de las sociedades humanas, más que ser diferente de otros fenómenos evolutivos, es un caso especial de una ley natural universal. Sus reflexiones sociológicas se concentran en las estructuras y evolución de las unidades sociales. Para Spencer (1992), una vez organizada la defensa de la vida y su sostenimiento, función principal de la organización social, las profesiones son fundamentales para aumentar la vida. En tal sentido, médicos, compositores e instrumentistas musicales, profesores de música y ballet, poetas, actores, historiadores, abogados, científicos, profesores, pintores, escultores, arquitectos, tendrían como trabajo aumentar la vida.

Para este sociólogo, todas las profesiones son el resultado de una progresiva diferenciación de una unidad individual original, proceden de la organización político-eclésiástica primitiva. Al dividirse, la eclésiástica engendra el germen del profesionalismo, por lo que éste es cada vez más importante y con mayor alcance, máxime el monopolio del saber y la posición de superioridad que éste otorga. Al igual que el sacerdote, los profesionales están por encima de las otras clases por su capacidad intelectual, y porque viven de las otras clases sociales por lo que se pueden dedicar al trabajo intelectual, que es el requisito fundamental de las ocupaciones profesionales. Spencer (1992) plantea ya los temas centrales del análisis sociológico de las profesiones: su formación y su papel social, al igual que la esencia del poder es el conocimiento y su papel de aumentar la vida.

Por su parte, Max Weber, atiende también a la idea de que las profesiones tienen un fuerte compromiso, no sólo con la religión y la sociedad, sino también con el capitalismo, la ética que anima al capitalismo moderno tiene sus orígenes en el movimiento luterano, aunque es consolidado y fundamentado por el calvinismo. Al respecto, Aguayo (2007) subraya que:

“Es obvio que Weber está intentado develar un tipo de racionalización que se encuentra en nuestra sociedad moderna, que fundamenta, regula, y normaliza relaciones sociales. Cuando se habla de orígenes de las profesiones tampoco podemos dejar de lado los fundamentos moral y ético de la conducta racionalista, que busca expresar el ejercicio profesional. Es decir, una racionalización del comportamiento social sólo es posible si se fundamenta en una conducta económica, y además, en un tipo de visión del mundo religioso que está en el origen del capitalismo moderno y, por tanto, de la profesión, que es la que consolida la forma especializada de las relaciones económicas de la sociedad moderna.” (p.61). “El espíritu capitalista está dado por una moral y es el individuo el que tiene una relación directa con Dios a través de su profesión. La profesión es la capacidad de profesar, de potenciar la misión que Dios nos da en este mundo.” (p.63)

En este sentido Weber analiza que las profesiones tienen como origen, medio y fin, la religión, es decir, se nace, se vive y se muere bajo un precepto de finalidad, solo que ya no es pensada desde el punto de vista de Spencer de la defensa, sostenimiento y aumento de la vida como función principal social, sino más bien la profesión es entendida, por una parte, como el desarrollo del designio de Dios, que a través de su realización ética y moral es medio para alcanzar la salvación (luteranismo); para el calvinismo su esencia es la profesión la cual se debe centra en realizar acciones para construir el Reino

de Dios en la Tierra, potenciar su misión. De otra parte, el capitalismo, que no es más que la relación que establecen los seres humanos con las empresas para la producción y el intercambio de bienes y servicios, en el que interviene, precios y mercados.

Haciendo referencia a Emile Durkheim, Aguayo (2007) ilustra que el francés, entre sus principales obras *-La división del Trabajo Profesional (1893), El suicidio (1897) y la Moral Profesional (1950)-*, ha puesto de relieve que:

“...las profesiones están en el corazón de las sociedades modernas, éstas aseguran una función esencial en la vida social, como es la cohesión social y la vida moral. Éstas representan una alternativa de dominación del mundo de los negocios, de la competencia capitalista y de la lucha de clases. Las profesiones, para este autor, configuran todas las actividades económicas y las categorías de trabajo (patrones, independientes y asalariados) <sup>145</sup>.” (p.99)<sup>53</sup>

En tal sentido, la relación de la religión y el capitalismo en la edad moderna, como naturaleza de las profesiones, tiene como finalidad tener el control de las mismas, a partir de la burguesía que compra su actividad laboral, conformando un mercado competitivo, controlado mediante la ética y la moral subordinadas a la religión.

### **3.2. Las profesiones y su razón de ser**

Recogiendo los elementos analizados por Roa, *et al* (2013), se puede manifestar que el concepto de profesión tiene diferentes maneras de ser entendida dependiendo el contexto y momento histórico desde donde se promulgue, en su reconocimiento influyen aspectos de tipo social, cultural, económico, de formación académica, las condiciones que los Estados y gobiernos a través de las normas establecen, las investigaciones y su producción de conocimiento, las agrupaciones de investigadores y/o profesiones. Es decir, las profesiones tiene intereses que pueden ir desde los personales hasta la de los Estados constituidos como fuerzas económicas, laborales, de producción de conocimiento - investigación, disciplinas- y bienestar social.

En concordancia con el apartado anterior, sobre la naturaleza de las profesiones, se reconoce que desde la modernidad, el concepto de profesión se ha instalado en los escritos de reconocidos sociólogos quienes les han dado diferentes matices que pueden ir desde el religioso, capitalista, hasta el burocrático; entre los investigadores que han retomado el estudio de las profesiones, teniendo en cuenta los autores anteriores, más que todo desde inicio del siglo XX, se encuentran: Harold Wilensky; Magali Sarfati Larson; Andrew Abbott; Charles Derber; Terry Johnson; Robert King Merton; Josep Rodríguez; Mauro Guillén; Carr-Saunders; Talcott Parsons; Robert Merton; Eliot Freidson, entre otros. No es la intención abordar cada uno de ellos, no empero en la tabla 5.9 se puede evidenciar la participación de algunos de ellos en las escuelas identificadas por Rodríguez y Guillén (1992).

Algunos estudios sobre las profesiones, en cuanto a las teorías desarrolladas y las complejidades del concepto, han buscado dar cuenta de estas ubicándolas en escuelas –definidora, evolutiva, revisionista-, (Rodríguez y Guillén, 1992), en la perspectiva de hacer análisis a las organizaciones y las profesiones en la sociedad contemporánea. Real (2002), a partir de la lectura que hace de los autores anteriores (Rodríguez y Guillén, 1992) elabora la tabla 5.9 teniendo en cuenta para su construcción, la concepción

---

<sup>53</sup> “145. Cfr. Dubar y Tripier, 1998.” (Aguayo, 2007:99).

de profesión manejada, el método utilizado para los estudios, las características que las constituyen, la categoría sobre el que se orienta la profesionalización, autores que la lideraron, países y años. Con ello recoge las características generales que perfilan las escuelas que se puede comprender han orientado el estudio de las profesiones a lo largo del siglo XX.

Un breve análisis a la tabla, permite decir que en las tres escuelas se hace referencia a un conocimiento especializado (definidora, evolutiva) o abstracto (revisionista); en esta última escuela, se abandona el naturalismo y se plantea la constitución de una profesión por medio de un aprendizaje amplio, que deriva en un grupo con privilegio y poder, se pasa de la profesionalización a sus funciones, y a la supervivencia en un sistema competitivo. En las otras dos escuelas, lo natural y la vocación juegan un papel clave, en la evolutiva, se evidencia como se busca caracterizar las ocupaciones y realizar comparación con un “tipo ideal” de profesión liberal (medicina, derecho); en la escuela definidora se enfatiza en qué tanto se acercan fielmente las ocupaciones a las características de una profesión.

**Tabla 5.9:** Paradigmas en sociología de las profesiones (Rodríguez y Guillén, 1992, tabla elaborada por Real, 2002:56)

	<b>Concepción de la profesión</b>	<b>Método</b>	<b>Atributos profesionales</b>	<b>Categorías según proceso de profesionalización</b>	<b>Autores</b>	<b>Países y años</b>
<b>Escuela Definidora</b>	<p>-La profesión típica presenta un conjunto de características, y que otras vocaciones se acercan más o menos fielmente, a causa de la presencia de algunas de estas características tal cual están o parcialmente desarrolladas.</p> <p>-Revisión general de las características comunes de las diferentes ocupaciones profesionales.</p> <p>-Organización de expertos aplicando conocimientos especializados.</p> <p>-Supone demanda de posición y reconocimiento social.</p>	<p>-Histórico: procesos de cambios de las ocupaciones en su desplazamiento al periodo más profesional.</p> <p>Combinan naturalismo y tipologías.</p>	<p>-Grupos de expertos que aplican conocimientos esotéricos a casos particulares.</p> <p>-Autonomía</p> <p>-Idea de servicio (potencial para construir socialmente).</p> <p>-Relación asimétrica experto/cliente. (La relación asimétrica experto/cliente, caracteriza para Abbot el punto de vista funcional en el proceso de profesionalización, y es introducida por Marshall, autor tardío por la “Escuela Definidora”. Aunque Carr-Saunders y Wilson evitaron la tarea de definición de la profesión, sus estudios sobre las características diferentes ocupaciones diversas, llegaron hacer tema de discusión definitoria (Elliot).</p>	-Funcional	<p>-Carr-Saunders y Wilson. “The Professions” (1934)</p> <p>-Marshall EE.UU. (1964)</p>	<p>-Gran Bretaña</p> <p>Periodo anterior a la II Guerra Mundial</p>
<b>Escuela Evolutiva</b>	<p>-La profesión es vista como un proceso natural consiste en la caracterización del modelo o “tipo ideal” de profesión liberal al que tratan de adecuarse las profesiones.</p> <p>-Cinco etapas principales en la especialización de las ocupaciones en los EE.UU.</p>	<p>-Descriptivo</p> <p>-Comparado (Diversidad de las formas frente etnocentrismo de la Escuela Definidora)</p> <p>-Estudios de casos y tipologías de la Medicina y Derecho.</p>	<p>-Ocupación tiempo completo.</p> <p>-Idea de servicio a la comunidad.</p> <p>-Autonomía profesional.</p> <p>-Asociaciones profesionales.</p> <p>-Vocación.</p> <p>-Elaboración de códigos de Ética.</p> <p>-Relación con el cliente.</p>	-Estructuralismo	<p>-Wilensky (1964)</p> <p>-Parsons</p> <p>-Goode</p>	<p>-EE.UU.</p> <p>Periodo posterior a la II Guerra Mundial</p>
<b>Escuela Revisionista</b>	<p>-La profesión es un grupo con función especial basada en un aprendizaje extenso y un conocimiento abstracto.</p> <p>-Se abandona el naturalismo, en el proceso de profesionalización, por el análisis de teorización de las relaciones de las profesiones con la estructura social, las organizaciones y la política.</p> <p>-Examen del conocimiento abstracto con monopolio del poder y privilegio.</p> <p>-El análisis y discusión pasa de las formas de profesionalización a sus funciones.</p>	<p>-Critico (Conflictivo: oposición a la ideología del profesionalismo).</p>	<p>Conocimiento abstracto y dominio organizativo para:</p> <p>-El mantenimiento de la autonomía profesional. (Freidson)</p> <p>-Control del mercado de servicios profesionales. (Larson).</p> <p>-Supervivencia de un sistema de profesiones competitivo.</p> <p>-Alcanzar posiciones de poder y privilegio en la sociedad y organización. (Derber).</p> <p>-Imponer definición de necesidad. (Johnson).</p>	-Sistémico-ecológica	<p>-Eliot Freidson</p> <p>-Magali Sarfati Larson</p> <p>-Andrew Abbott</p> <p>-Charles Derber</p> <p>- Terry Johnson</p>	<p>-EE.UU.</p> <p>Décadas del 70 al 80 y actual</p>

Para Real (2002), la primera escuelas, tabla 5.9, surge bajo las categorías funcionalista; la segunda en la estructuralista; la tercera escuela se desarrolla en la categoría sistémico-ecológica.

Según Real (2002), las escuelas comparten una característica, a parte del conocimiento especializado, es su congregación en organizaciones o asociaciones, y la autonomía. Esta última, está en consanguineidad con el conocimiento que profesan las profesiones, es un atributo que ha prevalecido no obstante las posibles mutaciones, transformaciones, cambios que las teorías y perspectivas de investigación hayan tenido con motivo de los paradigmas en la sociología de las profesiones.

Continuando, un aspecto que particulariza la escuela evolutiva es la elaboración de códigos de ética, que por cierto se podría decir tienen estrecha relación con el asunto de la autonomía, no obstante, en las otras escuelas la ética no aparece como característica de las profesiones. La tabla 5.9 también indica que los países de donde proceden los paradigmas de las profesiones para el siglo XX acaecen en Gran Bretaña y Estados Unidos de América, se encuentra que este último es el que más se ha dedicado a su estudio después de la segunda guerra mundial. A juzgar por lo que pueden representar las profesiones para la economía, no es sorpresa que los sociólogos que se han referenciado - Spencer, Durkheim, Weber y Marx, mayoritariamente del siglo XIX- como fundantes del campo de estudio tengan como tradición cultural la inglesa y francesa, los dos primeros, y los otros dos, la alemana, dado que estas representan potencias económicas mundiales; siendo la cultura estadounidense e inglesa las que han tenido mayor interés por el estudio de las profesiones durante el siglo XX.

Como lo resumen Fernández (2001:24) “El concepto profesión ha evolucionado a través del tiempo y ha sido producto de un desarrollo histórico, que ha creado y renovado mecanismos de diversa índole, hasta llegar a los procesos modernos que se conocen hoy en día.”

Las profesiones, al igual que las disciplinas tradicionales, tienen una fuerte tendencia a pensarse como autónomas. Al parecer esta característica tiene mucho que ver con la negación del control y presión que desde afuera se pueda advertir, ya que ello podría conducir a estar supeditados a normas externas, y posiblemente a perder la naturaleza de su conocimiento especializado, es el caso de la profesión de enseñar, solo que ésta desde un principio careció de una campo que velara por su independencia, es decir estuvo desdibujada, fue borrosa, gaseosa, su conocimiento no yacía en un territorio propio, estaba en todos y en ninguno a la vez.

Retomemos lo que venía expresando, el atributo de autonomía deseado, se ha ido debilitando ante la función directa que tienen las profesiones al poner al servicio de la sociedad su conocimiento, este era “el temor que las disciplinas tenía de las profesiones” de allí que las vieran como separadas de las mismas. Precisamente, si se veían las profesiones como una extensión de las disciplinas, pues estas últimas terminarían perdiendo autonomía, que era para algunos de las disciplinas tradicionales casi que absoluta, como también pensaron en su momento eran absolutos tanto el conocimiento como la verdad.

Reconozco que la autonomía -no absoluta- en las disciplinas y las profesiones son fundamentales para su dinámica –métodos, ética, conocimiento, prácticas- pero también entiendo que el o los territorios de Estado (s) las regulan, no ahora sino siempre que éstas y su conocimientos son relevantes para sus territorios, verbigracia, por lo menos: la profesión de médico, profesor, arquitecto, ingeniero, abogado, biólogo, físico. Es claro que hoy más que nunca y con mayor intensidad, fuerza, el Estado buscan asir los territorios académicos a su territorio, lo cual tiene un sentido por lo que representa el conocimiento, y el bienestar, aumentar, mantener la vida de los ciudadanos, pero sobre todo tener el control, el dominio. Ahora, si bien es cierta la presión que se genera hacia las profesiones y disciplinas, estas deben siempre estar buscando mantener también presión hacia el Estado, buscando mantener ciertos niveles de autonomía.

Las ocupaciones o actividades laborales que no son reconocidas o propuestas socialmente, legales y hasta económicamente productivas como profesiones, se caracterizan principalmente por la falta de autonomía, por ser burocratizadas y poco o nada liberales, dirían quienes tienen una concepción muy tradicional. Pero la realidad en este momento es otra, las concepciones han pasado al plano en el que la ciencia, su conocimiento y producción, su aplicación a través de las profesiones, por lo menos en esto, han sufrido ciertas desfiguraciones que les ha dado un viraje que pone en constante duda los rudimentos conceptuales, teóricos, metodológicos, el contexto, desde los cuales se elaboraron.

En el entendido, en las disciplinas y profesiones se concreta la idea de que su dinámica, comportamiento, decisiones, -más para las profesiones, sin negar que las disciplinas también-, están mediatizadas por reglas y normas externas que les dejan un margen muy estrecho de toma de decisiones, por lo que el éxito de alcanzar un objetivo depende más de lo técnico, de indicadores, de estándares, de competencias. El temor al retroceso de que hablaba Bourdieu (2003) cuando hacía mención a que la ciencia estaba perdiendo autonomía, pues, ya no es un temor, un sueño, es una realidad. Es más, se puede expresar que dicha autonomía –por lo menos la absoluta- no se ha tenido en sí, quizá por ello el autor se refiera a niveles de autonomía.

La relación de las profesiones con el conocimiento y con lo exterior es tan antigua como el origen de las mismas, recordemos que Spencer (1992) ya subrayaba la función de estas para mantener y aumentar la vida. Haciendo una crítica al referente de no tener una mirada más amplia a las profesiones, Fernández (2001:24) manifiesta:

“Durante el último año, al asistir a actividades y foros académicos nacionales relacionados con el tema profesión, ha podido observarse que, cuando se hace alusión a ella, se le relaciona exclusivamente con estudiar una licenciatura o hacer una carrera profesional, enfocándose básicamente al proceso de formación que se lleva a cabo dentro de las instituciones de educación superior, siendo que la profesión va más allá del ámbito escolar, puesto que su desarrollo ha estado ligado en forma permanente a la evolución de las sociedades, en donde ha asumido características que le permite ser considerada una institución dentro de la estructura social a la que pertenece. En este sentido, y considerando que hoy en día los cambios de la sociedad influidos por la conformación de los nuevos bloques económicos están transformando y propiciando nuevas condiciones y



características del mundo de las profesiones, se consideró pertinente hacer una reflexión sobre la manera en que se [Sic] conformado el concepto profesión y su relación con algunos elementos que han contribuido a su estudio.” (p.24)

Al respecto, es claro que muchos países están en constante preocupación por *formar profesionales, investigadores*, por contar con conocimientos de “punta”, por tener la mayor producción de los mismos y ser reconocidos mundialmente, esto es sinónimo de desarrollo y crecimiento social y económico, quien tiene mayor producción de conocimiento (innovación) y sabe qué hacer con él, ósea lo hacen útil, toma un poder especial ante los demás. Bueno, en este punto ya se puede observar otra lucha por territorios –pero relacionadas con las anteriores-, que tienen ahora más que ver con la competitividad en los mercados, entre las economías.

Se puede concretar que las profesiones no pueden ser analizadas sin reconocer el contexto social, económico y político, tampoco se pueden dejar a la deriva, que la formación de los profesionales deviene de unas disciplinas de conocimiento que se instalan en las universidades. Al respecto, aunque no se refiere como tal a las disciplinas, Stinnett (1968) declara que para las profesiones “Antaño, la licencia era informal y estaba en manos de la Iglesia. En los tiempos medievales las universidades proporcionaban tanto la preparación como la licenciatura de las profesiones.” (p.19), aclara “La licencia para ejercer era simplemente el grado universitario o diploma en el campo profesional.” (p.19). En consonancia, Fernández (2001) reconoce que “Los antecedentes de la formación profesional universitaria se encuentran en el nacimiento de las universidades medievales, producto del despertar intelectual del siglo XII...” (p.28)

### **3.3. La ambigüedad y complejidad de la idea de profesión**

Teniendo en mente lo anteriormente desarrollado, es posible sintetizar que bajo el uso de la palabra profesión subyacen algunas propiedades que algunos grupos sociales ambicionan vehementemente: status social, identidad, capacidad intelectual, mayor crecimiento económico, se puede decir también que poder. Ante estos atributos la palabra en sí tiene una atracción por lo que puede significar para una persona o para un grupo de personas hacerse denominar profesional (es).

Todo indica que las conceptualizaciones o definiciones sobre la idea de profesión están al orden del día, se puede decir que lo que predomina es la polisemia, lo cual no tiene por qué entenderse como un obstáculo o asunto poco académico, siempre que lo sea, que se examine y pongan de manifiesto lo que subyace a la misma, máxime cuando la palabra ha pasado, ha tenido diferentes momentos y contextos que la han concebido según sus intereses. En este sentido, Stinnett (1968) subraya: “Pocas palabras se emplean tan libremente como *profesión*. Casi todo grupo especializado, tan pronto como sus miembros se consideran aptos para prestar un servicio significativo a la sociedad, comienza a identificarse a sí mismo como una profesión.” (p.12). El uso desmesurado, desproporcionado, lego, ha conducido a múltiples significados indilgados a las profesiones.

Evidentemente, otras presiones extendidas, devenidas de las tendencias políticas, económicas y religiosas, que no se pueden desligar las unas de las otras, han controlado, dominado, regulado las profesiones según sus intereses. Las decisiones que se toman al respecto dependen de cada uno de

los países, lo cual tiene mucho que ver con las políticas y marcos normativos de los territorios de Estados en cuanto a la producción de bienes y servicios, dinámica del mercado y necesidades sociales, pago salarial. En la actualidad, existen o coexisten algunas actividades laborales que tienen históricamente el reconocimiento, el estatus social de profesión, no obstante, existen otras que se encuentran en una constante lucha por ser reconocidas como profesiones.

Así pues, según lo que se entienda por profesión, muchas ocupaciones que antes no se percibían como tal ahora ya lo son, otras igualmente están en curso de hacerse llamar también profesiones (Stinnett, 1968). Este mismo autor ilustra que encuentra que “Aun en una determinada profesión, un alto grado de especialización puede descomponerla en diversos grupos profesionales separados. Además, muchas de las profesiones reconocidas están desarrollando grupos subprofesionales que cumplen las tareas menos especializadas de la misma.” (Stinnett, 1968:12). Esta misma dinámica de la profesiones es característica de las disciplinas, que como he expresado antes son la fuente de donde deriva la producción del conocimiento especializado de las profesiones, esta es la comprensión que hago por lo que entiendo sobre la dinámica actual del conocimiento y lo que de fondo significa para algunas profesiones –es el caso específico la del profesor-. La palabra profesión “...tal como se utiliza en la sociedad moderna, no tiene equivalente en el mundo antiguo.” (Stinnett, 1968:15). Lo que quiere decir que la palabra ha tenido diferentes significados a través de la historia y que no es tampoco neutral, tiene contenido que evoca posibilidades para ser pensada.

Sánchez y Sáez (2009) tratando de indagar sobre las profesiones, ponen de relieve un conjunto de elementos que podrían describirlas: “grupos de status”, de “posición”, de “interés”, “grupos socialmente idealizados”, “construcciones históricas”, “eventos históricos”. En verdad, las comprensiones a la palabra profesión son múltiples y diversas, están supeditadas a las teorías, escuelas, corrientes, enfoques que han tratado de dar razón de ellas. En realidad no se ha encontrado una definición universal, histórica, contextualizada que satisfaga, con sentido abarcador, las exigencias de los investigadores en el estudio de las profesiones. Atendiendo a la complejidad subyacente, en la literatura se puede encontrar varias denominaciones: semiprofesión, profesión intermedia, paraprofesión. Real (2002) ha perfilado tres tendencias de investigación de las profesiones:

1. Aquella que intenta identificar y definir las características que supuestamente son inherentes a las profesiones y que las distinguen, en forma relativamente precisa, de las ocupaciones no profesionales. La mayoría de los autores que siguen este enfoque no se limitan simplemente a enumerar una lista de características sino que, además, afirman que ellas constituyen una respuesta a las necesidades de la sociedad y son las más adecuadas para que las profesiones puedan satisfacer dichas necesidades de forma eficiente.
2. Un segundo grupo de autores rechaza la dicotomía entre profesional-no profesional. Según este enfoque, las diversas ocupaciones exhiben grados variables de profesionalización; es decir, algunas son más profesionales, otros menos, en relación a un “tipo ideal”, sin que exista, dentro del continuo, una separación tajante entre ellas.
3. Finalmente, hay investigaciones que interpretan la evolución y el funcionamiento de las profesiones, y explican la existencia de sus principales rasgos, sobre la base de las relaciones de poder y privilegio que existen entre ellas y los otros sectores e instituciones de la sociedad.

Con todo y lo anterior, con la naturaleza devenida en principio de asuntos eclesiásticos, ligados a lo político, que dan cierta superioridad (Spencer), pero que después tomaría además perspectivas económicas y fuertemente sociales y de poder (Weber), se entiende que el fin inicial - aumentar la vida (Spencer)- dio un giro hacia el aumentar el poder de las profesiones pero subordinándolas al *espíritu capitalista*, en este, la ética y la moral son puestas como dispositivos por los marcos religiosos para controlar al sujeto, alcanzar la salvación, una misión en la tierra, de allí su vocación (Weber).

Sea como sea, es posible pensar en la actualidad un principio básico, sin que se fundamente en la vocación o en el control de entes externos: el conocimiento ostentado por un profesional tiene correlación con la categoría de Spencer, aumentar la vida. Para este autor, esta es la razón de ser de los médicos, compositores e instrumentistas musicales, profesores música, entre otros, ya misionados anteriormente. Como se puede leer, los profesores ya eran entendidos como profesionales. Aumentar la vida le da a las profesiones un carácter de responsabilidad, el *ethos* social, por lo que se hace con el conocimiento con las personas, sea a través de las leyes, medicina, enseñanza, cantar, pintar, etc.

Spencer, tiene una mirada muy social y evolucionista para pensar en las profesiones, Weber en cambio las pone en términos del racionalismo y del control de las mismas asidas al comportamiento de la economía. No muy lejos de Weber, Durkheim, pone las profesiones en el centro de la vida social y la moral, en función de esto las entiende incrustadas en el capitalismo que forja la disputa de clases sociales ambientadas por el trabajo. Las subsiguientes miradas, las que continuaron con los estudios fraguados por los sociólogos de los dos últimos párrafos, ponen el acento en asuntos de relación del experto con el cliente, la autonomía, el tipo de servicio, las relaciones de poder, organización y necesidades de la sociedad (tabla 5.9). Es aceptado que toda profesión se caracteriza por el tipo de conocimiento que profesa para actuar en congruencia, de seguro que las primeras ocupaciones no eran del todo constituidas por un conocimiento tan especializado como hoy día.

Si bien es cierto esto no define si ayuda a conceptualizar, a tener en cuenta lo que se quiere al abordar una palabra que tiene diferentes maneras de ser entendida. Miremos un poco más el asunto de la definición, de la cual Freidson (2001) reconoce la complejidad para definir qué es una profesión dada la lucha por imponer no una sino múltiples definiciones:

“En pocas palabras, si se quiere que el asunto de la definición sea útil para una teoría de las profesiones no se puede negar ni evitar la necesidad de dicha definición. Un término como profesión, con tantas connotaciones y denotaciones, no puede emplearse en un discurso preciso sin definición. Se podría evitar el asunto de la definición sólo si se adopta la posición manifiestamente antianalítica de que todas las ocupaciones –ya sea que se hable del trabajo casual por un día, del trabajo en la línea de ensamblaje, de la docencia, la cirugía o el análisis de sistemas– se parecen tanto que no se consigue nada al hacer distinciones de cualquier tipo entre ellas. Pero debe negarse con toda firmeza la posición de que no hay diferencia alguna de importancia analítica.” (p.31)

La cita anterior es de suma importancia, por una parte, porque el autor entrevé como problema el no poder diferenciar una profesión de otra (s) por su (s) aparente (s) similitud (s). Incluso pone como uno de los ejemplos a la docencia. Por otra parte, destaca lo fundamental de la definición para poder concretar cuándo se hace relación a una profesión. Afirmando que cada profesión tiene una especificidad para poder abordar situaciones o problemas subyacentes a su acción social, lo que las distinguiría de otras profesiones, *se puede también hacer acuerdo respecto al derecho de admisión a la profesión como acontece a las disciplinas de donde procede en conocimiento específico de la misma. Esto no quiere decir que la profesión no beba de conocimientos devenidos de otras disciplinas, como también ocurre en la disciplina de donde se deriva el conocimiento del profesional.* Como ya lo he expresado, las disciplinas ni las profesiones están solas, aisladas del mundo exterior sea académico, cultural, político, económico, etc., sus dinámicas se fraguan en la idea de un sistema abierto en constante retroalimentación, sin que por ello tengan que perder identidad y mantener un nivel de autonomía.

Este mismo autor sugiere cambiar el enfoque de las profesiones pasando "...de una concepción "estática" de las profesiones como un tipo distinto de ocupación, a la de un proceso por el cual las ocupaciones se profesionalizan..." (Freidson, 2001:31). Esta postura de corte evolucionista, quizá es una opción para dirimir el asunto de usar de manera indiferente lo que significa la idea de profesión, coincide con la segunda tendencia de estudio que Real (2002) presentaba: la no dicotomía entre profesional-no profesional.

En mi entender, es clara la necesidad de establecer unos elementos que orienten lo que es una profesión, con el ánimo de no usar indistintamente el mismo, como usualmente ocurre en la cotidianidad para hacer referencia a actuaciones nada o poco profesionales. Que existan ocupaciones que pretendan alcanzar la denominación pues está dentro de las posibilidades de competencia social, sin embargo, no pueden ser consideradas como tales solo por el hecho de hacer bien un trabajo, como suele escucharse en la cotidianidad, incluso en algunos contextos académicos, todo ello, por el desconocimiento de lo que formalmente esto implica, no solo para una disciplina sino para la sociedad en cuanto a velar por resolver sus problemas, o mejorar, aumentar la vida.

Se podría pensar que cualquier ocupación hace esto, pero *en verdad considero, que una profesión tiene una historia inscrita en investigaciones que han desarrollado conocimiento que aporta a mejorar o explicar un fenómeno, problema, objeto, hecho, tanto en la teoría como en la práctica, es decir, se ostenta un conocimiento especializado que deviene usualmente de una disciplina; está representada por un colectivo de miembros que tienen y manejan lógicas, gramáticas, atinentes a su conocimiento y acción profesional; la formación universitaria en una carrera en particular se sostiene a partir de la disciplina que orienta la investigación y la profesión, las cuales tienen acción en lo social buscando mejorar las condiciones de vida al ponerse en práctica, en acción sus conocimientos formales.*

Cabe subrayar que, como lo advertía Becher (2001) no toda disciplina está representada en una universidad en un Departamento en cambio lo contrario si podría ocurrir. Por lo tanto, todas las profesiones no reciben necesariamente el nombre del Departamento o de una disciplina como tampoco pueden ser reconocidas como exclusivas de una disciplina, sino más bien pueden deberse a

varias disciplinas que darían cuenta de su conocimiento especializado, en estas profesiones se podría decir que el nivel de autonomía puede verse más condicionada por lo externo a las mismas, su campo de producción no estaría aun desarrollado, planteado, muy seguramente éstas no son profesiones tradicionales sino más bien recientes. Si las disciplinas de conocimiento “no se forman de la noche a la mañana” pues podría pensarse que las profesiones tampoco.

Ahora, “Se puede sostener que la naturaleza de las divisiones entre disciplinas varían con la naturaleza de cada una de ellas: algunos límites son más flexibles que otros.” (Becher, 2001:59). Se puede decir, que sean límites bien o poco definidos los de una disciplina, para que una profesión no sea tan vulnerada, conquistada por otras profesiones, le es fundamental constituirse no en varias disciplinas o territorios académicos, como ha solido pasar a la profesión de enseñar, la de profesor, sino en una que le de origen a su objeto y acción profesional con base en un conocimiento especializado.

Cabe subraya que esto no quiere decir que entonces un territorio académico o una disciplina no puedan reconocer, utilizar teorías o conceptos, metodologías de otras disciplinas. Precisamente, la figura 5.1, que representa gráficamente las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, mantiene la idea de un territorio, didácticas y pedagogía específicas semiabiertas, ya que, vale decirlo, el conocimiento profesional de sus miembros, los investigadores y/o profesores, tiene el carácter de ser metadisciplinar, no solo porque el conocimiento puede fluir en el interior entre las didácticas y pedagogías, sino porque estas también interactúan con el conocimiento exterior para poder comprender sus objetos de estudio o de enseñanza. En el último apartado de este capítulo me detendré a analizar por un momento el constructo metaconocimiento.

Retomando a Freidson (2001), es de expresar que tiene razón, acierto punto, al señalar la necesidad de diferenciar las ocupaciones y en pensarlas en torno a profesionalización, solo que esto no se resuelve con solo dejar de verlas como estática, sino que es necesario pensar desde las características que le subyacen a un campo de investigación. Sin la intención de ahondar más en torno al asunto en cuestión, pero si continuado con la conceptualización que venía expresando en coherencia con la perspectiva que vengo construyendo, que entiendo las profesiones como campos de donde deviene el conocimiento que profesan quienes fueron formados bajos sus referentes epistemológicos, ontológicos y metodológicos, es decir, en una cultura académica con creencias, tradiciones y gramáticas particulares que los conduce a pensar y actuar en términos del mismo campo o disciplina de investigación.

En este orden de ideas, se buscará presentar a continuación lo atinente a la profesión de profesor y el conocimiento del profesor de ciencias, que por cierto ha sido bastante debatida en variados contextos por lo que en las últimas décadas este representa para la educación de los Estados.

#### **4. Conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias**

##### **4.1. Una reflexión y concreción sobre la configuración de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas***

Hasta este momento he puesto en discusión, análisis, en lo que he desarrollado en los capítulos III, IV y en lo que llevo en este, varios conceptos –lo que se dice de las cosas-: campo, disciplina, territorio, pedagogía, didáctica, educación, profesión, más que nada. El acogerlas, invocarlas, condujo inevitablemente a imbuirse, impregnarse, inscribirse en algunos momentos de su devenir epistemológico, sociológico, histórico y filosófico. Pareciera que estos dispositivos de conocimiento, no los de las ciencias duras, son los constructos *sine qua non* para navegar para comprender qué ha ocurrido, en dónde y cómo, por qué y para qué ocurrió.

Todo ello me ha permitido evidenciar lo fundamental que es pensar desde cuál momento y contexto se elaboran los conocimientos y “como estos adquieren posición en la mente de sus actores”, orientándolos a seguir por sus territorios académicos o de Estado, a dinamizar el conocimiento bajo sus propios preceptos, tradiciones, costumbres, creencias. Cuando hay adaptación, acostumbramiento a una cultura, cualquiera que sea, se presentan como verosímiles, justificados, razonables los fenómenos, objetos, problemas, así no se resuelvan. El cambio, transformación de las maneras de entender y aprender el conocimiento, su origen y naturaleza construida se torna compleja, perpleja, por la pluralidad de pensamientos que pueden emerger y divergir frente a la apariencia.

Asumir una postura “no tradicional, no atávica”, es quizá en si ya un problema, negar, negarse, son los juicios óbices de todo crecimiento ontológico y epistemológico. Sin que esté de acuerdo en varias de las razones dadas por Nietzsche (2005) en sus cavilaciones al respecto de la pregunta, ya antes expuesta, ¿Cómo se llega a ser lo que se es?, parece adecuada cuando se piensa en la formación del ser en tanto su posibilidad de asirse de conocimiento que lo hace ser como es. Señalar solo esto sería muy reduccionista ya que el autor, como ya busque poner de relieve en el capítulo III, haciendo alusión a los territorios y campos, que por cierto no es el interés del autor, por lo menos no en cuanto al conocimiento pero si en cuanto al territorio de Estado, advierte como el genio está supeditado en su ser a lo interno y lo externo, a su metabolismo, al idealismo, atado a los libros, costumbres, creencias. No es el interés de Nietzsche (2005) describir su sentir frente a una disciplina de conocimiento, a un territorio académico, pero si a la influencia del Estado y la cultura con todo y lo que pueda implicar su territorio para que el hombre, el genio, tenga ciertas forma de pensar de acogerse a una realidad que marca su forma de ser. También Nietzsche (2009) entiende lo que implica la educación en la formación del ser, de lo que se puede ser.

Hasta aquí los *territorios académicos* y el *territorio de los Estados* actuales conforman territorios desde los que se develan reciprocidades que aportan a los dos, pero de todas maneras generan tensiones en sus interiores al igual que presiones entre ellos. Esto tiene coherencia con lo que había subraya con Bourdieu (2003) en cuanto a la “pérdida de independencia, de autonomía” de los campos debido a la presión política, religiosa, burocrática, etc. Ciertamente, asirse a un territorio académico, así no se tenga autonomía absoluta, es en la práctica lo que se muestra como propiedad *sine qua non* para que los miembros de la disciplina y la profesión no sean vulnerados, invadidos sin mayor esfuerzo, no solo por otras disciplina y profesiones sino también por el Estado (s).

Parafraseando a uno y otro autor, se puede ilustrar que el sabio, el genio, el investigador, el profesional se forma sobre, en y para un territorio Estado y/o académico que los hacen ser lo que

son por las tensiones y presiones, por el capital simbólico, por el conocimiento y su naturaleza que se produce en el campo. Se puede afirmar que esta no ha sido la condición y premisa evidenciada en la didáctica y la pedagogía, ya que sus miembros no suelen reconocer que se ha formado en las mismas, teniendo toda la razón dado que su formación se ha situado en otros campos, o incluso habiéndose formado en un programa curricular para profesores puede también ocurrir que dichas disciplinas no fueran el núcleo de su formación profesional sino las disciplinas que se enseñan. En clave de esto cabe dejar formulados dos cuestionamientos que serán, incluso ya han sido, abordados en distintos momentos en esta tesis, a saber: ¿Las Facultades de Educación, los Departamentos que forman profesores, los forman para ser profesionales de la enseñanza e investigadores en el campo de la pedagogía y la didáctica? ¿Los referentes epistemológicos, teóricos, conceptuales para la formación de los profesores a qué disciplina corresponden?

Siendo osado, una respuesta podría ser: los profesores no son formados en la didáctica ni en la pedagogía sino en otras disciplinas. Es por lo que es posible declarar que a la “profesión de profesor” ingresan todos los profesionales de otros campos que con toda razón no reconocen a la didáctica y la pedagogía como los conocimientos que fundamentan su profesión de profesor ya que fueron formados bajo objetos de investigación que discurren sobre lo vivo, el diseño, las propiedades o transformación de la materias, entre otras opciones, según la disciplina, pero no sobre la enseñanza de los mismos.

Se considera que enseñar se aprende con la práctica y con la experiencia. A mi modo de ver, esto ha ocurrido por la manera como se han configurado la pedagogía y la didáctica, o mejor, las han buscado configurar las Ciencias de la Educación, incluso otras ciencias. Nunez (2012) ponía de relieve:

“Cuando hablamos de las ciencias de la educación hacemos referencia a una vasta disciplina, imposible de ser tematizada globalmente. Sin embargo, podemos afirmar que uno de sus rasgos fundamentales es la pluridisciplinaridad: desde sus orígenes, numerosas disciplinas (sociología, sicología, ergonomía, economía, filosofía, entre otras) han contribuido a su desarrollo, ya sea llevando fenómenos educativos a sus respectivos campos de estudio o persiguiendo una articulación multidisciplinaria sobre un mismo objeto. El carácter *pluri* de las ciencias de la educación le proporciona simultáneamente su fortaleza (la posibilidad de cruzar diversas perspectivas del mismo fenómeno, pudiendo aspirar así a una reflexión “integral” de los fenómenos vinculados a la educación) y su debilidad (la identidad disciplinar y la posibilidad de estructurar una perspectiva teórica y metodológica capaz de equilibrar lo disciplinar y lo multidisciplinar).” (Nunez, 2012:14)

Aunque este tema ya lo había desarrollado, tiene sentido nuevamente por lo que estoy persiguiendo. Recordemos que en una cita realizada sobre Martínez (2013:63) afirmaba que la didáctica y la pedagogía son próximas al profesor, en tanto que abordarlas en términos generales como educación “es asunto de todos”. Ahora, si bien es cierto que Nunez (2012) reconoce la multiplicidad de disciplinas como una fortaleza, lo cual tiene riqueza por lo que puedan decir otras disciplinas, enriqueciendo el campo, lo que no parece atinado por las lógicas y gramáticas que pueden manejar las disciplinas, lo que las hace a cada una singulares, con identidad, es que se incluyan a todas las

disciplinas en el mismo territorio, en una misma ciencia (s) de la educación. Este mismo autor, acepta que este asunto crea debilidades, que pues no eran para menos: carencia de identidad disciplinar. Con la otra debilidad, se denota que Nunez (2012) intenta ser “salomónico” al pensar en un posible equilibrio entre lo multidisciplinar y lo disciplinar, asintiendo entonces la participación de otras disciplinas en las mismas Ciencias de la Educación.

Es claro que la interdisciplinariedad puede ser una propiedad que hoy más que nunca se torna como deseable, sin embargo también es cierto que cuando no existen lógicas cercanas como es el caso de la pluridisciplinariedad en la Ciencias de la Educación, pues allí no hay ninguna fortaleza ni para las disciplinas ni para la (s) ciencia (s) que las contiene, por ende lo que ocurre en estas condiciones es que cada disciplina explica, tiene un discurso desde el que aborda temas que puede ocurrir le tocan tangencialmente pero que no son en sí su objetos o problemas de análisis ya que su discurso tiene otra lógica.

En mi idiosincrasia académica el escollo no se resuelve por esta vía, sino en el establecimiento de un territorio propio para estas disciplinas: *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Entiendo que en esta categoría se fragua un discurso, lógicas y gramáticas instituidas e instituyentes del conocimiento de sus miembros: profesores investigadores y profesionales que también investigan desde su práctica. En este territorio académico se encontrarían las didácticas y las pedagogías (figura 5.1) pensando en su objeto –la enseñanza - u objetos – aprendizaje, evaluación, currículo, contenidos, estrategias, etc.- derivados del anterior. De acuerdo al concepto, contenido, disciplina a enseñar, el objeto (s) de enseñanza (Chevallard, 1991) tendrá (n) características que lo (s) particularizan. En este sentido, y en la presunción de que los profesores se formen en este territorio académico desde su ingreso a la universidad a las Facultades y/o Departamentos de pedagogía y/o didáctica, entendiendo estas como su conocimiento fundante, es que es posible entender el conocimiento del profesor como *profesional didáctico y pedagógico*.

En torno a esto es pertinente el planteamiento de Bourdieu (2003), entre otros que he puesto de relieve, en cuanto a que: “Entender... es entender el campo contra el cual y con el cual alguien se ha construido a sí mismo; y entender también la distancia respecto al campo, y a sus determinismos, que puede ofrecer cierta utilización de la reflexividad...” (2003:167)

En términos generales, la idea de profesión y su acción en la realidad ha sido transformada desde la concepción que se acerca primigeniamente a la tribu y a sus creencias religiosas sobre los poseedores del saber por vocación y dedicados a este, pasando por las sociedades más modernas que usan esta concepción para establecer clases sociales, en las que unas predominan sobre las otras por el conocimiento que ostentan y que les da poder; hasta el manejo y control –en el orden normativo, mercantil, ético- que establecen los Territorios de Estados sobre los profesionales, y la respuesta gregaria que éstas dan ante lo anterior mediante la conformación de organizaciones que las representen.

*El conocimiento especializado de una profesión subyace a una o varias disciplinas que se pueden arraigar en las universidades para hacer crecer sus comunidades de académicos, a juzgar por lo presentado aquí, unos se dedican a la investigación, otros a hacer uso del conocimiento para*



*resolver o abordar temas o situaciones, otros hacen las dos. Las disciplinas y las profesiones mantienen en constante tensión en sus campos, a la vez que pueden fraguar luchas constantes con el Estado y el capitalismo, el cual busca ponerlas a su servicio mediante el control de lo que investigan y su acción profesional.*

En lo que sigue se abordarán los constructos conceptuales o teóricos que se han elaborado para dar cuenta de la profesión de profesor, a su conocimiento, organización, integración, naturaleza, aunque es cierto que sobre esto ya he venido dando algunos elementos que serán convergentes ahora.

## **4.2. Profesión de profesor y elementos de su formación**

Antes de iniciar la presentación de los asuntos que se han desarrolla en el campo de conocimiento del profesor, en otros apartados que le seguirán a este, tiene importancia hacer una mirada a lo que se ha planteado al abordar la idea de profesión de profesor, muy a propósito de los rudimentos que se esbozaron antes sobre la idea de profesión.

En concordancia, es posible explicitar, que dentro de las ocupaciones que constantemente se ponen entre dicho para ser catalogadas como profesión se encuentra la de enseñar, puesto que teniendo en cuentas las característica propuestas para las profesiones, tabla 5.9, las escuelas definidora y evolucionista, que tienen perspectivas funcionalistas y estructuralistas, respectivamente-, ésta no cumpliría a cabalidad con los requisitos relacionados con el desempeño por vocación, autonomía, tener un conocimiento especializado o –escuela revisionista-, abstracto en su formación universitaria, código de ética –escuela evolutiva-, estar representada por una organización o asociación –aunque por lo general tienen una asociación sindical- que vele por regular a sus miembros en su función social, al igual que por defenderla, este último requisito es evidente en las tres escuelas.

Aunque puede que lo anterior sea relevante, considero que lo esencial no son estos requisitos para definir la profesión de profesor, lo que vislumbro como fundamental, a la luz de lo que le acontece a esta profesión, es reconocer, identificar, establecer los referentes teóricos, epistemológicos, históricos, filosóficos, sociológicos, que desde hace varios siglos se han venido desarrollado y que dan cuenta suficiente de la consolidación de la didáctica y pedagogía como disciplinas productoras de *conocimiento especializado* derivado de sus objetos de investigación -enseñanza, aprendizaje, etc.- que dan cuenta de la acción profesional del profesor.

Al tenor de no existir consciencia respecto al conocimiento profesional del profesor, lo que ello implica, para ser diferenciado de otras profesiones, es por lo que el reconocimiento social de quienes se ocupan de la enseñanza sea bajo y a su vez sea lesionado bruscamente por campos académicos externos, como se vio antes, a veces entendidos todos dentro de las Ciencias de la Educación, entre otras ciencias, o campos o poderes políticos, económicos.

Ante esto, es de señalar que la intención no es la de poner la profesión de enseñar al orden, estructura y características de la medicina o el derecho, que durante siglos han sido los referentes para el planteamiento de la mayoría de los requisitos, puesto que enseñar es una profesión que tiene una función social y una acción particular en las aulas de clase, que influye de manera contundente en la vida de las personas, cultura, economía, desarrollo del conocimiento.

Se puede afirmar que durante mucho tiempo lo que ocurre con la profesión de enseñar tiene que ver, en lo fundamental, con las condiciones que los países y sus respectivos gobiernos quieren de y para esta “profesión” y para sus ciudadanos, al igual que tiene que ver con las investigaciones adelantadas desde la pedagogía y la didáctica. Estas últimas, se puede inferir, no han tenido muy claro lo que quieren de y para la profesión de profesor, por no tener mayoritariamente el acuerdo de que forman desde sus disciplinas a los profesionales de la enseñanza, aunque es claro que en la didáctica de las ciencias, específicamente, se pueden encontrar ciertos énfasis de investigación en este sentido.

Pensar en profesores profesionales, es decir, conocedores y entendedores de las teorías y epistemologías que han emergido de varios ángulos y contextos y (Díaz Barriga, 1998) momentos de la historia de la didáctica y la pedagogía, de base en la formación inicial del profesor, puede generar una mayor identidad hacia estas y la profesión. En esto la teoría y la práctica se instituyen a partir del profesor, tanto desde su formación profesional inicial que le debería dar la cultura académica y el conocimiento especializado, como en su desarrollo y ejercicio profesional. La teoría y la práctica no están acabadas, no existen verdades absolutas, el profesor es el miembro representante de su territorio académico, figura 5.1.

En algunos países la injerencia de estas disciplinas suele ser mínima, sobre todo porque suelen ser incluidas junto a otras disciplinas que en su conjunto son denominadas Ciencias de la Educación. Estas circunstancias desconocen el estatuto específico de la profesión de enseñar por lo que es usual que cuando se haga referencia a esta profesión se tenga la concepción de que se está haciendo referencia a cualquier profesional.

El siguiente fragmento, favorece explicar el asunto en cuestión: “...El significado primario de los grados de bachiller, maestro y doctor es el de ser certificados para enseñar, y actualmente son reconocidos como tales en toda comunidad de educación superior<sup>11</sup>”<sup>54</sup> (Trut, 1961:190, citado en Stinnett, 1968:20). Shulman (1986) también escribe en este sentido, cuando aborde una de las tendencias de investigación sobre el conocimiento del profesor profundizare sobre este autor.

Con lo dicho, se entiende que quienes tenían ciertos niveles de formación académica eran, estaban facultados para la enseñanza, el certificado obtenido no solo daba cuenta de un nivel de profundidad del conocimiento, sino que le asigna a quien lo recibe la profesión de profesor. A mi modo de ver, esto ha tenido algunas consecuencias negativas para la educación. Está dado, que siendo la educación base para formación de talento humano, en algunos momentos se ha reflejado la eleva

---

<sup>54</sup> “<sup>11</sup> I. N. Thut, exposición ante la NEA Representative Assembly, Atlantic City, New Jersey, junio 30. 1961, *Addresses and Proceedings of the Ninety – Ninth Annual Meeting Held at Atlantic City, New Jersey, June 25-june 30, 1961*, vol 99. National Education Association, Washington, D.C, 1961, pag. 190.” (Stinnett, 1968:20).

preocupación de algunos países ante la disminución del desarrollo de investigaciones científicas y la producción de conocimiento, por no contar con talento humano que se dedique a estas actividades.

Bajo esta premisa es que fundamentalmente, por ejemplo, la didáctica de las ciencias impulsa en mayor medida su emergencia como ya lo he hecho notar con Porlán (1998); Gil, *et al* (1999) y Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), además que con esto, no solo desde la didáctica de las ciencias, se encuentran los primeros estudios sobre el pensamiento-conocimiento del profesor y su profesión. Galagovsky (2010), sin que tenga en mente la profesión del profesor, por lo menos no en lo que expresamente escribe, sino más bien la pregunta sobre ¿Por qué didáctica de las Ciencias Naturales? subraya que desde la década de los 70 con la evolución y entusiasmo por el conocimiento y los descubrimientos que desde la ciencia y la tecnología a floraban, se otorgó a estas un alto valor a su información "...una calidad de verdad y un alto poder de racionalidad a su discurso y metodologías, de tal forma que su enseñanza se entendía como valiosa en sí misma." (Galagovsky, 2010:204). Esta misma autora expresa que

“Así las cosas, en el mundo educativo de Occidente se implementaron diversas estrategias para mejorar la enseñanza de las ciencias y la tecnología durante las últimas décadas del siglo XX. Al final de la primera década del siglo XXI nos encontramos con un panorama impensado como tendencia derivada de aquellas décadas optimistas.” (p.204)

La razón de que Galagovsky (2010) hiciera ésta declaración se sustenta en la revisión que hace a algunas publicaciones, que dejan en evidencia que la enseñanza de las Ciencias Naturales y las matemáticas están en crisis, que cada vez son menos los estudiantes que quieren estudiarlas, tanto a nivel de la educación secundaria como en la superior, en países como Francia, Reino Unido, Alemania y en general en Latinoamérica. Sin la pretensión de profundizar por el momento al referente, ya que será oportuno hacerlo en el siguiente capítulo en que se aborde el caso específico de la enseñanza de la biotecnología, para tomarla como ejemplo, vale la pena señalar lo que la autora considera es la dificultad y que es importante no olvidar:

“La transferencia lisa y llana de muchos contenidos de ciencia enseñados en la universidad, hacia la secundaria –fin propedéutico- desmotiva, conduce a una mala percepción de la misma en la inmensa mayoría de los estudiantes, y no atiende sus reales necesidades de conocimiento de ciencia para comprender y utilizar en la vida cotidiana...La creación de modelos científicos es una habilidad cognitiva de alto orden y sumamente creativa. Debemos tener esto muy presente a la hora de enseñar ciencias naturales.” (Galagovsky, 2010:208)

Con lo expresado por la autora, lo que queda en evidencia es que en la enseñanza se ha puesto al orden de las ciencias duras, bajo su epistemología, lo que ha generado desatención de los estudiantes para con la ciencia, generando entonces la disminución de personas que quieran formarse en las mismas. Infiriendo del planteamiento de Galagovsky (2010) se puede decir que los profesores llevaron las ciencias *per se* que les enseñaron en la universidad al colegio –la secundaria- generando el descenso de los estudiantes que quieren seguir carreras en ciencias. Luego entonces se

podría especular que los profesores “profesionales”, no es clara la autora en cuanto a si de la enseñanza- no fueron formados en las disciplinas pedagógica y didáctica sino en otras.

Así pues, la explosión de investigaciones sobre la enseñanza, y todas las posibilidades y perspectivas relacionadas para mejorarla: aprendizaje, contenidos, currículo, el contexto cultural, social, modelos teóricos, estrategias, resolución de problemas, entre muchos otros; la producción de conocimiento, surgimiento de grupos de investigación con énfasis en algunos objetos, entre otras cosas, que ya he presentado muy a propósito de la didáctica de las ciencias, como disciplina, ratifica la concreción de un conocimiento especializado requerido para actuar profesionalmente en la acción de enseñar.

Considero que el no abordar las pedagogías y didácticas como ciencias particulares reconocidas con un estatus particular, sino como “unas más” ha generado poco “blindaje” al profesor en la formación inicial universitaria como profesional de la enseñanza, para que ejerzan en consecuencia en su desarrollo profesional; generó y aún genera concepciones negativas en quienes buscan aprender; igualmente ha repercutido en la profesión ya que ha sido puesta en duda. Ahora, nada garantiza que se forme, en un programa para profesores, un profesional para enseñar, si en lo que se forma mayoritariamente es en los referentes epistemológicos de las Ciencias Naturales y no en los de la didáctica de las ciencias.

Sería tan iluso pensar que en la formación del profesor se negaran los contenidos *per se* de las Ciencias Naturales como pensar que su formación para enseñar es un asunto complementario, en algunos casos al finalizar o al inicio de la carrera, pero no durante toda la carrera.

Abordemos ahora algunos autores que han centrado sus estudios propiamente en la profesión del profesor, lo que proporcionará otros elementos para el análisis. Así pues, en una mirada exclusiva en la profesión, o más cercano todavía al autor: profesionalización, Fernández Pérez (2000), desarrolla en su libro una serie de aspectos que aportan, describiré algunas en la tabla 5.10.

Como se puede observar en la tabla 5.10, en una de las columnas se presentan cuatro aspectos que a su vez son caracterizados mediante algunas descripciones que ponen en evidencia aspectos que tienen mucho que ver con la desprofesionalización de la enseñanza. Hay que decir desde ya al referente de la desprofesionalización que no sería adecuado hacer alusión en este sentido para el caso de los profesores dado que, teniendo en cuenta los apartados desarrollados sobre las profesiones, esta como tal no ha existido, no sería adecuado el uso de la denominación desprofesionalización cuando la denominación profesor profesional históricamente no se ha referido a un conocimiento especializado acorde a la acción que se desempeña con la enseñanza. Cuando todas las profesiones asisten a esta “profesión”, y sino de que profesión se está hablando.

El siguiente pronunciamiento de Weber (2007) deja claro lo que no podía ser otra manera en su momento, segunda mitad del siglo XIX, al hacer referencia a la enseñanza:

“...este arte de enseñar es un don personal y no va en absoluto con la capacidad científica. Sin embargo... no tenemos una corporación de «inmortales» de la ciencia, sino que las

universidades, de acuerdo con nuestra tradición, tienen que cumplir la doble exigencia de la investigación y la enseñanza. Es una total casualidad el que ambas capacidades se den en una misma persona.” (p.57)

Como se puede confirmar una vez más, como se observa en el último reglón, para Weber el hacer científico tiene como causa la vocación, esta concepción es una de las más arraigadas, sea cual sea el contexto académico o no académico. Para el autor lo científico no tiene nada que ver con la enseñanza, no empero declara que por la tradición en su cultura alemana se deben hacer tanto lo uno como lo otro. En realidad en asunto del don tiene mucha tradición por el hecho de estar en consonancia con la religión, por eso es común encontrar el llamado que regularmente se hace al don de algunas –yo diría que a muchas- personas para hacer ciertas actividades. La distinción que Weber (2007) hace sobre el don de enseñar y la capacidad científica es tajante, no obstante de otorgarle algo de azar cuando se presenta las dos en una persona.

**Tabla 5.10:** Recopilación y descripción de aspectos desarrollados por Fernández Pérez (2000) sobre profesionalización y práctica

Aspectos	Descripción
Los hábitos no profesionales	1. La rutina, a veces de décadas, en los modos de hacer de numerosos enseñantes, así como el ejercicio acrítico de su profesión y la debilidad o inexistencia de una formación inicial para dicho ejercicio, por añadidura, están indicando con excesiva claridad el escaso respeto que se tiene por el saber específico que un docente requiere para desempeñarse como tal, al margen, se entiende, el contenido científico sobre el que puede versar su mensaje didáctico. (p.2-3)
	2. La actividad docente es una de las más resistentes a todo tipo de innovación, como confirman numerosos autores de las más diversas latitudes. (p.3)
El testigo de la auto-percepción	3. Haciendo referencia a un comentario de un colega de Fernández Pérez (2000), expresa: «si usted pregunta a un profesor de bachillerato: ¿Qué es usted?, levantará la voz y la cabeza para responder: Historiador, matemático, filólogo, químico, filósofo o físico; si a continuación usted le pregunta: ¿Y a qué se dedica?, bajará la voz y la cabeza, para responder: A la enseñanza.» (p.4)
	4. La desprofesionalización anida incluso donde menos cabía esperar: en los centros académicos mismos en que se forman profesionalmente (o deberían formarse) los futuros profesionales de la educación. Ni siquiera a nivel teórico se inculca a los estudiantes (ahí están los efectos en sus alumnos de ayer, profesores hoy) la habituación profesionalizante del análisis de la práctica, la investigación operacional y el perfeccionamiento permanente técnico-pedagógico. (p.5)
El refuerzo institucional a la desprofesionalización	5. La administración educativa y la legislación por ella promovida ha tenido muy buen cuidado, en todos los países, de proporcionar una preparación profesional rigurosa y específica para determinadas profesiones “importantes” (médicos, arquitectos, notarios, ingenieros, veterinarios, etc.), teniendo previstas graves penas en sus leyes para quienes, sin la certificación de la correspondiente preparación técnica, se atreven a ejercer las actividades profesionales antedichas (delito de intrusismo). ¿Dónde está la sanción penal prevista para quienes, sin presentación profesional alguna para la docencia, la ejercen, tanto en el nivel secundario como en el universitario? (p.6-7)
	6. La inmensa mayoría de los profesores, que están enseñando a los futuros maestros cómo enseñar a los niños, en su vida han enseñado a niños, pues son simplemente licenciados o doctores en matemáticas, historia, lengua, pedagogía, filología, inglés, física, etcétera. (p.7)
La adscripción sociológica	7. Los profesionales de la enseñanza, acentúan su desprestigio por varias vías (p.9): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por las insuficiencias, cualitativas y cuantitativas de la educación en distintos países.</li> <li>- El incremento de exigencia a los sistemas educativos, lo que no hace las insuficiencias pues los cambios institucionales suelen ir detrás de los cambios funcionales o de los conflictos.</li> <li>- El prestigio social de los profesionales de la enseñanza es inversamente proporcional, en cuanto</li> </ul>

	<p>tales profesionales precisamente, a la preparación profesional pedagógica que poseen, no solo en términos reales, sino, además, en términos institucionales, burocráticos.</p> <p>- Por la rutina acrítica e irreflexiva heredada e instaurada, que niega que el profesor sea mejor en la enseñanza.</p>
--	---

Si bien es cierto las profesiones han estado relacionadas con un conocimiento especial, esta coexistencia con la vocación, capacidad, don, le da un tributo adicional. Para el caso de la profesión de profesor pues su conocimiento estaba, aún en algunos caso está, ligado al conocimiento *per se* de la ciencia. Para Weber (2007) es necesario separar la enseñanza de la investigación, al parecer para él la enseñanza no es objeto de investigación, como tampoco lo es para Bourdieu (2003), Becher (2001), además le parece una eventualidad que una persona tenga los dos dones: investigación y enseñanza.

En Weber (2007) enseñar deriva de un don, que se vuelve un requisito junto a la investigación en la universidad. El contar con personas para la enseñanza ha obligado a que muchas personas lo hagan por la necesidades de las instituciones educativas (basta con recordar a Nietzsche (2009) –citado en el capítulo III- en su anuncio crítico sobre quienes eran estos profesores y lo que ello había implicado en la educación del hombre, en la cultura) o por la necesidad de la persona. Con base en esto y otros pronunciamientos que he realizado por medio de Feyerabend, Bachelard y Foucault, como críticos agudos sobre la función de la escuelas y sobre quién es el profesor, es que manifiesto que la idoneidad de la profesión del profesor no ha existido, no se pensó como tal, simplemente se acuñó al profesor la palabra profesión sin más. Así se institucionalizó tanto socialmente como en los colegios y universidades.

Con todo y esto, especialmente durante el siglo XX la enseñanza se ha problematizado y se ha intentado caracterizar al profesor, y ha emergido y consolidado la didáctica de las ciencias, entre otras didácticas (tabla 5.1) y pedagogías. Luego de este entremés en una visión general sobre lo que de la enseñanza se había construido y el manifestar sobre el uso no formal, indiscriminado de la palabra profesión para con los profesores, volviendo a la tabla 5.10, son de importancia los planteamientos que Fernández Pérez (2000) ha desarrollado y que someramente están contenidos en dicha tabla.

Desde mi punto de vista, y teniendo en mente lo que expresé inicialmente sobre la no existencia de la profesión de profesor, para el autor el problema de la desprofesionalización radica, por una parte, en la “...no institucionalización del perfeccionamiento de los profesores, no-investigación en el aula y al no-análisis de la propia práctica escolar, como hábitos pedagógicos de los profesores...” (Fernández Pérez, 2000:1), aspectos que considera se pueden dirimir siempre que el profesor reconozca como fundamental superarlos, para esto el autor hace la propuesta de marcos metodológicos alternativos, instrumentos, técnicas, elementos para la validez de los datos y las conclusiones, que pueden ser utilizados por los profesores.

De otra parte, pero relacionado con la anterior, en tanto lo que conduce a la desprofesionalización, en la descripción 4 de la tabla 5.10 se critica que a los futuros profesores no se les forme al menos en lo teórico en los lugares en donde se debería hacer (Institutos y Facultades de Ciencias de la Educación), para lo que considera que se debería tener en cuenta el “...análisis de la práctica, la

investigación operacional y el perfeccionamiento permanente técnico-pedagógico” (Fernández Pérez, 2000:5). Con esto busca dirimir la falencia y hacer que el profesor investigue en la escuela. No obstante, esta mirada de lo “teórico” es muy simple, es un paliativo, de hecho hay que subrayar que la formación no se puede reducir a estos tres aspectos, ni mucho menos a lo técnico, como él concibe se deben profesionalizar continuamente las profesiones, es lo que llama -Fernández Pérez (2000)- un *progreso continuo de carácter técnico, un saber específico no trivial*. Según Ibarra (2010), esto tiene razón de ser en cuanto que “La técnica como “saber hacer”, adquiere relevancia y ponderación en el ámbito de las profesiones, los oficios se relegan a los saberes ancestrales.” (p.26)

Prosiguiendo, Fernández Pérez (2000), señala que otro de los problemas de la desprofesionalización tiene raíces en la formación inicial de los profesores ya que los formadores de estos profesores en las universidades carecen de experiencia en la enseñanza –descriptor 6-, ante esto, pone de presente que los formadores de formadores, deben cumplir los siguientes requisitos:

“a) Experiencia docente a pie de aula, y no una experiencia cualquiera, sino una experiencia amplia y, a ser posible, interdisciplinar; b) Experiencia de segundo orden, es decir, como expertos en enseñar a enseñantes, en formación de profesores, en innovación educativa, en investigación en la acción, etc. El efecto multiplicador de una elección incorrecta de expertos /asesores a estos niveles puede ser devastador en términos muy reales. Puede, en efecto, depauperar durante años a toda una generación de docentes, pueden bloquear sistemáticamente todo intento auténtico de romper la fosilización de la rutina, negando, en su manera de enseñar, la manera de enseñar que predicán...” (Fernández Pérez, 2000: 204)

En el descriptor 5 se pone de relieve el tema de la ética en las profesiones así como también de paso lo legal, se expone el caso de como el ejercer una profesión sin ser certificado para ejercerla puede acarrear el delito de intrusismo; con esto quiere poner de presente Fernández Pérez (2000) que otros profesionales ejercen la profesión de enseñar sin tener formación, pero sin embargo ello no tiene sanción. En torno a estos planteamientos y con todo y lo importante que entiende el autor es la formación del profesor, resulta paradójico que visualice lo teórico fundamentado en asuntos más de corte técnico -análisis de la práctica, la investigación operacional y el perfeccionamiento permanente técnico-pedagógico- y que además se vea esto como el referente de actualización y perfeccionamiento.

Si bien Fernández Pérez (2000) está buscando dar posibilidades para mejorar la profesión del profesor, estas están siendo un tanto reduccionistas e incompletas, tan incompletas como las creencias que se sostienen a veces en algunos programas de formación al pensar que la formación del profesor se concreta al principio y/o al final de la carrera planteando algunos rudimentos de pedagogía y/o didáctica, y prácticas *in situ*, o simplemente con la reflexión sobre las prácticas, dejando los semestres intermedios para la dedicación a otros contenidos disciplinares que difícilmente suelen ser puestos en el sentido de la didáctica y la pedagogía. Esto en el mejor de los casos, ya que unos años atrás a los formadores de formadores se les escuchaba decir que aprender a enseñar se aprendía en y con la práctica.

Fernández Pérez (2000), no llegó a concebir la formación del profesor en el sentido anterior, aunque se puede percibir que tiene afinidad, cierta propensión a entender que el conocimiento –técnico-especializado del profesor tiene sentido con la práctica *in situ*, no lo que se reflexiona de y para la práctica. Realizando una crítica a este asunto el autor declara que, no obstante son escasas las universidades en donde se presentan los planteamiento teóricos –ya se sabe cuáles son-, en estas se da “...la esquizofrenia práxica de predicar el perfeccionamiento permanente, el análisis de la propia práctica y la investigación en la propia aula para todos los demás, sin aplicarlos a la propia enseñanza.” (p.5). Como se infiere se está criticando la falta del contexto práctico de la enseñanza, el momento de vivenciarla focalizando en la misma y no en un perfeccionamiento, análisis e investigación abierta. A propósito de lo anterior, cita a Stenhouse, Elliot, Kemmis, Hopkins, etc., y explícita que los seguidores incondicionales de los planteamientos profesionalizantes de estos autores...

“...pierden toda su fuerza en apoyarlos verborreicamente, pues prácticamente lo que hacen en sus aulas como profesores, sus hábitos pedagógicos, es decir, su principal lección de didáctica, no tiene nada que ver con la práctica que uno imagina cuando lee a los autores antedichos.” (Fernández Pérez (2000:5)

Ciertamente, esta cita pone el dedo en la llaga en la dicotomía que por largos periodos de tiempo se ha mantenido sobre la práctica y la teoría, que por demás esta última puede ser muy palpable en la realidad de la práctica si los contenidos a enseñar no son puestos en correlación, si no es que integrados, desde la fundamentación que reciben quienes se están formando profesionalmente como profesores con los contenidos teóricos de las disciplinas didáctica y pedagógica –no me refiero al reduccionismo teórico de la enseñanza que hace Fernández Pérez (2000)- que son las que fundamentan el quehacer del profesor.

Con esto no estoy diciendo ni que la práctica puede estar desprovista de la teoría por parte de quien ya se formó en la misma, ni que la teoría está desprovista de la práctica, en tanto que el profesor la ponga a prueba en su acción profesional de enseñar. En este intrínquilis, al profesor no lo entiendo como un sujeto pasivo que asume la teoría como prescriptiva, todo lo contrario, es quien considero debería ponerla en la condición de validación, es el profesor un investigador que tributaría con la producción de capital simbólico a los campos desde donde se formó. Es evidente que esto requiere necesariamente formar profesionalmente al profesor en la investigación desde su formación inicial, no para que reproduzca un conocimiento con características de *saber específico no trivial* - Fernández Pérez (2000)-, *técnico, prescriptivo*, sino que le permita robustecer cada vez más su desarrollo profesional. Luego entonces, esto es contrario a lo que algunos autores, que he citado recurrentemente, han expresado respecto a la enseñanza, el profesor y la naturaleza de su profesión, es claro que su especialidad no son estas categorías, no obstante, han hecho alusión a estas dejando plasmada sus concepciones.

En este sentido, Schön (1992) tiene aportes interesantes y además cercanos a la realidad de la profesiones, en algunos apartados ilustra casos específicos sobre la enseñanza, entre otros caso con otras profesiones, que contribuye en la idea que acabo de argumentar en el párrafo pasado –esto no



quiere decir que esté de acuerdo con todos sus planteamiento, sobre todo el que hace referencia a la enseñanza como un arte-:

“Una profesora de matemáticas es capaz de detectar algún tipo de confusión y, en simultaneo, algún tipo de comprensión intuitiva por el simple hecho de escuchar la pregunta que le hace un alumno y para la que no dispone de una respuesta a mano. Como quiera que el caso único queda fuera de las categorías de lo técnico y la teoría existente, el práctico no puede tratarlo como si fuera un problema instrumental que se resuelve mediante la aplicación de alguna de las reglas guardadas en el almacén del conocimiento profesional.” (Schön, 1992:19)

Ahora, analizando en conjunto lo que han planteado Fernández Pérez (2000) y Galagovstky (2010) más que todo, es claro que el profesor tiene influencia en la concepciones que se construyen sobre el conocimiento y su producción, su uso, lo cual dependiendo cómo se enseñe, motive o desmotive, genera actitudes, predisposición hacia el mismo, lo que repercute en la elección de la profesión del estudiante. Seguramente, lo que Galagovstky (2010) subrayaba en cuanto a la inquietud de algunos países ante el bajo ingreso a carreras relacionadas con las ciencias y la tecnología, tiene su asidero en el conocimiento del profesor. Atando esto con lo que ocurre con la profesión de enseñar, tabla 5.10, se pueden encontrar que no es para menos lo que Galagovstky (2010) explicitaba se observa como preocupación en algunos países, la radiografía que elabora Fernández Pérez (2000) sobre la “desprofesionalización” es muy elocuente, y ayuda a comprender lo que ha subyacido a la “profesión de enseñar”.

La concepción instrumentalista y yuxtapuesta que se ha fabricado sobre la pedagogía y didáctica, mantenida en y para la educación, y que los profesores tienen -sean o no formados como tales, en esta lógica básicamente que daría lo mismo- han conducido a lo que ocurre en estas instituciones y profesionales, respectivamente, universidades -programas que forman profesores-, y profesores. Igualmente, la concepción simplista mayoritaria sobre lo que se enseña expresada mediante las normas que regulan el acceso a la profesión de profesor - Fernández Pérez (2000)- y la incursión del análisis de eficiencia, eficacia y costo *per cápita* en la educación -derivadas en esencia del capitalismo, han lesionado gravemente a la profesión.

Es una constante que la profesión de profesor, sus miembros, se exponga, se presenten al contexto sociales, escolar, sin haber recibido muchas veces una formación profesional para la enseñanza, por lo que su ética, conocimiento especializado, es puesto en duda. En este sentido, el *territorio de Estado* tiene mucha injerencia dado que es el que propende por dar las pautas de ingreso de los “profesionales de la enseñanza” a los colegios -se puede decir que devienen de todas la profesiones-, es el caso de Colombia por lo menos, dejando la idea de que quienes enseñan son los que tienen un conocimiento especializado en las disciplinas que se pretende enseñar, lo relevante no es la didáctica y la pedagogía, para estas se puede recibir formación y certificación adicionales -en un número de horas preestablecido- mientras ejerce “profesionalmente en la enseñanza”.

Quizá por la presunción de no reconocer el conocimiento del profesor como especializado, en un territorio distinto al conocimiento que se enseña, asunto recurrente en algunos planteamiento sobre la educación, incluso de la pedagogía y de la didáctica, también plasmado en la historia, es por lo que

todos los profesionales pueden enseñar, pueden ejercer como profesores de alguna disciplina en la que se formaron en el pregrado en Departamentos o Facultades de Ciencias de la física, química, biología, etc., lo importante en este sentido es el conocimiento de dicha disciplina, desde la que se piensa se puede adicionar la implementación de técnicas de enseñanza.

En clave de estas dos –conocimiento y las técnicas- más algo de práctica y experiencia se piensa se pueden formar “convertir” buenos profesionales. Aquí lo epistemológico y la teorías que orientan la enseñanza de estos profesionales se funda en los territorios académicos en donde fueron concebidos sus conocimientos, que no fueron para la enseñanza ya que sus objetos de investigación y de acción profesional se encuentran localizados en la física, química, biología, etc., que poco o nada les interesa la enseñanza como fenómeno de estudio. Aunque no se puede desconocer que son varios miembros de estas precisamente quienes en buena parte han impulsado la investigación en la didáctica de las ciencias, reconociendo las dificultades que se presentan para enseñarlas. Así pues, aunque la didáctica y pedagogía no existen en su formación, no tiene por qué existir por qué no hace parte de su devenir como profesionales, sin embargo, contradictoriamente, suelen ser los llamados a enseñar, pero no solo eso, reitero, también para investigarla.

Por el capital simbólico que se ha producido, por lo menos en la didáctica de las ciencias (tablas 5.4, 5.5 y 5.6), y el interés de varios países por mejorar la educación en ciencias (Galagovstky, 2010), se han realizado reformas a los programas curriculares de formación de profesores, lo cual no es nuevo si se tiene en cuenta el seguimiento que Stinnett (1968) hizo en la década de los setenta a algunas universidades estadounidenses; cabe recordar que Porlán (1998), Gil, *et al* (1999) y Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), ya anunciaba también las reformas a los programas curriculares sobre ciencias.

En todo caso es esencial que en la formación del futuro profesor se le entienda como un profesional que tiene sus raíces en la didácticas y pedagogías *per se*. Teniendo en mente los elementos expuestos, se puede acordar con Roa y Valbuena (2009) que:

“...es posible señalar entonces que la profesión de profesor en realidad no es una profesión o simplemente no está clarificada, por lo que se ha convertido es una opción laboral, si no de todas las profesiones si de la mayoría, todo profesional que quiera, crea o tenga la necesidad de ejercer como tal, lo puede hacer. O también puede ser considerada una profesión pero existen agentes externos que la vulneran, siendo lo peor no precisamente este hecho sino que los mismos profesionales profesores, muchas veces no tienen clara su profesión por lo que no hay suficientes pronunciamientos al respecto.” (p.165)

En cuanto a esto hay que expresar que para que se pueda dar la identidad en un territorio académico, se debe vivir en la cultura del mismo, para que un profesional se identifique con él –el territorio académico- debe ser formado en él, para que el profesor se reconozca como profesional de la enseñanza se debe formar en las epistemologías, teorías, conceptos, objetos de investigación y de acción del territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, desde su formación inicial en el pregrado, en la cultura académica de esta ciencias, de no ser así difícilmente el *territorio de Estado* buscará dar identidad a un territorio que no es el suyo además de que no se expresa ante el mismo

con su capital de conocimiento que fundamenta su carácter fundante de un territorio que entra a presionar al Estado y a otros territorios académicos, para hacerse reconocer como un territorio académico con identidad propia, valga la redundancia.

Ante la cita anterior, y lo que planteó Galagovsky (2010) sobre la repercusión de enseñar el conocimiento *per se*, y los elementos destacados por Fernández Pérez (2000) sobre la desprofesionalización de la profesión del profesor, cabe dedicar unos párrafos más para analizar lo que entiende Stinnett (1968) sobre el surgimiento de la profesión de enseñar. En palabras de este autor: “El papel del maestro como profesional es muy antiguo, puesto que la enseñanza, de una forma u otra, formal o informal, ha existido en toda la historia de la humanidad.” (p.23), afirma que “En cambio, su papel como miembro de una profesión es relativamente reciente.” (p.23). En estas dos citas se pone de manifiesto, en la primera, que si bien es cierto se busca hacer distinción entre la enseñanza formal e informal se sigue teniendo una visión difuminada sobre la profesión al llamar tanto a una enseñanza como a la otras en el mismo sentido. En la segunda cita, parece inclinarse a diferenciar la enseñanza informal del formal dado que lo representa como miembro de una profesión, es decir, infiriendo de Stinnett (1968), el carácter de profesor profesional adquiere un acento particular en el adjetivo declarado –miembro profesional-. Esto puede tener razón de ser para la profesión del profesor si se recuerdan las escuelas –tabla 5.9- que Real (2002) presentó como paradigmas de las profesiones a inicio del siglo XX, ya que varias profesiones se encontraban en el análisis de sus existencia como tales.

Pero avancemos en los argumentos que Stinnett (1968) considera han hecho surgir la profesión de enseñar en Estados Unidos de América, que a mi modo de ver se pueden plantear en dos:

- El primer lugar, el aumento de profesores, debido al aumento del número de estudiantes en las escuelas y universidades, lo cual a su vez es producto de incrementar los grados a 12 años en las escuelas, por la migración de la población rural a lo urbano, y a que la educación es obligatoria. Por esto, las escuelas y la educación adquieren un significado social más destacado, a la vez que se asignan a los profesores mayores responsabilidades, lo que los impacta (se les exige mayores niveles de educación y competencia, obligándolos a alcanzar normas comparables a la de otras profesiones reconocidas).
- En segundo lugar, declara que la razón del tardío surgimiento de la profesión de enseñanza es debido a que hasta hace poco tiempo tuvo una conexión íntima con el clero (iglesia y sacerdocio), lo cual también hizo que las técnicas educativas se desarrollaran más lentamente que en otras profesiones –dichas relaciones de los profesores con la iglesia se inician a romper a comienzo de siglo XIX, aunque todavía existe en gran medida-; Stinnett (1968) informa que en la Edad Media no existía organización gremial como si ocurría para los médicos y abogados; el Estado constituyó una poderosa ayuda al desarrollo de la profesión de enseñar, al establecer y proporcionar sostén a las escuelas, así también, aportó gradualmente con exigir el cumplimiento de una instrucción prescrita en un *college* o universidad, a veces, en la aprobación de algunos exámenes.

Teniendo en cuenta los aspectos presentados de Stinnett (1968) se evidencia que lo que impulsó el surgimiento de la profesión fueron aspectos externos que condujeron a aumentar el número de

profesor a la vez que a buscar cualificarlos abriendo programas de formación de profesores en algunas universidades y college, en esto apoyó el Estado –Estados Unidos de América-. El otro aspecto que se puede ubicar, está relacionado con la separación de la profesión del clero, ámbito que fungía como paradigma dominante en la manera de pensar no solo la profesión, sino también el conocimiento –y su producción-, lo social (Spencer) y lo económico (Durkheim, Weber y Marx), la educación.

Ciertamente, Stinnett (1968) afirma que de acuerdo al título de su libro *La profesión de enseñar...*

“...entiende que la enseñanza es una profesión y, la educación, una disciplina.” (p.11) “Ella es, [la profesión de enseñanza], verdaderamente, un vástago de las otras profesiones, y su disciplina, la educación, una derivada que toma su contenido de muchas otras disciplinas.” (p.11)

Si el autor señala que la educación procede de otras disciplinas entonces el conocimiento del que podría entenderse habla, tiene la lógica proveniente de todas ellas, por lo que al parecer la enseñanza no la esclarece como un objeto sobre el cual se ejerce la profesión. En este sentido, la formación del profesor se basa en la educación como disciplina que se mueve en la multidisciplinariedad a la que ya se he aludido antes en este escrito. Atendamos otro enunciado de Stinnett (1968) que puede adicionar otros elementos para comprender lo que acontecía en su momento:

“Los muchos especialistas en la enseñanza, con su amplia gama de habilidades y conocimiento requeridos y, por consiguiente, de grados de preparación, y la variedad de funciones docentes en diferentes niveles, provocan, en alguna medida, el rechazo de que la enseñanza sea una profesión. Tal punto de vista negativo sostiene más bien que la educación, connotativamente, es una profesión, mientras que la enseñanza sólo representa una suma de muchos grupos profesionales aislados.” (Stinnett, 1968:11)

A juzgar por lo desarrollado en la cita, dado que la enseñanza no es una profesión para quienes la ejercen, hacen de la misma una representación negativa, en tanto que si se la analiza como educación sí es profesión, ya que allí no hay una especificidad. Esto es coherente con lo que una página más adelante en su escrito Stinnett (1968) subrayaba: “...la cuestión no consiste tanto en saber si la enseñanza es una profesión, como en si los maestros pueden ser persuadidos a actuar como profesionales.” (p.23). El sentido que el autor le da al final de la cita anterior, se refleja la coherencia que está entreviendo cuando destacó que el profesor como miembro de una profesión no se advertía en el pasado lejano sino en era reciente, en su momento, 1968.

Como ya lo había expresado Roa y Valbuena (2009), la profesión de profesor es una opción laboral en la que los profesionales que la acogen no tienen claro en qué consiste. A decir verdad, parece que Stinnett (1968) es coherente, no obstante de que su escrito ya tiene por lo menos 45 años de publicado, y de no existir todavía la presunción clara de identificar el capital simbólico producido en las didácticas y las pedagogías, como en la actualidad se puede reconocer.

A la luz de lo que implica formalmente en la actualidad una profesión, sino se reconoce a la profesión de profesor un conocimiento especializado devenido de la investigación, reflexión y propuestas sobre la misma en las disciplinas de la didáctica y de la pedagogía, entonces no se le debería sustantivar sino adjetivar: profesión de enseñar o enseñanza de profesionales, respectiva. Ni siquiera en los planteamientos de Spencer (1991) sobre lo que denominó la profesión de profesor, entre otras, desconoce que a la misma le subyace un conocimiento especializado que no lo tienen todos los legos, sin embargo, no se puede reconocer qué entendía ante el conocimiento de la profesión de profesor, aparte de lo que entendía en general para todas las profesiones: aumentar la vida.

Si no se le reconoce por lo menos un conocimiento especializado a la profesión de profesor, por qué se le suele designar de esta manera, y por qué se le juzga ante los resultados escolares bajos obtenidos en las pruebas que hoy por hoy son estandarizadas en muchos países; ¿Hay una ética y autonomía en la profesión de enseñar?, si se atiende a desconocer que existe un conocimiento especializado, y se sigue dando entrada “a todos los profesionales”, en el mejor de los casos, “a la enseñanza formal”, la profesión del profesor seguirá siendo culpada por lo que no tiene culpa, dicha culpa deberá ser distribuida entre todas las profesiones y también en el Estado.

Interpretando lo que dijo Stinnett (1968:11), ver la última cita con sangría, haciendo referencia a los “especialistas de la enseñanza de su época”, hace algo más de cuatro décadas, en cuanto a que con todos sus conocimientos y habilidades han generado buena parte del rechazo de que la enseñanza sea una profesión, afirmando “...que la enseñanza sólo representa una suma de muchos grupos profesionales aislados.” (Stinnett, 1968:11), lo cual puede indicar que el autor ya había percibido una carencia de identidad, ética y autonomía de la profesión de enseñar. No obstante, no alcanza a percatarse, en la lógica que seguía, que ello tiene mucho que ver con la falta de “concretar” un territorio académico de producción de conocimiento sobre la enseñanza –objeto- y sus otros objetos derivados. A decir por lo que desarrolla en su libro, en Estados Unidos de América, tomando el país el control, el asunto estaba centrado en pensar en el currículo, en formar asociaciones de profesores, y en “formar a los profesores”.

Sin la pretensión de profundizar, cabe decir -Contreras (2001)-, respecto a la autonomía e identidad del profesor...

“...su profesión se está dando sobre todo al modo de los eslóganes, de manera que, como estos, son términos que quedan desgastados y vacíos de significado tras tanto uso. O mejor dicho, precisamente porque son eslóganes se utilizan abundantemente para provocar una atracción emocional, sin aclarar nunca el significado que se les quiere atribuir. Funcionan así como palabras con aura, que evocan ideas que parecen positivas y alrededor de las cuales se pretende crear consenso e identificación. Pero es posible que parte del éxito de los eslóganes en general, como el de la autonomía del profesorado en particular, estribe en que distintas personas estamos entendiendo o queriendo decir cosas diferentes con las mismas palabras, aunque aparentemente todos decimos lo mismo.” (Contreras, 2001:11)

Definitivamente la palabra autonomía tiene fuerte arraigo tanto a las disciplinas como a las profesiones. Cuando se hace análisis de esta palabra para la profesión de profesor pues denota no contener una razón que la justifique para su uso ya que, por una parte, todos los profesionales pueden ser profesionales de esta “profesión”, y por otra, como razón esencial de la anterior, porque no se ha comprendido que esta profesión tiene un conocimiento especializado que la diferencia de otras disciplinas. Bourdieu (2003), con toda razón establecía:

“El proceso de autonomización va unido a la elevación del *derecho de admisión* explícito o implícito. El derecho de admisión es la competencia, el capital científico incorporado... convertido en sentido del juego, pero también es la apetencia, la *libido científica*, la *illusio*, de creencia no sólo en lo que está en juego, sino también en el propio juego, es decir, en el hecho de que la cosa vale la pena, compensa jugarla.” (p.93)

Para el caso de autonomía de la profesión y de las disciplinas didácticas y pedagógicas pues es evidente que su nivel de autonomía es bajo o sencillamente carecen de ella. Habría que decir que las concepciones (ingenuas, eslóganes) que se han heredado sobre el profesor, la enseñanza (Comenio) y su profesión (conocimiento especializado centrado en las disciplinas de conocimiento duro, sobre estas y sus objetos, y sus profesionales) se han mantenido y usado de forma muy rigurosa por lo menos en lo que respeta a quienes son lo que deberían ejercerla.

Es necesario reconocer que estos autores y otros que hemos citado, de cierta manera han hecho referencia a esto mismo solo que desde perspectivas variadas, pero que en todo caso han sido muy escasas las posturas formales sobre la función de la autonomía de la pedagogía y la didáctica, y por ende la profesión, para restringir la admisión de los nuevos miembros. Es cierto también que estos autores no tenían por qué pensarlo de otra manera ya que las circunstancias, el momento histórico, la producción y desarrollo de conocimiento al respecto no daba para ello seguramente. Esto no quiere decir que la historia y la producción de conocimiento sean acumulativas ni mucho menos lineales, dado que el comportamiento se puede dar de manera discontinua, un buen ejemplo a la mano es Stinnett (1968) que se adelantó a sus razonamientos sobre la *profesión de enseñar*.

Haciendo referencia a las tensiones que avizoraba se han presentado en las tres últimas décadas sobre la formación de profesores, Ibarra (2005) expresa que estas han estado en dos tendencias, una que considera que su formación debe hacerse fundamentada en un alto dominio de las ciencias, dando un valor secundario a la pedagogía y la didáctica. Puntualmente destaca que “Argumentan, para sustentar su análisis, que las disciplinas científicas poseen en su estructura discursiva el carácter de enseñabilidad y que, en consecuencia, el solo dominio del saber disciplinar forma el criterio de los enseñantes.” (p.6).

La tendencia considera que...

“...la base fundamental de la enseñanza es la pedagogía y la didáctica como discurso práctico y que, por tanto, el solo dominio de un conocimiento científico o técnico no determina la criteriología, ni las habilidades ni las destrezas que provee la inteligencia pedagógica a la práctica educativa... se requiere de un alto dominio de la pedagogía en sus

vertientes epistemológica, histórica, didáctica y tecnológica, que busca lograr consolidar en los sujetos que enseñan la capacidad de relacionarse con los sujetos que aprenden, dentro de una perspectiva que integra el conocimiento profundo de lo que se enseña con un altísimo dominio de cómo se debe enseñar.” (Ibarra, 2005:6)

Con esto, Ibarra (2005) pone de manifiesto tanto la tendencia que da valor a la pedagogía –viendo la didáctica contenida en esta- en la formación de los profesores, como una tendencia que busca dar sentido a su formación desde la epistemología de las ciencias. Como se puede notar, la didáctica y la pedagogía no son referidas como ciencias sino como *discurso práctico*. Una vez más, no se busca pensar en estas como campos teóricos, dado que se tiende a representarlas desde referentes poco cercanos a un territorio académico, luego existen en una atmósfera de ambigüedad, del discurso que queda alejado a una identidad en una comunidad de académicos, profesores, investigadores, que producen conocimiento y que, como toda disciplina, coexiste con el campo práctico.

En la perspectiva que vengo sosteniendo el conocimiento del profesor, su formación:

“Se parte de la hipótesis: que para ejercer la profesión docente se requiere contar con un conocimiento especializado, con un estatus epistémico diferente al de otras profesiones, el cual se fundamenta formalmente desde la formación universitaria [y *ex profeso* en la pedagogía y didáctica], siendo la práctica y experiencia, no el punto para empezar la profesión sino para robustecerla a partir de las construcciones previamente desarrolladas en la formación profesional.” (Roa, *et al*, 2011:353).

Es cierto que aún falta mucho por investigar en las didácticas y pedagogías, pero tampoco se puede desconocer que lo que hasta la fecha se han producido aporta sustancialmente en y para la formación teórica, para, en y sobre la práctica del futuro y presente profesor de ciencias, quien debe ser formado como investigador tempranamente desde las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* en la universidad. No se trata de reflexionar e investigar por investigar, sino de poder cotejar los resultados con las teorías del territorio que funda y fundamenta el conocimiento del profesor. Parece razonable que la profesión del profesor requiere de un conocimiento epistemológicamente diferenciado del conocimiento epistemológico de otras profesiones, este conocimiento deberá surgir de los investigadores del territorio -profesores formadores de profesores, profesores en formación inicial y en ejercicio, ya sean experimentados o nóveles, de preescolar, básica primaria, secundaria o media- y ser apropiado por los mismos, para que consecuentemente sea parte de su acción profesional de enseñanza y/o de investigación.

Así pues, si se tiene en cuenta la tabla 5.1 que presenta las posibles didácticas emergidas y/o consolidadas, y se reconocen las posibles pedagogías que nutren a las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, se puede afirmar que en estas ciencias hay unos objetos que son compartidos por las dos disciplinas que contienen las ciencias a la vez que son contenidas por éstas. Luego entonces, los profesionales de la enseñanza nacientes en estas ciencias en su formación como profesores son profesionales con un conocimiento especializado en la enseñanza de uno o varios objetos de enseñanza, según sea la naturaleza de cada uno. Hay que aclarar que son múltiples los énfasis de investigación en las didácticas y pedagogías, cada uno tiene sus propias posturas epistemológicas,

metodológicas, ontológicas, para entender sus investigaciones y producción de conocimiento, los fines, medios y alcances teóricos, culturales, políticos, sociales, entre otros. Según sean las características del objeto de enseñanza, el profesor debería conocer y ser conocedor de dichas características, de las perspectivas e implicaciones políticas, culturales, económicas, científicas, etc., que tiene el enseñarlo. Como trataré de sustentar en la parte final de este capítulo, el *conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias es metadisciplinar*.

Como se habrá podido encontrar en lo que he venido adelantando en este capítulo y en el anterior, cuando se aborda los campos de investigación estos están en unas constantes luchas en la que unos buscan contener, se puede declarar que en diferentes niveles, “conquistar” territorios buscando que los territorializados adopten sus perspectivas de investigación, sus improntas.

Luego entonces, una cultura académica tiene como base el reconocimiento de sus integrantes –en este caso: profesores e/o investigadores- para sus desarrollos ontológico y epistemológico, identidad de los miembros con el campo a la vez que este les da identidad.

Ahora, este conocimiento profesional del profesor, como los conocimientos de otras profesiones, tiene una clara conexión con la práctica en el contexto en el cual se ejerce. Como ya decía Zambrano (2005) haciendo alusión a la didáctica y la pedagogía...

“...Cada una de ellas. Cualquiera que sea su análisis objetivo y su historia recorrida, tiene un atributo supremo: se trata de la capacidad para ponderar la práctica del profesor. Tal práctica desencadena formas originales de conducción de la clase y tiene como epicentro el saber.” (p.225)

Como se puede inferir de la cita, las disciplinas mencionadas tienen como característica poner en juego el conocimiento que producen mediante la acción profesional consciente o inconsciente del profesor que se ha formado ontológica y epistemológica para su acción de enseñar en las clases, en su pensar el conocimiento para hacerlo enseñable y aprehensible a sus estudiantes. La conceptualización que al respecto el autor ha explicitado plantea lo siguiente:

“La disciplina es un campo relativamente estable y delimitado, y, por tanto, relativamente fácil de identificar: tiene un nombre reconocido escolar y socialmente...está inscrita en unas instituciones, unos laboratorios, unos departamentos universitarios, unas revistas, unas organizaciones nacionales e internacionales (congresos), unos procedimientos de certificación de las competencias, unos sistemas de retribución, unos premios. La disciplina se define mediante la posesión de un capital colectivo de métodos y de conceptos especializados cuyo dominio constituye el derecho de admisión, tácito o implícito, en el campo. Produce un «trascendental histórico», el *habitus* disciplinario como sistema de esquemas de percepción y de apreciación (la disciplina incorporada actúa como censura). Se caracteriza por un conjunto de condiciones sociotranscendentales, constitutivas de un estilo.” (Bourdieu, 2003:116)



En términos generales la disciplina orienta el ser y el hacer en el campo, pero igual considero devenido de este el ser y el hacer profesional, en este caso el de la profesión del profesor, quien se forma en un territorio –didáctica y pedagogía- para actuar en la enseñanza y la investigación, como ya he tratado de dibujar en uno de los apartados de este capítulo. Vale la pena detenerse en el siguiente apartado a presentar brevemente como incluso en la misma didáctica y pedagogía el profesor ha solido ser desconocido o si se le reconoce se suele asociar con conocimientos que, si bien es cierto tienen relación con su quehacer, no son los que fundamentan sus profesión.

Resta entonces hacer explícitas, unas páginas más adelante, las tendencias del énfasis de investigación que han abonado sustancialmente a la comprensión del conocimiento-pensamiento del profesor de ciencias, tabla 5.11. Este es solo uno de los posibles énfasis –líneas de investigación- de los que Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999), tabla 5.8, proponen para el campo de la didáctica de las ciencias -3. Desarrollar una teoría del conocimiento profesional; y g. Formación del profesorado, respectivamente-. Y que Fraser, *et al* (2012) denominan dentro de las posibles áreas de investigación “3. Formación docente y desarrollo profesional”.

### **4.3. Desconocimiento y desterritorialización del conocimiento especializado del profesor**

En efecto el profesor como sujeto poseedor y productor de un conocimiento especializado, como quien dinamiza el aprendizaje, ha sido negado o puesto de soslayo en lugares que no le corresponden, que no son alusivos a lo que ocurre en su acción de enseñar conocimiento. Varios autores pensaron de esta manera ante el momento histórico que estaban viviendo y las condiciones del desarrollo del conocimiento sobre la escuela, el profesor, aprendizaje, enseñanza, etc., asuntos sobre los que en la actualidad ya se han abordado investigaciones y planteado explicaciones. En Comenio (2010) se encuentra una de las evidencias más notables sobre quiénes son los profesores:

“...siendo tan múltiples los hombres como los asuntos humanos, aquellos que o sepan, o puedan, o estén sin ocupaciones para entregarse a la enseñanza de los suyos, [Sic] ha tiempo que con avisado propósito se estableció que personas escogidas, notables por el conocimiento de las cosas y por la ponderación de costumbres, se encargasen de educar al mismo tiempo a los hijos de otras muchas. Y estos formadores de la juventud se llamaron Preceptores, Maestros, Profesores; y los lugares destinados a estas comunes enseñanzas: Escuelas, Estudios literarios, Auditorios, Colegios, Gimnasios, Academias, etc.” (Comenio, 2010: 27)

“...Aunque la PIEDAD es un don de Dios y nos viene del cielo, siendo maestro y doctor de ella el Espíritu Santo; como éste obra ordinariamente por medios ordinarios y elige como auxiliares suyos a los padres, preceptores y ministros de la Iglesia para que planten y rieguen con sumo cuidado las plantas del Paraíso (1. Cor., 3. 6, 8), es necesario que éstos conozcan el fundamento de sus obligaciones.” (Comenio. 2010:133)

Como se lee, quienes iniciaron siendo profesores fueron los mismos padres de familia que tuvieran tiempo, conocimiento sobre las cosas a la vez que buenas costumbres para poder encargarse de la educación de los hijos de otros padres. Como se recordará y se confirma en la cita anterior, esto tiene relación ante todo con la religión y desde luego que con la idea de Comenio de enseñar todo y

totalmente a todos, lo que lo obliga a pensar en el número de profesores que por entonces se necesitaban en los colegios, academias, etc., y que hoy día todavía son escasos en algunas latitudes, corresponde a personas que sean formadas o no como profesores.

Por su parte, Camilloni (2008) ponía de relieve que los profesores han sido mantenidos en cierta estabilidad dentro de algunas expresiones epistemológicas, sin embargo subraya:

“...aunque no siempre haya sido esto postulado explícitamente por los didactas ni comprendido por los destinatarios privilegiados de su texto, los docentes. Una reflexión crítica acerca de cuál es el enseñante del cual hablan Quintiliano y Pestalozzi, Herbart y Bruner, nos muestra que estos autores, en principio, no se refieren a un docente individualmente definido y caracterizado, sino a un practicante pensado con cierto grado de generalidad. Podríamos decir que se trata de un docente genérico, incluido en una clase o conjunto de docentes.” (p.62)

Esto muestra una vez más que la concepción sobre los profesores, se destina en un nivel de generalidad de tal manera que el efecto es que todos pueden ser profesores, si se tiene formación profesional para ejercer como tal no ha sido muy tenido en cuenta, aunque se han realizado algunas investigaciones y propuestas. En lo que se hace mucho énfasis es en el niño (a) y su condición de aprendiz. La enseñanza no es un problema, desde Comenio ya se percibía como un asunto instrumental algo que solo había que aplicar para que se obtuvieran los resultados deseados, el estudiante que no alcanzara el aprendizaje era porque tenía dificultades para poder hacerlo. El profesor no es el problema para el aprendizaje tampoco lo es el conocimiento, tanto el uno como el otro, suele pasar, llegan a la escuela sin problematizar.

En general se puede manifestar que la escuela es absorbida por el paradigma dominante del momento (cientificismo, culturalismo, industrialismo, capitalismo, ninguno es excluyente de los otros, todo lo contrario pueden convivir), de las teorías o principios que han elaborado los pedagogos, los abogados, etc., de las políticas nacionales o internacionales sobre educación, de lo que esté de moda. Se buscan técnicas para el aprendizaje y la enseñanza en las cuales el estudiante no entiende lo que enseña el profesor y a su vez el profesor no entiende como aprende el estudiante. Los discursos pedagógicos más que nada ideológicos –cultura, educación, ciudadano- y psicológicos sobre el niño, y de allí la experimentación científica sobre el aprendizaje en las aulas. Según Mora (2010) la tradición de centrar la mirada en los estudiantes data del tiempo de Comenio quien “... *dedujo por analogía que el centro del sistema escolar no era el maestro, como se consideraba entonces, sino el alumno...*” (Mora, 2010:14). Este mismo autor destacaba la razón de ser y deber ser de la escuela en tanto... “*enseñe todo a todos y totalmente.*” (p. 37).

Una constante, es buscar mecanizar –por medio de normas, burocracia, técnicas y teorías (muchas alejadas de la realidad y la práctica),- el papel que cumple tanto el profesor como el estudiante, otra constante, es afirmar que el conocimiento por antonomasia debía ser enseñado *per se*. Durante siglos la concepción de que el conocimiento que se enseñaba era el científico y que esto no tenía discusión, incluso hoy día puede persistir, deja en las sociedades concepciones sobre quiénes investigan, lo que implica llegar a ser investigador al igual que lo que implica aprender el

conocimiento, más que todo llegar a alcanzar el conocimiento según el canon de la disciplina. Con base en esta imagen que los profesores reflejaban –y que muchos aún reflejan–, o que se ha buscado reflejar a través de documentos escritos sobre política en educación –es el caso de los estándares de educación en ciencias en Colombia, tabla 1.2, y la fundamentación epistemológica al respecto–, al igual que en las políticas en las escuelas y universidades. Por lo que se puede afirmar que estas instituciones y algunos documentos escritos son difusores de las maneras de pensar los fenómenos, problemas, sujetos –por ejemplo a los profesores-objetos, cosas. De igual manera, existe el empeño por mostrar el conocimiento como algo difícil, centrado en estructuras rígidas y metodología algorítmicas, infalibles.

En concordancia, Roa (2011) ya anunciaba que existe...

“...una estrecha relación con lo que entendemos por conocimiento y por las maneras como se construye dentro y fuera de las escuelas y universidades. Son estos lugares fundamentalmente, difusores de imaginarios sobre lo que significa el conocimiento, sobre cómo se enseña y se aprende. Es una constante que el científico sea venerado, deseado, muchos dirán incluso: “habrá solo algunos que alcancen tal estatus, se necesita ser muy inteligente para poder ‘agarrar’ ese conocimiento”. Otros dirán que el profesor no necesita de la didáctica y pedagogía, el conocimiento debe ser enseñado *per se*. Muchos profesores haciendo alarde de ser “científicos”, se muestran ante sus estudiantes como una autoridad académica, como el representante de la comunidad científica, poseedor del conocimiento, del saber, a él le interesa que su enseñanza se rija por la estructura y rigurosidad que le subyace a su disciplina o ciencia. Por lo general, no les preocupa si sus alumnos tienen diferentes formas de aprender, no es su preocupación, sólo le interesa que el conocimiento científico se pueda reproducir lo más fidedignamente en los alumnos. Para muchos, lo que los estudiantes puedan pensar, opinar, especular no tiene sentido, lo único que allí tiene sentido es, claramente, el conocimiento del profesor que, también claramente, no tiene sentido para el estudiante.” (Roa, 2011:48).

Si se mira esto con detenimiento se puede empezar a entender un poco mejor que la deserción y repitencia escolar, las actitudes negativas hacia la ciencias y su aprendizaje e igualmente el retiro de los estudiantes de las universidades tiene que ver –entre otras cosas- con quienes se dedican a la profesión docente –es decir todas las profesiones–, también con los marcos legales que la regulan, y con el estado de las investigaciones sobre la didáctica y desde luego que con quienes las desarrollan, dado que suelen ser personas ajenas a la realidad de la profesión de enseñar, *stricto sensu*.

Ante lo anterior, se puede establecer que tenía razón Galagovsky (2010) cuando señalaba que no obstante que en los 70 del siglo XX se inicia un florecimiento del conocimiento científico, y se daba un valor especial a la enseñanza de este, a inicio del siglo XXI la desmotivación por querer estudiar o formarse en estos conocimientos científicos es un síntoma general en varios países. En coherencia, también resulta relevante el reclamo de Fernández Pérez (2000) ante la desprofesionalización de profesor; y la alerta que hace Stinnett (1968) de lo necesario que era entender la enseñanza como una profesión.

En este orden de ideas, parece imprescindible poner en análisis la *profesión del profesor* –no estoy desconociendo las investigaciones sobre el conocimiento del profesor, e incluso sobre la profesión, sin embargo, considero que el uso que se ha hecho a la idea de profesor en el marco de las profesiones no corresponde en sí al de una profesión, por lo menos en lo atinente al conocimiento especializado, “autonomía y ética profesional”.

Teniendo a la didácticas y las pedagogías como ciencias, se pensaría que el profesor no seguiría siendo el conejillo de indias (mediante el ensayo y error), quien se somete a través de “recetas mágicas” provenientes de la teoría, técnicas y normas de Estado, con el fin de responder a intereses que se mueven, en buena parte, en la lógica del mercado (estándares, evaluación de los resultados, censura ante la pérdida escolar, deserción universitaria, eficiencia, entre otras cosas) y a las políticas nacionales e internacionales sobre educación. Si no se transforman las concepciones viejas sobre el profesor, la enseñanza del conocimiento y el aprendizaje, de persistir, el profesor puede seguir siendo visto como un autómatas que tiene que reproducir unos resultados que a su vez deben generar ganancia y riqueza, pero hay que decirlo, no precisamente a los alumnos sino a los dueños de los grandes mercados que tienen puesta la mirada en la educación –que ven como una empresa- esperando obtener mano de obra calificada que pueda ser útil. En uno de los apartados del siguiente capítulo se podrá evidenciar esto para el caso de lo que algunos artículos sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, explicitan buscan algunos países con la formación en biotecnología.

Quienes deben empezar –otros continuar- con el cambio de paradigma sobre el profesor, su conocimiento, sobre lo que significa su profesión –que es representada por su propia epistemología a la vez que esta los representa-, sobre quienes construyen las teorías y desde qué disciplina, ciencias, son los miembros que conforman *territorio académico: Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. No se puede desconocer que el lugar donde primordialmente se han gestado las grandes transformaciones en las maneras de entender el mundo ha sido en las Ciencias Naturales, Sociales, Humanas, etc., las didácticas y pedagógicas no son la excepción. Por el hecho de que el conocimiento es algo heredado de una generación a la siguiente, la concepción de enseñanza se enquistó en aprenderlo y en creer que lo tenía que reproducir según su naturaleza, en esto es arduo el trabajo que tienen las didácticas y pedagogías.

Considero que las estructuras del conocimiento, la cultura que se profesa en las comunidades académicas o científicas -si se prefiere- son muy resistentes al cambio, las relaciones son tan fuertes como el tiempo de “nacimiento de una ciencia o disciplina de conocimiento”, que para el caso del profesor no eran la didáctica y la pedagogía, de allí una dificultad que además del cambio de paradigma tiene que ver con el cambio de disciplina, de o los estatus epistemológico coexistente. El conocimiento del profesor es muy poco reconocido, suele ser un reproductor de conocimiento de disciplinas externas, de sus teorías, de sus epistemologías y metodología; las normas regulan su quehacer, todos pueden ser profesores siempre que sean expertos en la disciplina, la pedagogía y la didáctica son accesorios que pueden servir para la enseñanza. Pensando en la formación de los científicos y en lo que ello implica a la larga para cambiar sus maneras de pensar, y de fondo para generar cambios de paradigma, Kuhn (2001:141) se cuestionaba: “¿Cómo proceden los científicos

cuando sólo se dan cuenta de que algo va mal fundamentalmente, en un nivel para cuyo manejo la instrucción recibida no los ha preparado?” Para el caso que nos corresponde a los investigadores sobre la didáctica y la pedagogía, la expresión de Kuhn (2001) tiene que ver con las incomodidades por la que toca pasar y hacer pasar a los miembros del o de los campo (s), en tanto se tensiona el mismo al sugerir que algo anda mal.

Concibo que, afortunadamente, la manera de pensar sobre el profesor ha iniciado su cambio, solo que muchos de los miembros de nuestro *territorio académico* –lo dicho sobre todo por los profesores que no han entrado a la investigación, aún no se conciben como investigadores, entiendo que porque no se han formado para ello- no han reconocido la importancia del mismo para poder controvertir con el territorio de Estado. Aumentar el derecho de admisión al territorio académico – sin dejar de ser estrictos-, formar y aumentar el número de miembros como investigadores y profesionales para que aporten en la producción de conocimiento devenido de la práctica, pero desde luego sin dejar que esta se anquilose, entumezca, de allí la importancia de las teorías, es una perspectiva que debe fortalecerse, precisamente la investigación y la reflexión deben servir para transformarla.

¿Cuál es la disciplina de conocimiento del profesor: la química, la física, la biología? Si son estas, entonces ¿El profesor enseña química, biología pura, etc.? Si es así, hay razón de que el estudiante no entienda lo que enseña el profesor y éste a su vez no entienda cómo aprende el estudiante, esto dado que el objeto desde el cual se piensa la enseñanza del conocimiento responde a referentes fundados en las disciplinas duras, cuando menos, que no tienen como objeto la enseñanza, y otros desde luego. De allí que sea frecuente escuchar a los profesores, tanto en formación como en ejercicio, que *una cosa es la teoría y otra la práctica*. Aunque también habría que preguntar si la teoría a la que se refieren proviene de la ciencias duras o de la pedagogía y didáctica, pero vuelve surge otra pregunta ¿Quiénes construirían la (s) teoría (s) y a partir de qué y dónde? No hay que olvidar que las dos últimas disciplinas bebieron suficientemente de las ciencias clásicas, del positivismo.

En fin, el conocimiento del profesores parece no responder a las condiciones, dinámicas, escenarios de las escuelas y a las características del conocimiento que desde por los menos la segunda mitad del siglo XX se viene transformando con mayor ahínco, persistencia, como consecuencia de las nuevas maneras de pensarlo, construirlo y constituirlo punto de construcción del pensamiento de las personas, de las economías, más que nada.

Siendo osado, imprudente, entiendo que el conocimiento del profesor – en el caso que se cuestione- sigue siendo pensando en función de que responda a las características de los contenidos científicos, como elementos esenciales para la enseñanza del conocimiento; la didáctica y la pedagogía siguen siendo algo sumatorio, complementario. Incluso se puede encontrar que algunos “expertos” señalen que *aprender a enseñar se aprende enseñando*. Sería lo mismo que decir, que para aprender a ser médico se aprende siendo médico, esto ya daría un espacio laboral adicional para quienes quieren ser médicos, desde luego que empíricos. En todo ello se presenta la condición de que la enseñanza es posible de realizar por todos, no importa si es o no profesional, si es o no profesor -se equipara la educación y la enseñanza-. Si se sostiene lo anterior, pues es verdad que los programas de

formación de profesores “profesionales” en ciencias, idiomas, geología, física, biología, etc., son innecesarios.

En este sentido, si se pretendiera incluir en este asunto el concepto de profesión, entonces, habría que empezar a sopesar elementos constitutivos del mismo, por lo menos: autonomía, conocimiento especializado, ética, asociación o corporación que “vele” por sus preceptos.

Para Roa (2011), la lógica de los organismos internacionales y del mundo en sí, son puestas en escena una y otras vez, parece imposible salirse de ellas, se repite y se refuerza una y otra vez. Se refuerza el ciclo con las políticas, estándares en educación, con las directrices que los entes máximos de educación buscan hacer que se vean de los profesores, su conocimiento y enseñanza, de las escuelas, universidades. En este sentido, las universidades formadoras de profesores, así mismo la educación primaria, secundaria y media -escuelas y colegios- tienen una función muy importante para cambiar las concepciones que sobre la enseñanza, aprendizaje y la educación, la política, la economía, la cultura, lo ambiental, la vida, lo vivo, etc., se mueven en un ciclo vicioso. En esto juega un importante papel la investigación que el profesor pueda hacer desde sus prácticas, retroalimentándose de las teorías propuestas por sus colegas.

Ahora, la didáctica y la pedagogía no tenían sus propias teorías, epistemologías, lógicas para razonar de acuerdo a su objeto u objetos, que tampoco en principios están definidos, por lo que lo que tuvieron que hacer uso de las epistemologías disponibles –prestadas-, las de ciencias que enseñaban. Si se entiende que las disciplinas que sustentan el conocimiento del profesor salvaguardan el papel de la cultura y la crítica al conocimiento, creencias, tradiciones en las que está embebido el del sujeto como portador de la misma, no habrá necesidad de pensar, preguntarse sobre la naturaleza de las ciencias que se está llevando al aula de clase, a la escuela, ya que existe consenso en la comunidad de investigadores y profesionales del campo, por lo menos de la didáctica, especialmente los que enfatizan en indagar el conocimiento del profesor de las ciencias, que el conocimiento que se enseña no es el científico- por lo menos el duro-, no es el del contenido *per se* de la disciplina que se enseña.

Sin continuar ampliando estos asuntos clave para la profesión del profesor, cabe expresar que la acción del mismo tiene razón, ineludiblemente, en función de la formación para profesor que recibió fundamentalmente durante su paso por la universidad. Allí se fundamentan la mayor parte de las bases que orientan su quehacer y que una vez constituidas suelen ser muy estables y difíciles de transformar. Claro está que esto depende de los referentes epistemológicos en los que se formen. Con razón Kuhn (2001) afirmaba para el caso de la formación de sus futuros colegas físicos:

“El estudio de los paradigmas[...] es lo que prepara principalmente al estudiante para entrar a formar parte como miembro de la comunidad científica particular con la que trabajará más tarde. Debido a que se reúne con hombres que aprenden las bases de su campo científico a partir de los mismos modelos concretos, su práctica subsiguiente raramente despertará desacuerdos sobre los fundamentos claramente expresados.” (p.34)

A propósito de la cita anterior sobre Kuhn (2001), y una antes que ésta, en la que el autor se preguntaba sobre lo que harían los investigadores cuando se percatan que la formación que recibieron no les facilita abordar algo que consideran de la misma no se fundamentó bien o que va mal, es interesante poder dirimir que efectivamente cuando se piensa en la formación de profesores existe la tendencia a no acoger los referentes teóricos sobre el conocimiento que fundamentan en sí su formación profesional, por lo que en su desarrollo profesional hay choque en tanto la formación inicial no corresponde con la realidad de la práctica. Ahora, el desacuerdo no está propiamente con la teoría devenida de las disciplinas dura, sino en que no se enseñaron lo que era sustancial en su profesión de enseñar.

Es decir, el profesional que no fue formado para enseñar no riñe ni está en desacuerdo con las teorías de las Ciencias Caturales, lo que ocurre es que se encuentra con una realidad para la cual no fue formado, en este sentido el cambio de paradigma se da de manera forzada al darse cuenta que el conocimiento que enseña no es el conocimiento que se aprende, ni mucho menos el conocimiento que enseña no es el conocimiento *per se* de la (s) disciplina (s) de las Ciencias Caturales, ya que por más que quiere llevar el conocimiento lo más objetivamente posible en su enseñanza, este va a tener transformaciones –Chevallard (1991), no solamente por parte de él sino también de quienes reciben lo enseñado para aprenderlo según sus propios razonamientos. No aceptarlo, sería devolverse por lo menos al siglo XVII, para pensar en la tabula rasa de Comenio, lo que llamo *didactocografía*, escribir en las menes en blanco de los estudiantes. Sería desconocer las múltiples investigaciones sobre concepciones y sus posibles cambios –entre muchas otras cosas, desde luego- realizadas en el campo de la didáctica de las ciencias a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado y en lo que va del siglo XXI.

Teniendo pues en mente los elementos abordados anteriormente, en el apartado que sigue será el objetivo exponer las ideas que en esencia se ubican en las tendencias del énfasis de investigación sobre el pensamiento-conocimiento –profesional- del profesor de ciencias, sostenidas por investigadores que han descrito y analizado sus características, identificando diferentes aspectos sobre la naturaleza de dicho conocimiento, al igual que planteando maneras de explicarlo.

#### **4.4. Pensamiento-conocimiento del profesor de ciencias: tendencias de investigación**

Vale la pena poner de manifiesto desde ya, que curiosamente a los profesores de ciencias se les ha solido atribuir las características de la naturaleza de su conocimiento a los contenidos de las disciplinas duras de conocimiento que –en apariencia- enseñan. Esto, no obstante de haberse elaborado algunos pronunciamientos – Porlán (1998); Gil, *et al* (1999); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002)- que argumentan la emergencia y consolidación de la didáctica de las ciencias. Ahora, hay que decir también que si bien es cierto resulta de suma importancia epistemológica tales declaraciones en tanto enuncian la constitución de esta didáctica como una disciplina de investigación, con todo lo que ello puede implicar en cuanto a la producción de conocimiento, la conformación y denominación de Departamentos con dicha disciplina, concreción de titulaciones profesionales, surgimiento de grupos de investigaciones que tributan al campo con capital simbólico, no se reconoce que el conocimiento del profesor tiene como esencia el conocimiento didáctico de esta disciplina, también la pedagógica.

Si se tienen en mente los planteamientos sobre las disciplinas, campos, territorios, y con estos los análisis desplegados para la didáctica y la pedagogía, y en particular para la didáctica de las ciencias, entonces el profesor, investigador o no, se debería formar bajo la lógica, gramática, discurso, conocimiento que deviene del campo, que no es en esencia el de las disciplinas duras. La tradición de las ciencias duras tiene un fuerte arraigo en la manera como se concibe se debe enseñar, de allí que se piense que el conocimiento del profesor se estructura y se forma durante el pregrado en estas disciplinas. No es muy claro por qué se acude a dar peso a otros tipos de conocimiento, como se verá en lo que sigue, no empero de que puede existir el consenso de que el conocimiento que se enseña no es *per se* el científico.

Antes de continuar con estos análisis haré la presentación de algunas tendencias de investigación puestos sobre el conocimiento del profesor, que faciliten poner de presente las maneras en que se ha buscado explicar y proponer la estructura, organización, naturaleza del conocimiento de profesor. Para iniciar, es pertinente resaltar lo que Martínez y Valbuena (2013) han planteado respecto al estado de estas investigaciones:

“La educación del profesor no fue considerada como un problema de investigación en los primeros Handbook (Munby y Russell, 1998); tampoco el pensamiento de los docentes (Clark y Peterson, 1997). Hoy, por el contrario, la investigación del conocimiento profesional del profesor en general, y del profesor de ciencias en particular, se ha venido abordando como un problema relevante, al punto que el *Handbook of Research on Science Education* (Abell & Lederman, 2007) y el *Second International Handbook of Science Education* (Fraser, Tobin & McRobbie, 2012) incluyen diferentes capítulos que abordan el problema del conocimiento del profesor; y se editan números especiales, como el 30 del *International Journal of Science Education*, dedicados al tema, en los cuales se pone de realce el carácter polémico, dinámico y constructivo del conocimiento del profesor y, en particular, del conocimiento pedagógico del contenido, así como la necesidad de continuar haciendo investigaciones sobre el conocimiento del profesor de ciencias.” (p.13)

Con base en esta cita, se puede expresar que el conocimiento del profesor, y su formación académica son aspectos que se han venido teniendo en cuenta cada vez más como problema de investigación, lo cual se ha visto reflejado en la suficiente producción de conocimiento que ha dado pie a la inclusión de capítulos particulares para abordar el tema. Con una pequeña diferencia en la manera de entender Montero (2001) lo que denomina conocimientos básicos para el desarrollo profesional de los profesores, expresaba que una revisión rápida a los *Handbooks de investigación sobre la enseñanza* dejaba comprobar el enorme crecimiento de la investigación en el campo. La diferencia entonces se denota en que esta autora pone el acento no tanto en la investigación realizada sobre el conocimiento de los profesores, sino más bien sobre la enseñanza, lo cual denota una mayor especificidad en relación con el profesor.

Esta misma autora, resalta que no obstante esta condición en el campo, resulta...



“...persistentemente cuestionado el énfasis en la experiencia como fuente básica para aprender a enseñar; la dificultad de los profesores para acceder a un pensamiento pedagógico; la dependencia del juicio del experto y de la rutina como indicadores del tipo de conocimiento que los profesores poseen.” (Montero, 2001:92)

A juzgar por lo anterior, existe un campo pero no se está generando conocimiento teórico que redunde en la práctica, tampoco se está desarrollando el profesional en el campo pedagógico por lo que el profesor está supeditado a las decisiones externas. Históricamente al profesor se le ha formado desde conocimientos que no tienen que ver directamente con la práctica ni con su campo didáctico y pedagógico.

No obstante, con todo y lo que los análisis al referente significan para la producción de literatura especializada en estos campos, considero que la teorización sobre el conocimiento o pensamiento del profesor no solo ejemplifica un énfasis de investigación en la (s) didáctica (s) sino que es el campo mismo. Es decir, todo lo que acontece como investigación en el campo –todos los demás capítulos que no versan en exclusivo sobre el conocimiento, habilidades, competencias, etc., del profesor en los *Handbooks* u otros tipos de literatura del campo- también constituyen el conocimiento del profesor, para nuestro caso el de ciencias. En este sentido, el profesor y el campo son una sola cosa, el uno y otro se contienen, son instituidos e instituyentes, luego entonces el conocimiento del profesor se funda en la didáctica y la didáctica en el conocimiento del profesor. Cabe reiterar una vez más la cita de Bourdieu (2003) en la que explicita claramente: “Un sabio es un campo científico hecho hombre...” (p.77).

Como ya se había establecido en la tabla 5.6 incluso se ha elaborado *Handbooks* aún más especializados que el de la didáctica de las ciencias, es decir lo que otrora se mostraba como unos capítulos ahora es o son libros exclusivos sobre tópicos de los capítulos, verbigracias: evaluación, enseñanza, currículo y cultura, género, etc. En sí, las investigaciones que se realicen son importantes, entre otras cosas, en la medida en que posibiliten distinguir la profesión del profesor de otras profesiones y le den un estatuto epistemológico propio.

Así pues, la cercanía con lo que ocurre en la realidad de la enseñanza y el no afincar el conocimiento del profesor en epistemologías externas a su quehacer profesional, parecen unos de los elementos sustanciales para la investigación sobre el profesor. En este sentido, tiene razón Perafán-Echeverry (2004) al pronunciar que “...parte de la resignificación del conocimiento del profesor consiste en una ruptura epistemológica que lo diferencia de las dos categorías clásicas en las que ha sido pensado el conocimiento en la escuela: conocimiento común y conocimiento científico.” (p. 12) además pone en duda “...si lo que se enseña en la escuela son los saberes sabios o verdaderas creaciones didácticas, es decir, el conocimiento profesional del profesor.” (p. 11). Lo anterior también se puede apoyar con la declaración de Valbuena (2007:22) quien escribe:

“Una de las principales limitaciones y dificultades, tanto del desarrollo profesional docente, como de la formación inicial del profesorado, es el considerar que los profesores son simples transmisores de conocimiento. Subvalorando así, o en el peor de los casos, desconociendo la existencia del conocimiento específico que identifica a los docentes y que

les faculta para ejercer de una manera profesional la enseñanza, diferente a como lo podría hacer un profesional de otra área...Así pues, se requiere modificar concepciones reduccionistas como por ejemplo, que para ser buen profesor basta con saber la disciplina que se enseña.”.

Las posturas de Perafán-Echeverry (2004) y Valbuena (2007) son conducentes a entender que el conocimiento del profesor tiene otra (s) lógica (s), y que las concepciones tradicionales sobre la investigación heredadas de las ciencias clásicas deberán ser superadas dado que en las investigaciones fraguadas sobre el profesor, se han identificado los atributos de su conocimiento y la función del mismo en tanto su objeto es la enseñanza y la aproximación de este al aprendizaje.

Así pues, continuando con lo que vengo tratando de establecer en esta tesis en cuanto a que, en sentido amplio, las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, y en especial para el caso del tipo de conocimiento que ronda los análisis aquí, la didáctica de la ciencias, son los territorios que configuran el conocimiento profesional del profesor de ciencias, las profesiones y las disciplinas establecen afinidades de coexistencia epistemológica. En cuanto a esto último –afinidad entre disciplina y profesión- Becher (2001) ya explicitaba: “Como la identidad profesional de los académicos «se encuentra en su propia disciplina, hay una incapacidad general para reconocer las amenazas a la libertad académica que afectan a la comunidad en su totalidad».” (p. 223).

Básicamente, se podría extrapolar de aquí, que si la profesión docente no tiene una disciplina –que sería la didáctica- sino a otras, pues no tiene identidad para la profesión de profesor sino para la de físico, biólogo, lingüista, sociólogo, etc., que tienen como investigadores otros objetos de análisis y de acción profesional.

Esto queda más claro aun usando el ejemplo que presenta Chevallard (1989) y ampliándolo para el conocimiento del profesor: “Contrariamente al físico, que se contenta con explicar cómo y por qué las piedras caen, nos quedamos con la carga de explicar cómo las personas explican la caída de las piedras...”, a ello se puede agregar la pregunta ¿Cómo hacer para enseñar cómo y por qué las piedras caen? En esto se manifiestan objetos distintos, que deberían ser vistos, igualmente, de manera distinta desde el conocimiento profesional de un físico y desde el *conocimiento profesional didáctico* de profesor de física, las epistemologías que utilizan para explicar sus objetos tienen otras estructuras y dinámicas, otra naturaleza, sin desconocer desde luego que quien enseña no lo puede hacer sin advertir el conocimiento del contenido que enseña, que obedece a la transposición didáctica (Chevallard, 1991).

En el mantenimiento de la discusión sobre el conocimiento del profesor, varios conceptos, al parecer contrarios, son posibles de encontrar: yuxtaposición–integración del conocimiento; teoría-práctica; investigador-profesor; análisis ontológico-epistemológico; conocimiento del profesor-conocimiento científico; y conocimiento científico-conocimiento escolar. Ninguna de estas opciones serían posibles de dejar por fuera en aras de proponer un estatus epistemológico para la profesión docente, ello por cuanto son resultado del abanico de las tendencias de investigación que se han dado a la explicación del conocimiento del profesor.

Desde por lo menos a inicio del siglo XX -pero sobre todo en la segunda mitad, haciéndose cada vez más notorias, en especial en los últimos veinte años-, las investigaciones y análisis han dejado diferentes posturas en cuanto a lo que se entiende sobre el conocimiento del profesor. Al respecto, luego de una revisión Roa (2012) pone de relieve que era posible reconocer algunas tendencias, entre las que encontraba:

- La que propone como epistemología para explicar el conocimiento del profesor, el conocimiento de disciplinas como la química, inglés, biología, entre otras (Grossman, Wilson y Shulman, 2005), distintas a la disciplina didáctica.
- La que le da un lugar preponderante a la epistemología antropológica (Chevallard, 1991) utilizando como constructo para explicar la enseñanza la transposición didáctica.
- La que centra en la práctica (Elbaz, 1981; Clandinin, 1985) e investigación (Stenhouse, 1998; Tardif, 2004) y su consiguiente reflexión Schön (1998), la construcción del conocimiento del profesor.
- La tendencia que busca caracterizar y explicar el pensamiento del profesor (Marcelo, 1987).
- La que hace referencia a la evolución del conocimiento del profesor, pasando de uno mayoritario a un conocimiento deseable, para lo que se plantea la idea de hipótesis de progresión. Se hace referencia a una epistemología propia del conocimiento del profesor (Porlán y Rivero, 1998).
- Otra tendencia, que ha sido muy investigada en los últimos años, está relacionada con el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC), (Shulman, 1986, 1987).

Estas seis tendencias fueron identificadas teniendo como perspectiva lo que los autores establecen como fundamentos teóricos, epistemológicos o disciplinares, más que nada, para analizar el pensamiento y/o conocimiento del profesor.

Más recientemente, Lederman y Lederman (2015) en una perspectiva histórica, sobre lo que denominan en general el conocimiento para la enseñanza eficaz, escriben:

"La historia del conocimientos base para la enseñanza eficaz puede ser convenientemente dividida en seis fases generales de la investigación empírica que se remonta a la década de 1920. La primera fase, supone la eficacia que es una consecuencia de los rasgos o características de la personalidad del profesor; la segunda fase, se centró en los métodos de enseñanza; la tercera, sobre el comportamiento del profesor y la relación con el aprendizaje del estudiante; la cuarta, se centra en el dominio de un repertorio de competencias; y el quinto se centra en las habilidades de los profesores para utilizar adecuadamente las competencias (es decir, la toma profesional de decisiones). La sexta fase, que podría decirse caracteriza la sabiduría actual, se ha centrado en la importancia de la interacción de un conjunto de dominios de conocimiento que resultan claramente delineados en una materia específica de instrucción de conocimiento y habilidades". (Lederman y Lederman, 2015:1)

Esta perspectiva le da un orden cronológico a la investigación sobre la enseñanza y el papel del profesor en cada una de las fases –a las cualesaré aquí como tendencias-, según van apareciendo.

Si se hace el ejercicio de contrastar las tendencias de investigación de Roa (2012) y Lederman y Lederman (2015) en el sentido de sus perspectivas de análisis, categorías subyacentes y las tendencias de investigación emergentes, tabla 5.11, cabe destacar de una vez, la complejidad que se encuentra al tratar de especificar estas tendencias, que pueden tener intrincados conceptos compartidos.

En verdad, las 9 tendencias de investigación explícitas en la tabla 5.11, indican la pluralidad de posibilidades para abordar el estudio sobre el profesor. Estas tendencias pueden tener entre ellas puntos de encuentro y/o elementos que las distancian notablemente –tendencias externalistas y/o internalistas- lo cual tiene implicaciones de fondo para entender la profesión de profesor, estas agrupaciones de las tendencias no son explícitas en los autores, son inferidas en esta investigación. No obstante, si bien es evidente que algunas tendencias pueden variar o coexistir en cuanto al sentido o dimensión puesta en algunos conceptos, teorías o epistemología, esto no es un obstáculo, sino que más bien representa una riqueza para la investigación, además que corresponde a la dinámica propia de la producción de conocimiento desde disciplinas semiabiertas como la pedagogía y la didáctica, más aún si se comprenden estas en su conjunto como ciencias.

De acuerdo a lo que presenta la tabla 5.11 se puede declarar que en la perspectiva teórica y epistemológica –categoría pensamiento/conocimiento del profesor- de Roa (2012) las tendencias de investigación están más que todo focalizadas en los planteamientos que los investigadores han elaborado a partir de la caracterización y análisis de la enseñanza y/o los profesores, y el conocimiento que se ha producido de todo ello –tendencias 6 al 9, internalistas-; la perspectiva histórica –categoría eficacia del profesor- de Lederman y Lederman (2015) ponen el acento reconocer la secuencia de surgimiento de tendencias de investigación que abordan la enseñanza y/o el profesor, pero en la idea de pensarlas alrededor de la eficacia –tendencias 1 al 5, externalistas-. Luego entonces, mientras que el primer autor recoge las tendencias que han buscado explicar teórica o epistemológicamente la enseñanza y/o al profesor, los otros autores reconocen tendencias que ha descrito al profesor y su enseñanza dando un fuerte acento al deber hacer del profesores.

**Tabla 5.11:** Identificación de tendencias de investigación, perspectivas de análisis y categorías sobre el profesor de ciencias

Tendencias		Roa (2012)	Lederman y Lederman (2015)
		Perspectiva de análisis/Categorías	
		Teórica y epistemológica/Pensamiento-conocimiento del profesor*	Histórica/Eficacia del profesor
1. Presagio-producto: personalidad del profesor	Tendencias externalistas	Son comprendidas en la tendencia sobre pensamiento del profesor	X
2. Métodos de enseñanza			X
3. Proceso-producto: comportamiento del profesor			X
4. Competencias del profesor			X
5. Habilidades: toma de decisiones del profesor			X
6. Conocimiento pedagógico del contenido	Tendencias internalistas	X	X
7. Epistemología antropológica: transposición		X	

didáctica			
8. Práctica, investigación y reflexión del profesor		X	
9. Evolución del conocimiento del profesor: del mayoritario al deseable (hipótesis de progresión)		X	

\* No se ha incluido la tendencia de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor de Roa (2012) que pone el acento en las epistemologías de la química, inglés, biología, entre otras disciplinas, para explicar el conocimiento del profesor, ya que esta suele ser el fundamento de las otras tendencias.

Se encuentra que los autores en su conjunto coinciden en la tendencia de investigación Conocimiento pedagógico del contenido. Se podría decir que Roa (2012) coincide con Lederman y Lederman (2015) en las tendencias de investigación externalistas, solo que ha hecho referencia a éstas en términos muy generales -pensamiento del profesor-, en tanto que Lederman y Lederman (2015) las han desglosado, tabla 5.11. Con lo anterior, Lederman y Lederman (2015) tiene una clara tendencia externalista en tanto que Roa (2012) tiene inclinación a la tendencia internalista, sin desconocer la tendencias externalista.

Ante esto, prefiero entender en conjunto las posibles tendencias de investigación como categorías que evolucionan, en la idea de que inicialmente estas investigaciones tuvieron una fuerte focalización en el pensamiento –eficacia- del profesor pero que con el tiempo tuvieron una inclinación hacia el conocimiento de este, esto sin negar que una y otra se compaginan.

No obstante, que los autores coinciden en la tendencia sobre el CPC (en inglés PCK), Roa (2012) como Lederman y Lederman (2015) tienen diferencias notables para entender lo que he denominado categorías, ya que mientras para el primer autor las tendencias de investigación tienen las categorías pensamiento y conocimiento, para Lederman y Lederman (2015) la categoría de sus tendencias de investigación giran en torno a la eficacia del profesor.

No sobra decir que otros autores también han tenido iniciativas para comprender las tendencias de investigación sobre lo que he tratado de presentar, por ejemplo, para Marcelo (1987) las investigaciones sobre la toma de decisiones, planificación, creencias, constructos y conocimiento práctico, se establecen en el “paradigma de pensamientos del profesor”. En este mismo sentido pero con algunas diferencias en cuanto al encausamiento de las tendencias investigación, Atlet (2012) pone de relieve que los aportes de los trabajos de la psicología cognitiva y el estudio de la evaluación pedagógica, los de las representaciones y las situaciones vividas a partir de la práctica, y los relacionados con el profesor experto, se inscriben “...en el paradigma de investigación sobre el *teacher thinking*...” (p.35)

Existe cercanía en la denominación que Marcelo (1987) y Atlet (2012) dan a las investigaciones sobre el profesor “pensamiento del profesor” aunque difieren notablemente en cuanto a lo que se investiga en lo que reconocen como paradigma.

Las tendencias de investigación tienen unas particularidades sobre las cuales giran –pensamiento, conocimiento, eficacia-, cada una tiene diferentes niveles de desarrollo y formas de explicar la naturaleza y características del profesor para la acción profesional en la enseñanza. A cada una le subyacen unas ideas acerca de lo que se busca con el conocimiento a enseñar y de la relación de conocimiento que se espera el profesor ponga en interacción con el estudiante.

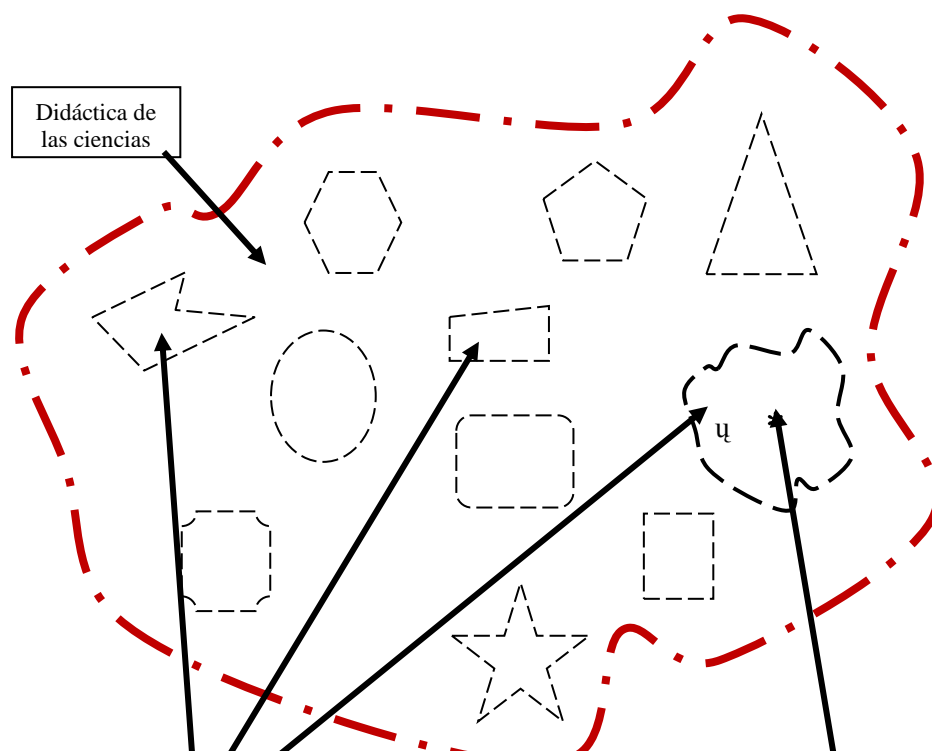
Como se evidencia, además de lo ya explicitado antes, la tabla 5.11 tiene las tendencias de investigación agrupadas en internalistas y externalistas, las cuales al cruzarlas con las perspectivas y categorías de los autores, evidencian que las externalista pueden ser analizadas tanto en lo histórico

como en lo teórico y epistemológico, no obstante que las categorías son distintas –pensamiento y conocimiento, y eficacia-. En cambio, las tendencias internalista son mayoritariamente de interés en la perspectiva de análisis teórica y epistemológica, bajo la categoría de pensamiento y conocimiento del profesor. No se puede desconocer que la perspectiva de análisis histórica tiene fuerte vínculo con las tendencias internalistas, sin embargo, Lederman y Lederman (2015) dentro de sus estudios y escrito no las incluyeron dentro de sus tendencias. De todas maneras se puede inferir que bajo la categoría eficacia, fincada en el positivismo, pues es muy poco lo que puede importar tener en mente las tendencias internalistas.

Cabe poner de relieve que las denominaciones a las tendencias 1 al 6 son acogidas en esta tesis bajo las denominaciones que Lederman y Lederman (2015) han propuesto, pero no acuerda con la categoría -eficacia del profesor- que expresan han seguido estas tendencias; en cambio se aceptan las categorías –pensamiento-conocimiento del profesor- que Roa (2012) presenta como las próximas al desarrollo de las tendencias. En cuanto a las perspectivas de análisis se recogen y aceptan tanto la histórica como la teórica y epistemológica, para avanzar en la comprensión del profesor como sujeto de conocimiento.

Se encuentra que no empero que la tendencia de investigación sobre el conocimiento pedagógico del contenido que es coincidente para los autores, mientras Lederman y Lederman (2015) la entienden en la categoría de eficacia en una perspectiva histórica, Roa (2012) la entiende desde la teoría y epistemología. La tendencia sobre CPC desde su emergencia ha querido poner en discusión la naturaleza de este conocimiento desde la epistemología de las disciplinas que se enseñan.

En lo que sigue será el propósito indagar sobre los aspectos nucleares que conforman las tendencias de investigación sobre el profesor –pensamiento, conocimiento, eficacia-, que algunos investigadores han desarrollado. Entiendo las tendencias como cuerpos teóricos que coadyuvan a la comprensión de las mismas, a la vez que se concretan en el énfasis de investigación sobre el pensamiento y conocimiento del profesor, el cual en su conjunto y en una visión integrada de los énfasis de investigación constituyen e instituyen la didáctica de las ciencias, figura 5.3, a la vez que todos los énfasis implican el conocimiento y pensamiento del profesor, incluso las pedagogías y otras didácticas, figura 5.1. Por lo que entiendo *el conocimiento del profesor como una disciplina de investigación y de enseñanza profesional, al igual que la que lo forma como tal.*



### **Figura 5.3:** Didáctica de las ciencias: énfasis y tendencias

Esto no niega lo esencial que es el énfasis de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor de ciencias, y las posibles tendencias de investigación en general para la pedagogía y didáctica, reconozco que los énfasis de investigación sobre el género, currículo, interculturalidad, metacognición, etc., propuestos por Porlán (1998), Gil, *et al* (1999) y Fraser, *et al* (2012), deben constituirse en los conocimientos disciplinares -didáctica y pedagogía-, desde el inicio y durante la formación de los futuros profesores de ciencias.

Dando alcance a la presentación de los aspectos más relevantes de las tendencias respecto a la investigación sobre el profesor, se puede expresar en coherencia con lo hasta ahora planteado, que se evidencia que los primeros estudios se dieron teniendo como objeto su pensamiento y luego se dirigió más hacia el conocimiento, sin que se haya dejado de investigar o de tener como precedente las tendencias inicialmente emergidas.

#### **4.4.1. Presagio-producto**

Esta tendencia que tiene como objeto investigar el carácter y personalidad del profesor para recoger los resultados que mejor respondan a la enseñanza eficaz, tiene como referente principal el poder predecir, vaticinar, quizá se pueda decir determinar, la enseñanza y la eficacia de la misma a partir de moldeamiento del carácter, personalidad del profesor. Según Marcelo (1987) dichos estudios tuvieron lugar inicialmente bajo el modelo de investigación “presagio-producto” que concebía la eficacia del profesor (variable producto) en función de las características de su personalidad (variable presagio).

Lederman y Lederman (2015) identifican que este se realizó desde inicio del siglo XX: No sobra advertir que en cuanto al primer estudio y sus características...

“La primera investigación sobre la enseñanza eficaz se propuso describir las características que diferenciaban a los profesores más eficaces de los profesores menos eficaces. Las técnicas actualmente comunes para la medición de la capacidad mental, rasgos de personalidad, actitudes y factores similares no estaban disponibles a principio de 1900 por lo que los investigadores simplemente se basan en los estudiantes para describir la eficacia de los profesores que habían conocido.” (p.2)

Estos mismos autores destacan que como resultado de las investigaciones se obtuvo listas de rasgos atribuibles a los profesores, como por ejemplo “hacer que crezca la demanda de estudiantes”, “tener

más habilidad para enseñar”, “tener mayor conocimiento de la disciplina”, “tener mejor disciplina”. Recuerda que pasado el tiempo dejaron de ser los estudiantes quienes daban cuenta de las características de los profesores para que fueran eficaces para pasar a la opinión de expertos en la enseñanza. Manifiestan que durante la década de 1920, los seis principales atributos para que un profesor fuera eficaz consistían en el buen juicio, el autocontrol, consideración, el entusiasmo, el magnetismo, y la adaptabilidad. Hacia 1930, los atributos comunes habían sido revisados por lo que se establecieron los siguientes, la cooperación (amabilidad, lealtad), el magnetismo personal, apariencia personal, la amplitud y la intensidad, consideración y liderazgo. Terminan Lederman y Lederman (2015) resolviendo que no había evidencia documentada de que tales características atribuidas a los profesores ayudaran a alcanzar las metas educativas de los estudiantes. Por lo que se llamó la atención para que la investigación fuera más sólida, para que de tal manera se pudiera derivar una base de conocimientos para los programas de formación del profesorado.

#### **4.4.2. Método de enseñanza**

Según Lederman y Lederman (2015) el reconocimiento intuitivo de que lo que un profesor hace es mucho más relevante que lo que un profesor es (como persona, por ejemplo) dio otro enfoque para los que deseaban establecer una base de conocimientos fiable para la formación del profesorado. Se acordó que lo que un estudiante en un programa de pregrado tiene que aprender no es lo que él debe ser, sino lo que él / ella debe hacer para que sea eficaz. Para ello se implementó lo que se conoció como " Métodos experimentales' en los cuales se iba ensayando varios métodos de enseñanza para identificar cuáles son los más eficaces.

Para estos mismos autores finalmente los resultados de este tipo de investigación se mezclaron y fueron inconclusos, debido a que las investigaciones tuvieron a los estudiantes como centro para los análisis y no a los profesores. En consecuencia, se habían hecho generalizaciones para los profesores que no eran los que realmente participan en las investigaciones. Sin embargo, estas investigaciones continúan.

#### **4.4.3. Proceso-producto**

Para Marcelo (1987) en la década de los setenta se desarrollaron abundantes investigaciones orientadas a identificar los elementos que determinan la eficacia del profesor, solo que ahora se fundamentan en el paradigma de “proceso-producto” que perseguía identificar las conductas del profesor (variable proceso) que mejor se relacionan con el rendimiento de los estudiantes (variable producto). Marcelo (1987) destaca que la cuantificación de las conductas del profesor –frecuencias-bajo numerosos sistemas observacionales y categorías que se enmarcaban en la experimentación y análisis de correlación y regresión, son las que se practicaron con mayor frecuencia.

Clark y Peterson (1997), escriben que uno de los primeros estudios fue publicado por Philip Jackson en el libro *La vida en el aula* (1968), continúan expresando que dicho estudio “...intentó describir y



comprender los constructos y procesos mentales que guiaban la conducta de los maestros.” (p.444). Para esto autores, en el contexto psicológico de la enseñanza los aspectos como el pensamiento, la planificación y la toma de decisiones de los docentes, constituye una parte considerable del mismo. “...En ese contexto se interpreta y se actúa sobre el currículo; en ese contexto enseñan los docentes y aprenden los alumnos. Los procesos de pensamiento de los maestros influyen sustancialmente en su conducta e incluso la determinan.” (Clark y Peterson, 1997:443). Sostienen, que los investigadores que incursionan en esta tendencia, procuran:

“...en primer lugar, describir con detalle la vida mental de los docentes; en segundo lugar, tratan de explicar cómo y por qué las actividades observables de la vida profesional de los docentes revisten las formas y desempeñan las funciones que las caracterizan. Se plantean cuándo y por qué la enseñanza es difícil, y de qué manera los seres humanos pueden hacer frente a la complejidad de la enseñanza en el aula... La meta final de la investigación sobre los procesos de pensamiento de los docentes consistiría en llegar a una descripción de la psicología cognitiva de la enseñanza que fuera utilizable por los teóricos, investigadores y planificadores educacionales, los creadores de currículo, los formadores de profesorado, los administrativos escolares y los enseñantes mismos.” (Clark y Peterson, 1997:443)

Como se puede entender la investigación no tenía la intención de ser letra muerta ni mucho menos que fuera un gasto sino todo lo contrario que surtiera efecto de eficacia reflejado en el producto a obtener. Los resultados de las investigaciones que buscaban la determinación de los procesos cognitivos de los profesores, podrían ser utilizados en varias instancias como lo terminan declarando los autores en la cita anterior.

Es palpable que se continua problematizando la enseñanza -recordemos que Lederman y Lederman (2015) señalaban que esto tiene su amanecer a inicio del siglo pasado-, en tanto existe un profesor que la materializa en el aula y que tiene una historia de vida que influye en su actuar en el aula. Con la generalización en que se percibe la enseñanza se está todavía ignorando la diversidad que existe de seres humanos, sus posibles maneras de razonar, aprender, actuar, sus culturas, contextos; esto obstante, que se tienen en cuenta factores externos e internos. La perspectiva de la complejidad que subyace a la enseñanza, por lo menos, aún está alejada para interpretar los resultados de las investigaciones, la perspectiva epistemológica determinista y reduccionista, positivista está en su mejor momento.

Para Montero (2001) las investigaciones sobre el pensamiento del profesor podrían caracterizarse “...como un itinerario con el punto de partida fijado en la investigación sobre la enseñanza eficaz. Entendida como las actuaciones de los profesores en el aula empíricamente asociada con resultados positivos en el aprendizaje de los alumnos.” (p.142). De acuerdo con Montero (2001), la producción del conocimiento sobre la enseñanza es generada por agentes externos, más que todo provenientes de las universidades –didactas, pedagogos, psicólogos- quienes hacen seguimiento a los comportamientos y estilos de enseñanza más eficaces, para luego incluirlos en la formación de los futuros profesores y los que ya están en ejercicio.

En esta tendencia de investigación (Marcelo, 1987) se concibe al profesor y al estudiante como activos por lo que sus pensamientos, percepciones y planes inciden y determinan la conducta. En este sentido, se analiza de los profesores sus rutinas; la toma de decisiones en cuanto a las clases y los procesos; y factores como la planificación mental que influye en las decisiones por lo que tienen relación con cómo se piensa la enseñanza, en esto se tienen en cuenta aspectos como la experiencia del profesor, los factores externos –alumnos, padres, otros profesores, currículo, gestión de clase, administrativa-, e internos –concepciones sobre el contenido, creencias, conocimiento sobre la materia, edad, enfermedad, etc.-

Como lo manifestaba Montero (2001) esta corriente de investigación sobre el pensamiento del profesor (*teacher thinking*) más adelante y paulatinamente se reformula como pensamiento y conocimiento del profesor buscando poner ahora el acento en los contenidos del pensamiento. Esta autora declara, que “Para la tradición *proceso-producto*, expresiva de un enfoque de racionalidad técnica, el profesor es fundamentalmente un técnico que posee medios para solucionar problemas.” (Montero, 2001:143). Con la transición que se genera de investigar el pensamiento para dirigirse al conocimiento del profesor, la autora expresa también el inicio de la salida del conductismo y el positivismo. Desde luego que esto no quiere decir que las investigaciones sobre el pensamiento de los profesores y el paradigma de investigación afincado se hayan agotado.

Al distinguir el conocimiento para comprender el pensamiento del profesor se puede encontrar la emergencia, a inicio de los ochenta, de una tendencia de investigación - *Pedagogical Content Knowledge* (PCK)- que tiene mayor inclinación hacia el conocimiento del profesor, además que busca darle un atributo “diferenciable” de otros conocimientos al caracterizarlo como pedagógico (Shulman, 1986-1987). Aunque puede que esto no sea del todo cierto como se verá más adelante cuando aborde esta tendencia, la del PCK.

#### **4.4.4. Competencias**

Esta tendencia, según Lederman y Lederman (2015), tiene su nacimiento como consecuencia de que en la “... década de 1960 y principios de 1970 la investigación del proceso-producto se redujo considerablemente debido a un nuevo modelo para la formación del profesorado conocida como formación del profesorado basada en la competencia o basado en el desempeño.” (p.3). Según los autores, esta tendencia supone que el profesor es más o menos eficaces en la enseñanza dependiendo del dominio de un repertorio más amplio de competencias, habilidades, capacidades, conocimientos, etc.

En ese sentido, se pueden encontrar variedad de matices de competencias para que el profesor sea eficaz, sin dejar de sostener que había por lo menos un pequeño núcleo de competencias que todos los profesores deben poseer (Lederman y Lederman, 2015). Perrenoud (2007) teniendo en cuenta el horizonte que se abría con las competencias, a propósito de lo que le corresponde al profesor como profesional, anuncia diez familias de competencias:

1. Organizar y animar situaciones de aprendizaje.
2. Gestionar la progresión de los aprendizajes.

3. Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación.
4. Implicar a los alumnos en sus aprendizajes y en su trabajo.
5. Trabajar en equipo.
6. Participar en la gestión de la escuela.
7. Informar e implicar a los padres.
8. Utilizar las nuevas tecnologías.
9. Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión.
10. Organizar la propia formación continua.

Para Perrenoud (2007) estas competencias son coherentes con el nuevo papel de los profesores, a saber:

“...la evolución de la formación continua, las reformas de la formación inicial y las ambiciones de las políticas de la educación. Es compatible con los ejes de renovación de la escuela: individualizar y diversificar los itinerarios de formación, introducir ciclos de aprendizaje, diferenciar la pedagogía, ir hacia una evaluación más formativa que normativa, dirigir proyectos de institución, desarrollar el trabajo en equipos de profesores y la responsabilidad colectiva de los alumnos, situar a los niños en el centro de la acción pedagógica, recurrir a métodos activos, a la gestión de proyectos, al trabajo por problemas abiertos y situaciones problema, desarrollar las competencias y la transferencia de conocimientos y educar en la ciudadanía.” (p.10)

Las investigaciones al referente de las competencias de los profesores en cuanto a su formación profesional (Paquay, Altet, Charlier y Perrenoud, 2012) y las competencias de los formadores de los profesores (Altet, Paquay, y Perrenoud, 2007) ha sido una tendencia que ha tomado bastante impulso sobre todo por el discurso que de fondo tiene sobre todo con la formación de talento humano, y la relación con el desarrollo económico y los costos de la educación.

#### **4.4.5. Toma decisiones**

Lederman y Lederman (2015) declaran que esta tendencia de investigación podría ser vista como contenida en la de competencias pero que dado el esfuerzo por establecer una base de conocimientos para la enseñanza efectiva desde las decisiones, es por lo que la entiende como otra tendencia. Continúan los autores declarando que durante la década de 1970 hubo un movimiento claro hacia la importancia de discernir por qué un profesor opta por tomar las decisiones que eligió durante la preinstrucción, la instrucción, y las fases posteriores a la instrucción de la enseñanza. Marcelo (1987) presenta detalladamente las investigaciones sobre la toma de decisiones, sin entrar en los detalles, cabe enunciar solamente que para este autor propiamente...

“En el modelo de toma de decisiones «se concibe al profesor como alguien que está constantemente valorando situaciones, procesando información sobre estas situaciones, tomando decisiones sobre qué hacer a continuación, guiando acciones sobre la base de estas decisiones, y observando los efectos de las acciones de los alumnos» (Clark, 1978, pag. 3).” (Marcelo, 1987:17)

Luego entonces, el tema sobre las decisiones ayuda construir un panorama más sobre lo que implica enseñar para un profesor en el aula de clase, sobre lo que puede hacer a propósito de la planeación, la circunstancia y lo que razonablemente puede desarrollar para tomar decisiones durante su acción de enseñar. Para Clark y Peterson (1997) las investigaciones sobre el pensamiento del profesor han “...buscado establecer en qué medida los docentes toman «decisiones» interactivas que los llevan a modificar sus planes o su conducta en el aula.” (p.475). Clark y Peterson (1997) destacan que los investigadores en esta tendencia han procurado reducir las decisiones interactivas de los docentes a diagramas, y “...describir los factores que influyen en ellas, así como también establecer con certeza cuáles son esos factores y cuáles las señales que los docentes tienen en cuenta para adoptar decisiones interactivas.” (p.475).

De forma todavía más descriptiva Lederman y Lederman (2015) esclarecen que los profesores toman numerosas decisiones cada minuto durante la enseñanza y pueden hacer también casi el mismo número al planear la instrucción y al continuar con la instrucción. En esta perspectiva, el profesor eficaz fue visto como un experto tomador de decisiones por lo que el enfoque de la investigación fue el tratar de averiguar cómo los profesores realizan este tipo de decisiones y si estas habilidades de toma de decisiones se podrían desarrollar en su formación y en la práctica de los profesores. En este sentido, el profesor eficaz se caracterizaba por ser especialmente hábil en la toma de decisiones con respecto al mantenimiento del ambiente de aprendizaje, uso del tiempo de los estudiantes y los métodos de enseñanza.

#### **4.4.6. Conocimiento pedagógico del contenido**

Vale decir de una vez que esta tendencia de investigación es actualmente una de las más abordadas, Lee Shulman, es usualmente reconocido como el artífice de esta tendencia, quien se alojó inicialmente en la idea del pensamiento del profesor, no obstante, se puede decir que su centro no fue este sino el conocimiento del profesor, antes sus intereses se encontraban -Lederman y Lederman (2015:4)- “...en el estudio del proceso de razonamiento médico a mediados de 1970.”

Por la proliferación que sobre el conocimiento pedagógico del contenido -CPC- se ha gestado desde su emergencia como constructo teórico, la presentación de esta tendencia será un poco más amplia a manera de recuento breve, dado la extensión bibliográfica al respecto. Así pues, trataré de ubicar descriptivamente el origen del CPC en cuanto a su autor y lo que quiso manifestar al referente, luego dispondré algunos aspectos respecto al alcance de esta tendencia.

Así pues, Marcelo (1987) como estudioso del pensamiento del profesor –para él correspondiente a los asuntos sobre el presagio-producto, proceso-producto, toma de decisiones y planificación, entendidos los tres últimos interconectados-, haciendo alusión al origen formal de este paradigma (CPP), puntualmente reseña:

“Con anterioridad a 1974 ya se había realizado algunas investigaciones dispersas sobre temas como el análisis de la planificación de los profesores...Pero podemos afirmar con seguridad que es a partir 1975 cuando se produce la aceptación formal por la comunidad

científica del modelo entonces denominado «procesamiento clínico de la información» en la enseñanza. En este año se celebró el congreso del «National Institute of Education», en el que se abordaron los problemas que la investigación educativa tenía planteados en esos momentos. Uno de los diez paneles de los que constó el congreso estuvo coordinado por Lee SHULMAN, y se denominó: «Teaching as Clinical Information Processing» (La Enseñanza como Procesamiento Clínico de Información). Los autores que participaron en ese panel se plantearon como principal objetivo describir la vida mental de los profesores, sus antecedentes y consecuencias. Para ello partieron de concebir al profesor como un *agente*, un clínico que toma decisiones, reflexiona, emite juicios, tiene creencias, actitudes, etc....” (p.13-14)

Prosiguiendo con el rastreo para dejar explícito el punto de inflexión del paradigma sobre el pensamiento del profesor hacia la asociación del mismo con el contenido, con el conocimiento, es relevante el dato que Shulman (1999) hace visible en cuanto a que el CPC se remonta a 1983 cuando él fue invitado a participar con una ponencia en la *Conferencia Nacional de Investigación sobre el Estudio de la Enseñanza*, a realizar en Austin en la Universidad de Texas; para lo cual Shulman tituló su presentación como “The Missing Paradigm in Research on Teaching” (El Paradigma Ausente en Investigación sobre la Enseñanza) con la intención de criticar las investigaciones sobre el proceso-producto, el cual se centraba en el comportamiento del profesor más que en el pensamiento del profesor como centro de los procesos, y su dependencia de alcanzar el logro estandarizado en una prueba como único indicador del producto.

Shulman (1999) narra que él ya había realizado estudios, desde 1968 hasta mediados de 1970, sobre procesos de razonamiento médico, obteniendo como resultado principal, para la competencia en el diagnóstico, el predominio del campo-específico de resolución de problemas clínicos, contrario al prevaleciente diagnóstico médico tradicional que asumía un tratamiento general de diagnóstico. Aunque la experiencia de estudio había sido en el razonamiento y procesos de decisiones de los médicos, fue la enseñanza, haciendo énfasis en la cognición, la de su mayor desarrollo. Esta experiencia fue la que dio paso a lo que Shulman denomina en inglés Pedagogical Content Knowledge –PCK- y que por el momento reconozco, traducido al español, como Conocimiento Pedagógico del Contenido –CPC-.

Lederman y Lederman (2015) consideran que el CPC parte del interés de Shulman por el establecimiento de una base de conocimientos, al igual que de las tendencias que ellos han identificado, tabla 5.11, las cuales Shulman había problematizado, por lo que buscó hacer evidente que, en un esfuerzo por distinguir entre los profesores eficaces e ineficaces en todos los contextos, la disciplina que se enseña poco a poco fue ignorada como una variable, ya fuera en términos del conocimiento del profesor o el procesamiento de ideas nuevas en los estudiantes.

Abordando ahora la idea del CPC se puede decir que tomó forma y fue sustentada por Shulman (1986) en el artículo *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching (Aquellos que Comprenden: Aumentan la Enseñanza del Conocimiento)*, muy a propósito de tener como antecedente los análisis que realizó a exámenes aplicados para ocupar el cargo de profesor en algunos lugares de Estados Unidos desde 1875 (Massachusetts, Michigan, Nebraska, Colorado y

California). En su estudio evidencia que de veinte categorías sobre las que se estructuran las pruebas solo una tiene relación con el quehacer del profesor: teoría y práctica de enseñanza, esta corresponde a 50 puntos de 1000 que tiene la prueba total. “Estas pruebas nos muestran cómo se definió el conocimiento del profesor” (Shulman (1986:2).

El autor destaca que los legisladores regularmente definen y justifican estas categorías por el fuerte énfasis en los procedimientos y porque se basa en investigación emergente sobre la enseñanza y la relación con la eficacia del profesor, en este sentido es poderosa la frase "la investigación es basada en las competencias de los profesores". Se pregunta Shulman (1986): ¿En qué sentido, puede afirmarse que tal concepción de la competencia del profesor se basa en la investigación? Continúa expresando que él y su grupo de investigadores refieren al problema del paradigma perdido, como a la falta de enfoque en la disciplina *-subject matter-* entre los diferentes paradigmas de investigación que estudiaban y estudian la enseñanza. Pone de relieve que las consecuencias de tal ausencia son graves, tanto para la política como para la investigación. No sobra subrayar que Shulman (1999) también se refiere a tal paradigma perdido como a la "...falta de estudio del contenido de la disciplina y su interacción con la pedagogía." (p.9)

En clara relación con lo anterior, y buscando entrar en una explicación, Shulman (1986) propone la pregunta del ¿Por qué se separa el contenido de la enseñanza dado que son indistinguibles de un cuerpo de entendimiento? ¿Por qué se hace clara distinción entre el contenido y el proceso pedagógico? En la lógica de responder pero en un sentido contrario, entiendo que responde entonces a la pregunta ¿Por qué no son separables, distinguibles el contenido de la enseñanza o proceso pedagógico? Coherentemente expresa que:

“...los nombres que se dan en la actualidad a los títulos universitarios y los rituales que atribuimos a ellos reflejan conexiones fundamentales entre conocer y enseñar. Por ejemplo, los grados más altos otorgado en cualquier universidad son los de "maestro" o "doctor", que eran tradicionalmente intercambiables. Ambas palabras tienen la misma definición, que quieren decir "maestro". "Doctor" significa maestro; ella tiene la misma raíz que "doctrina", o enseñanza. Maestro, como el maestro de escuela, también significa maestro. Por lo tanto, el más alto grado universitario habilita a su destinatario para ser llamado maestro.” (p.6).

Sin duda interesante el planteamiento de Shulman (1986) para dar a entender que el conocimiento y quienes se forman en él *per se* establecen relación con la enseñanza, de allí que entienda que en la prueba para admisión de profesores de primaria no puede tener ligereza al establecer las categorías y puntos asignados a cada pregunta. Continúa, ya sea en el espíritu de la década de 1870, cuando la pedagogía fue básicamente ignorada, o en la década de 1980, cuando el contenido está visiblemente ausente, ha habido siempre una división entre los dos. “Así, hemos visto que la fuerte distinción entre el conocimiento y pedagogía no representa un tradición que se remonte a siglos, sino más bien a un desarrollo más reciente.” (Shulman, 1986:7).

Ante esto, expresa que en las investigaciones sobre la enseñanza se hacen preguntas centrales, pero estas no están direccionadas al contenido ya que se enfocan en cómo los profesores manejan sus aulas, organizan actividades, asignan tiempo en la clase, cuáles son los niveles de formulación de

las preguntas, planes de clase, cómo juzgan la comprensión general de los estudiantes, cómo alaban y atribuyen culpas, y estructuran las tareas. Según Shulman (1986):

“La psicología cognitiva del aprendizaje se ha centrado casi exclusivamente en tales cuestiones en los últimos años, pero estrictamente desde la perspectiva de los alumnos. La investigación sobre la enseñanza ha tendido a ignorar estas cuestiones con respecto a los profesores. Mis colegas y yo, estamos tratando de corregir este desequilibrio a través de nuestro programa de investigación, "Crecimiento del Conocimiento en la Enseñanza".” (p.8)

Con base en esto formula varias preguntas: ¿De dónde vienen las explicaciones del profesor?, ¿Cómo deciden los profesores qué enseñar?, ¿Cómo lo representan?, ¿Cómo interrogan a los estudiantes al respecto y cómo lidiar con problemas de incompreensión?, ¿Cuáles son las fuentes de conocimiento de los profesores?, ¿Qué conoce un profesor y cuándo él o ella vienen a conocerlo?, ¿Qué tanto el nuevo conocimiento adquirido y el conocimiento antiguo recuperado se combinan para formar una nueva base de conocimientos?

Continúa exponiendo para seguir preguntado y poniendo en duda ahora la formación del profesor, Shulman (1986) manifiesta que se supone que la mayoría de los profesores comienzan con algo de experiencia en los contenidos que enseñan... “(Esto puede ser una suposición infundada, y las consecuencias de diferentes grados de competencia en la asignatura y la incompetencia se han convertido en un tema serio de nuestra investigación también.)” (p.8). Asegura que los profesores candidatos para la enseñanza secundaria, en particular, típicamente han cumplido con temas importantes de su especialidad. Con base en ello y aunando el asunto de la transición de estudiante experto a profesor novato, realiza otros cuestionamientos:

¿De qué manera el estudiante universitario exitoso transforma su experiencia en la disciplina en una forma que los estudiantes de secundaria pueden comprender? ¿Cuándo este profesor novato comprueba erróneos o confusos capítulos de libros de texto o estudiantes confundidos?, ¿Cómo él o ella emplea su experiencia en el contenido para generar nuevas explicaciones, representaciones, o aclaraciones?, ¿Cuáles son las fuentes de analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones y reformulaciones?, ¿Cómo trabaja el profesor novel (o incluso el veterano) para aprovechar los conocimientos especializados en la disciplina en el proceso de enseñanza?, ¿Qué precios pedagógicos se pagan cuando la competencia en la disciplina del profesor está en sí comprometida por deficiencias de la educación previa o habilidad? ¿Cómo se prepara el profesor para enseñar algo que nunca aprendió anteriormente?, ¿Cómo ocurre el aprendizaje para la enseñanza?, ¿Cómo son tratadas por los profesores las deficiencias en los materiales curriculares (que parecen ser comunes) y en contenidos?, ¿Cómo hacen los profesores para tomar un fragmento de texto y transformar la comprensión del mismo en la enseñanza que sus estudiantes puedan comprender?, ¿Cuáles son los dominios y categorías de conocimiento contenido en las mentes de los profesores?, ¿Cómo, por ejemplo, son el conocimiento del contenido y conocimiento pedagógico general relacionados?, ¿En qué formas son los dominios y categorías de conocimiento representados en la mente de los profesores?, ¿Cuáles son las maneras más promisorias de mejorar la adquisición y el desarrollo de esos conocimientos?

Este cúmulo de preguntas formuladas por Shulman (1986) y otras que no explicito aquí, están dando razón de lo que se podría investigar para dar cuenta de las posibles características del conocimiento del profesor, el autor considera que cada uno de los asuntos contenidos en los cuestionamientos son "...preguntas centrales de investigación disciplinada en la formación del profesorado." (p.9). Precisamente, en aras de pensar en un dominio -el conocimiento del contenido de la enseñanza-, y categorías que los componen, realiza otra pregunta ¿Cómo podemos pensar en el conocimiento que crece en la mente de los profesores, con especial énfasis en el contenido? Como respuesta, propone tener en cuenta y distinguir entre tres categorías de conocimiento de contenido: (a) el conocimiento de la disciplina, (b) el conocimiento pedagógico del contenido, y (c) el conocimiento curricular.

No me detendré mucho en la primera categoría. Para Shulman (1986) el conocimiento de la disciplina -subject matter content knowledge- "...se refiere a la cantidad y organización del conocimiento *per se* en la mente del profesor." (p.9). Mantiene como fundamento para explicar las características de este conocimiento los criterios establecidos por Schwab (1978): estructuras sustantivas y sintácticas de conocimiento, las cuales pueden variar de una disciplina a otra. En cuanto a la primera, atañen a la "...variedad de formas en las que los conceptos básicos y principios de la disciplina son organizados para incorporar sus hechos." (Shulman, 1986:9), en cuanto a la estructura sintáctica la identifica como...

"...el conjunto de formas en que la verdad o la falsedad, la validez o invalidez, se establecen. Cuando existen reclamaciones concurrentes con respecto a un determinado fenómeno, la sintaxis de una disciplina proporciona las reglas para determinar qué reclamo tiene mayor garantía. Una sintaxis es como una gramática." (p.9)

A decir de Shulman (1986) los profesores deben tener suficiencia para definir a los estudiantes lo aceptado como verdadero en un dominio. También deben ser capaces de explicar ¿Por qué una proposición particular se considera justificada, por lo que vale la pena conocerla? y ¿Cómo se relaciona con otras propuestas, tanto dentro de la disciplina como fuera de esta, tanto en la teoría como en la práctica?

Por el énfasis que le da a la disciplina pareciera la pedagogía es esta misma disciplina, subyace a ésta, es decir, la pedagogía no sería una disciplina aparte. Pero haciendo una lectura minuciosa a lo que explícita en la segunda categoría -CPC-, se puede detectar que tiene propensión a entender la pedagogía como una disciplina, como se puede develar en el siguiente fragmento:

"Un segundo tipo de conocimiento de contenido es el conocimiento pedagógico, que va más allá del conocimiento de la disciplina *per se*, va a la dimensión del conocimiento de la disciplina para la *enseñanza*. Todavía hablo del conocimiento del contenido aquí, pero de la forma particular de conocimiento de los contenidos que encarnan los aspectos de contenido más relacionado a su posibilidad de ser enseñado."<sup>2</sup> (Shulman, 1986:9)



De hecho, en el superíndice final (2) de la cita anterior, Shulman (1986) declara que también hay conocimiento pedagógico de enseñanza -a diferencia de la disciplina- que también es tremendamente importante, pero que no es el objeto de discusión en su artículo. Según él, este es el conocimiento de principios genéricos de la organización del aula y la gestión, y similares, que ha sido muy apropiadamente el objeto de estudio en la investigación más reciente en la enseñanza que él critica. Agrega: “No tengo ningún deseo de disminuir su importancia. Simplemente estoy tratando de poner el énfasis necesario en las facetas hasta ahora ignoradas del conocimiento de los contenidos.” (p.14).

Se puede decir que se evidencia un interés por la enseñanza aunque eso sí muy distinta a la que se ha referido, quizá por querer hacer tal distinción es por lo que se refiere a lo pedagógico con CPC, pero no a la pedagogía de la enseñanza. Como quiera que sea, los raciocinios que desarrolla aportan significativamente para comprender y promover la naturalización –objeto de investigación: la enseñanza- del conocimiento del profesor. Las múltiples investigaciones derivadas de este artículo en particular dan prueba de esto, el bosquejo promovido y la variedad de preguntas planteadas, dejaron abiertas múltiples posibilidades de investigación sobre lo que en principio entiende como dominios pero después denomina categorías.

Profundizando e intentado dar más razones a la segunda categoría, despliega:

“Dentro de la categoría del conocimiento pedagógico del contenido, incluyo, para una mayor regularidad el enseñar temas de la disciplina, la mayoría de las formas útiles de representación de esas ideas, las más poderosas analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones, y manifestaciones- en una palabra, las formas de representar y formular el tema que lo hace comprensible a otros. Dado que no existe una sola forma más poderosa de representación, el profesor debe tener a la mano un verdadero arsenal de formas alternativa de representación, algunas de las cuales se derivan de la investigación mientras que otras se originan en la sabiduría de la práctica.” (Shulman, 1986:9)

En mi entender, Shulman, no solo pone de soslayo la dimensión de una disciplina para la enseñanza, sino que además concibe que el profesor debe contener, como repertorio en su conocimiento, posibles formas para enseñar el conocimiento, el cual deviene de la práctica o de la investigación. Con esto entonces, si bien el autor no hace un desarrollo sobre lo que es una disciplina para considerar más estrictamente el conocimiento del profesor en una disciplina, como si lo hizo con la que sugiere con lo que se enseña –estructuras sustantivas y sintáctica-, deja un somero esbozo en este sentido, aunque haya afirmado que no era su intención abordar el conocimiento pedagógico de enseñanza, ciertamente, en la perspectiva que desarrolla sobre las categorías deja abierta la posibilidad de ampliarlas, reorganizarlas.

Además de las representaciones del contenido, esenciales en esta categoría para el autor, plantea otros aspectos clave como son, que el profesor entienda los temas específicos que son fáciles o difíciles de aprender: las concepciones y preconceptos de los estudiantes a diferentes edades y los antecedentes más frecuentes de aprendizaje que llevan estos temas enseñados en las clases. Agrega, si las preconcepciones son ideas falsas, necesitará el conocimiento de las estrategias que favorezcan

la reorganización de la comprensión de los estudiantes. Para Shulman (1986) este aspecto es el corazón del CPC, de hecho destaca que en este punto "...la investigación en la enseñanza y en el aprendizaje coinciden más estrechamente." (p.10).

En cuanto a la última categoría -conocimiento curricular- manifiesta:

"Si somos regularmente negligente en no enseñar conocimientos pedagógicos a nuestros estudiantes en los programas de formación del profesorado, somos aún más morosos [la palabra que usa es delinquent] con respecto a la tercera categoría del conocimiento del contenido, el *conocimiento curricular*...El plan de estudios y los materiales asociados son la materia médica de la pedagogía, la farmacopea desde la que el profesor diseña herramientas de enseñanza que presenta o ejemplifica un contenido particular y remedia o evalúa la idoneidad de los logros de los estudiantes." (Shulman, 1986:10)

La cita vislumbra la preocupación que tiene el autor por lo que acontece en su momento, en su país: Estados Unidos de América, con la formación de los profesores al no contemplar con sumo cuidado el conocimiento pedagógico y conocimiento curricular, el cual –sin negar su proximidad con lo médico- considera el remedio a las enfermedades que se puedan presentar con la enseñanza, a la vez que mide el aprendizaje de los estudiantes. De hecho, haciendo analogía con la madurez de los médicos respecto al uso de los tratamientos más adecuados, resalta: "Del mismo modo, debemos esperar que el profesor maduro posee tal entendimientos sobre las alternativas curriculares disponibles para la instrucción." (Shulman, 1986:10). Reafirmando cómo lo médico se aproxima a la educación, Shulman (1997) declara "...la medicina se propone a menudo como un modelo adecuado para la educación." (p.79), agregando incluso otras analogías expone que "Una alternativa para la visión médica de la base de conocimiento en la enseñanza puede ser la analogía con el derecho y la práctica legal." (p.79) "Pero también puede extraerse otra analogía de la arquitectura, en la que el profesional se orienta simultáneamente a partir de los campos de conocimiento: la física, las matemáticas, la química de la ingeniería, y la ciencia de los materiales..." (Shulman, 1997:80).

Esto denota una cierta interdisciplinariedad, no obstante, por los ejemplos se puede presumir que si bien defiende la relación entre la pedagogía y el contenido del conocimiento, dicha relación no está pensada en un mismo nivel, es decir, la pedagogía está en función del conocimiento de la disciplina que se enseña. Desde mi punto de vista, si estuvieran en un mismo nivel existiría la reciprocidad sin que ello afecte la autonomía e independencia para hacer, proseguir con sus lógicas de comprender el conocimiento según sus propios objetos, estoy de acuerdo que los dos tipos de conocimiento se necesitan pero no se pueden someter o supeditar, ni la pedagogía y didáctica a las estructuras sintáctica y sustantivas de la disciplina que enseña, ni la disciplina que se enseña a la pedagogía y didáctica, esto entendiendo que la didáctica y la pedagogía son disciplinas.

Prosiguiendo, Shulman (1986), declara que además del conocimiento de los materiales curriculares alternativos para un grado en particular, es importante que un profesor profesional esté familiarizado con los materiales curriculares en estudio de sus estudiantes en otras materias que están estudiando al mismo tiempo. Expresa que es necesario el conocimiento curricular lateral

(conveniente, en particular en el trabajo de los profesores de secundaria y preparatoria) ya que les daría la capacidad para relacionar el contenido de un determinado curso o lección con temas o cuestiones que se examinan simultáneamente en otras clases.

Retomando con lo que inició en su artículo, declara que esta manera de entender el conocimiento del profesor serviría como base para el examen –la evaluación– de los profesores, para medir a profundidad el conocimiento de los contenidos y estructuras de la disciplina, el tema y la relación con el tema pedagógico de los conocimientos asociados a la disciplina, y el conocimiento curricular del tema. De esa manera, se contaría con un examen apropiado para medir las capacidades de un profesional. Como lo subrayaría claramente el autor en cuestión:

“No sería un mero examen disciplinar. Como tal, se podría distinguir [dando un ejemplo] entre un especialista en biología y un profesor de biología de una manera pedagógicamente relevante e importante. Sería mucho más difícil que cualquier examen actual para profesores.” (Shulman, 1986:10).

Esta cita deja entrever como se está buscando establecer un canon de conocimiento distintivo del profesor del de otros conocimientos.

Ahora, el autor tiene presente en sus análisis cómo la política en educación y la investigación en su país se conjuga para dar cuenta de las reformas, esta perspectiva se hace mucho más notoria en Shulman (1987) en tanto estima que dentro de los informes que se presentaban por la década de los ochenta era recurrentes plasmar la idea de la profesionalización de la enseñanza, expresa que el propósito a perseguir se fraguaba en “...elevar la enseñanza a la categoría de una ocupación más respetada, más responsable, más gratificante y mejor remunerada.” (p.3). Considero que en Shulman (1986) se habían entramado suficientes elementos que cuestionaban e impulsaban la investigación bajo las tres categorías ya expuestas: conocimiento de la disciplina; conocimiento pedagógico del contenido; conocimiento curricular. No obstante, Shulman (1987) con el fin de tener una visión más completa del conocimiento del profesor que condujera a caracterizarlo mejor, propone cuatro más: *Conocimiento pedagógico general*; *Conocimiento de los alumnos y de sus características*; *Conocimiento de los contextos educativos*; *Conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y de sus fundamentos filosóficos e históricos*.

Sin detallar estas otras categorías cabe distinguir la relevancia que Shulman (1987) le da al CPC en este artículo: “El conocimiento pedagógico del contenido es la categoría que, con mayor probabilidad, permite distinguir entre la comprensión del especialista en un área del saber y la comprensión del pedagogo.” (1987:8). La búsqueda de profesionalizar al profesor estaba entonces dentro de las manifestaciones de Shulman, para él esto se alcanzaría teniendo en mente lo que los seguidores de la reforma profesional identificaban como - Shulman (1987)- “...“conocimiento base para la enseñanza” —esto es, un conjunto codificado o codificable de conocimientos, destrezas, comprensión y tecnología, de ética y disposición, de responsabilidad colectiva—, al igual que un medio para representarlo y comunicarlo.” (p.4)

Para Shulman (1987) los conocimientos de base para la enseñanza, que se espera sirvan en la formación del profesorado para que influyan directamente en la práctica docente, rara vez especifican el carácter del mismo: “No señalan lo que los profesores deberían saber, hacer, comprender o profesar para convertir la enseñanza en algo más que una forma de trabajo individual, y menos aún para que sea considerada entre las profesiones prestigiadas.” (p.4)

Sin más dilación al referente que podría seguirse ampliando, cabe resaltar que teniendo en cuenta Shulman (1986) el andamiaje dispuesto para repensar el pensamiento-conocimiento del profesor, identifica algunos anuncios que sugiere como orientaciones generales para continuar desarrollando esta tendencia de investigación, a saber:

- En todos los campos de la práctica hay ideas que nunca han sido confirmadas por la investigación y que, en principio, son difíciles de demostrar. Sin embargo, estas máximas representan la sabiduría acumulada de la práctica, y en muchos casos son tan importantes como fuente de orientación tanto para la práctica como para la teoría o principios empíricos.
- La formación de profesores no se puede reducir a lo práctico y concreto; más bien, habría que utilizar la literatura producida sobre investigación en estudios de caso con profesores para de esta forma integrar la práctica y la teórica. Esto produciría un programa rico y vital para la investigación.
- Los estudios de caso pueden ser oportunos actualmente en el cambio de paradigmas de la investigación en curso. Se están desarrollando, de manera bien razonada, metodológicamente sofisticado, y lógicamente argumentada, enfoques para el uso de los métodos cualitativos y casos prácticos, paralelos a los enfoques ya desarrollados de la investigación correlacional y experimental.

Partiendo de los planteamientos del autor –en especial de Shulman (1986)- y de los elementos que he resaltado y entiendo estructurales, en lo que respecta al conocimiento del profesor –el pensamiento no es lo fundamental-, colijo los siguientes anuncios emergentes:

1. Es claro que sus cuestionamientos constituyen elementos fundamentales para abordar varias perspectivas de investigación sobre las disciplinas tanto las didácticas y pedagógicas como las que no tienen como sustrato para la investigación las mismas.
2. Por su trasegar en la tendencia del pensamiento de profesor, no obstante de desligarse de la perspectiva proceso-producto, se denota que algunos de sus planteamientos sobre el conocimiento –en cierto sentido todavía pensamiento- del profesor tienen mucho asidero en la toma de decisiones y la planificación, y el conocimiento, que mezcla bajo la categoría currículo.
3. No obstante de que resalta el papel del CPC, este tiene un carácter esencial para la toma de decisiones del profesor, en tanto que el conocimiento del currículo tiene una connotación como conocimiento estratégico, lo que considera en sí esencial en el conocimiento del profesor es el conocimiento del contenido de la disciplina (subject matter content knowledge).

4. Es a partir del conocimiento y el entendimiento de la disciplina, que el profesor define qué enseñar y cómo hacer para que ésta se lleve a cabo, para ello el CPC constituye una de las categorías que explica el conocimiento del contenido.
5. En la selección de contenidos y organización de los mismos el profesor debe tener en mente el por qué hacerlo así y no de otra manera –qué y cómo enseñar-, al igual que debe clarificar la importancia de ser enseñados.
6. De acuerdo con el acercamiento a la historia respecto a las concepciones sobre quiénes son los profesores –los egresados de las universidades- sus digresiones y la de su equipo de trabajo, el conocimiento pedagógico y el conocimiento de la disciplina no se pueden separar en la enseñanza, son coexistentes en los egresados de la universidad por excelencia, sobre todo entre los de mayor nivel de estudio. La titulación daría cuenta de la habilidad para enseñar, entre mayor formación académica mejor lo hará.
7. Es relevante, que no empero de encontrar que históricamente se ha concebido que los egresados universitarios, maestros y doctores han enseñado, problematiza el hecho de enseñar, al hacer esto da inicio a la naturalización del enseñar como objeto de investigación en el énfasis del conocimiento del profesor.
8. Atado a lo anterior, el profesor se hace visible como poseedor de un conocimiento –CPC- que, si bien lo deja establecido es una mezcla del conocimiento disciplinar y pedagógico, tiene como estructura sintáctica y sustantiva–naturaleza del conocimiento- la disciplina.

Luego entonces, es cierto que Shulman (1986) es proclive a dejar de ver el conocimiento del profesor como algo técnico, instrumental, visto como el proceso-producto, también es verificable su proclividad a pensar que la investigación que se realiza sobre el profesor –sobre todo en estudios de caso- pueden redundar en la práctica; aunque hace la aclaración de que no le interesa adentrarse en el conocimiento pedagógico de la enseñanza por ser distinto al disciplinar, advierte constantemente de su importancia. De todas maneras con su pronunciamiento no hizo otra cosa que dar buenas razones para sopesar que el profesor requiere un conocimiento específico para enseñar.

De cierta forma se puede decir que cuando se problematiza la enseñanza se engendra una transición –cambio de paradigma, para Shulman (1997) sería mejor hacer referencia a un programa de investigación- y se relativiza el conocimiento que se enseña y el pensamiento y conocimiento del profesor, y por ende las visiones psicologistas tanto del aprendizaje como de la enseñanza. Reconociendo lo expresado por Shulman (1986), Mellado y González (2000:537) se acogen a que “...en educación no tienen por qué existir paradigmas dominantes, en el sentido kuhniiano...” declaran que la “...coexistencia de escuelas divergentes de pensamiento, lejos de ser una debilidad de desarrollo, puede ser más bien una situación natural y una muestra de madurez.” (p.537).

De repente pudo haber sido un poco extensa la presentación de esta tendencia de investigación, centrada en Shulman, no empero de quedarse todavía algunos aspectos por expresar, pero se tornaba necesario dejar explícitos los aspectos sustanciales dado que, se podría decir, este es uno de los primeros autores que han problematizado la enseñanza en su contexto estadounidense, mediante el CPC -según lo pone de relieve Hashweh (2005) este fue identificado inicialmente en la tesis doctoral de Hashweh (1985), y porque a partir de este autor se han desarrollado otras investigaciones que han acogido sus ideas al igual que han propuesto otras alternativas, por lo que

de cierta manera ha generado el inicio del cambio de paradigma sobre la enseñanza centrada en el comportamiento y la personalidad del profesor para poner el acento en el conocimiento que se enseña.

Lo anterior no quiere decir que sea Shulman quien exclusivamente ha iniciado el cambio, como era de esperar, ello es resultado de múltiples investigadores que incluso han puesto el CPC en el contexto de otras tendencias. Curiosamente, Shulman, con todo y lo que defiende el “conocimiento de la disciplina que se enseña”, da muchas y valiosas pistas para pensar en una pedagogía y didáctica como disciplinas, pero no solo eso, también da elementos para avanzar en la investigación sobre el profesor en la idea de que la enseñanza sea respetada.

Aunque no voy a desarrollar las robustas investigaciones que se han desarrollado en esta tendencia, manifestaré que son varios los investigadores que han puesto su atención en hacer seguimiento exhaustivo a la dinámica que se ha generado en la investigación sobre el CPC, o han buscado elaborar modelos que complementen su conceptualización: Gess-Newsome y Lederman (1999); Veal y MaKinster (1999); Banks, Leach y Moon (2005); Hashweh (2005); Valbuena (2007); Abell, S. (2008); Park y Oliver (2008); Kind (2009); Acevedo (2009a); Van Driel y Barry (2010-2012); Nezvalová (2011); Chinn (2012); Fischer, Borowski y Tepner (2012); Loughran, Berry y Mulhall (2012) y Garritz, Daza y Lorenzo (2015), entre otros.

A propósito del estado en que se encuentra esta tendencia de investigación, brevemente, cabe dejar explícitas algunas preguntas que Parga y Mora (2014) han considerado relevantes, a saber:

- “¿Es el CPP (Conocimiento Profesional del Profesorado) un marco conceptual más general e incluyente que el PCK (Conocimiento Pedagógico del Contenido)?, ¿es el PCK un marco de interpretación del CPP? ¿qué relación existe entre CPP y PCK?
- ¿Es el PCK lo mismo que el CDC (Conocimiento Didáctico del Contenido)?
- ¿Cuáles y cuántos son los conocimientos o componentes del PCK?, ¿es posible plantear un número mínimo que sea fácil de manejar en la investigación?
- ¿El PCK es personal o es compartido? Es decir: ¿está centrado en las experiencias personales de cada profesor, o es canónico y posible de ser compartido entre muchos profesores?
- ¿Es el PCK un conocimiento exclusivo del profesorado en ejercicio, o se puede aceptar como un conocimiento que está presente en quienes se forman para ser profesores pero que no han tenido práctica docente en las aulas?
- ¿En verdad es posible de ser evaluado el PCK?, ya que en gran medida es implícito, altamente contextualizado y de construcción compleja.
- ¿El PCK debe ser visto como una amalgama (mezcla) de conocimientos requeridos para la enseñanza general de una disciplina, o consiste en una hibridación de conocimientos, de manera puntual, específica e irreplicable para cada situación de enseñanza?
- En el PCK, ¿los conocimientos que lo componen sufren transformación, transposición o integración didáctica?” (p. 332-333)

#### 4.4.7. Epistemología antropológica: transposición didáctica

En lo que sigue se pretende realizar la presentación de la tendencia en cuestión que tiene como foco la categoría transposición didáctica, esto sin desconocer que quien la concibió -Chevallard (1991)- desarrolló una trama de conceptos –sistema didáctico, noosfera, vigilancia epistemológica, objeto de saber, entre otros- que en su conjunto acercan a la construcción de la categoría, sobre todo en el posfacio de su libro. Sin adentrarme en los intrínquilos que despliega el autor para explicar el papel de la categoría transposición didáctica en la enseñanza de las matemáticas desde diferentes niveles de particularidad o generalidad, que valga decirlo se ha expandido a otros *campos de enseñanza*, me permitiré no más que realizar algunas apreciaciones y descripciones.

Como se recordará, en las primeras páginas de este capítulo se hizo referencia a Chevallard (1991) a propósito de abordar las presiones y tensiones, lucha que el autor concibe se mantienen en y entre los campos de la antropología, didáctica general y específicas, y disciplinas específicas, asunto este que tiene clara relación con la categoría que motivó su posicionamiento antropológico de la enseñanza de las matemáticas a la vez que su pensar de la misma como un campo de conocimiento cuyo objeto se encontraría en un estadio precientífico.

Para Juanola (2011) el surgimiento de la transposición didáctica tuvo lugar de inicio en Francia en los años ochenta por Chevallard partiendo de la tesis de Michel Verret (1975), afirma la autora que la categoría “...alcanzó en su momento un éxito mayor de lo previsto, en parte quizás por la gran necesidad de dar una base epistemológica propia a las didácticas.” (p. 243). Por su parte, Gómez (2005) haciendo seguimiento al concepto de transposición didáctica destaca que la gran mayoría de los investigadores en didáctica están de acuerdo en atribuir la paternidad del concepto a Verret (1975), quien sostuvo en 1974, una tesis de Doctorado en Sociología, que tuvo por objeto el estudio de la distribución temporal de las actividades de los estudiantes.

Resaltando algunos de los elementos clave de la tesis de Verret (1975), Gómez (2005) expresa que:

- En el capítulo III, Verret, define la didáctica como “la transmisión de aquellos que saben a aquellos que no saben. De aquellos que han aprendido a aquellos que aprenden”. (1975, p. 139)” (p.84). Declara también que en la tesis ha quedado desde entonces la premisa de investigación orientada hacia la caracterización del tipo de saber transmitido.
- No se puede enseñar un objeto sin transformación: “Toda práctica de enseñanza de un objeto presupone, en efecto; la transformación previa de su objeto en objeto de enseñanza” (Verret, 1975, p. 140).
- La transmisión del saber debe autonomizarse con relación a la producción y la elaboración del saber: “...en este trabajo de separación y de transposición, se instituye necesariamente una distancia entre la práctica de enseñanza, la práctica en la que el saber es enseñado, es decir, la práctica de transmisión y la práctica de invención.” (p.140). Esta transposición implica no solamente un trabajo de separación y de transformación, sino también de selección. La transmisión didáctica va en efecto a privilegiar el logro, la continuidad y la síntesis:

- El logro, porque en el saber transmitido al alumno (o más precisamente en el saber que se da para transmitir), se ha operado una clasificación: las investigaciones “no exitosas” no serán presentadas. Los titubeos, los tanteos y los fracasos de la investigación serán de esta forma ahorrados o evitados a los alumnos.
- La continuidad, porque la transmisión didáctica no tiene en cuenta las interrupciones y la huella del tiempo sobre las investigaciones: ella presupone “la transmisión histórica exitosa de las investigaciones exitosas”. (Verret, 1975, p. 141).
- La síntesis, porque en la transmisión de los saberes a los alumnos, los momentos fuertes de la investigación serán detenidos o reservados para “hacer la economía del detalle” (p. 141).

Se puede extraer que antes de usar Chevallard (1991) la categoría ya había sido abordada por otro autor. No obstante abre la categoría a lo antropológico y propende por dar luces de una epistemología para pensar la transposición didáctica en un territorio académico:

“Toda ciencia debe asumir, como primera condición, pretenderse ciencia de un objeto, de un objeto real, cuya existencia es independiente de la mirada que lo transformará en un objeto de conocimiento. ...no es obvio cuando nos encontramos con ese “objeto” que pretendemos tan particular, como el sistema didáctico o, más ampliamente el sistema de enseñanza...es preciso advertir... que nos encontramos en una situación verdaderamente *precientífica*.” (Chevallard, 1991: 12-13).

En el desarrollo de la categoría, es claro que Chevallard (1991) está influenciado por Bachelard esto es evidente por la última palabra escrita en la cita anterior, para la cual Bachelard (2010) escribía que correspondía al primer periodo del pensamiento científico el cual “...comprendería a la vez la antigüedad clásica y los tiempos de renacimiento y de nuevos esfuerzos, con los siglos XVI, XVII y aún el XVIII.” (p. 9). Ciertamente no es posible decir que la cita anterior este haciendo alusión a lo precientífico en cuanto al periodo en el que Chevallard (1991) estaría pensando está emergiendo un objeto de una ciencia a propósito de su elucubración en torno a la transposición didáctica. Pero si está avizorando que la conformación de un campo –didáctica de las matemáticas- está en sus primeros albores científicos.

En el planteamiento expuesto en la cita de Chevallard (1991: 12-13) es entendible su intención de naturalizar un objeto que puede ser tratado desde diferentes miradas pero que aun así se debe sostenerse independiente de estas. También se debe poner mucha atención a los otros reglones de la cita cuando busca dejar presente que por hecho de no ser tan innegable el objeto –al establecer relación con el investigador- es por lo que el estudio de este se encuentra en un estadio precientífico.

En lo que tiene que ver con la producción de conocimiento -la construcción del hecho-, el hecho y lo que se cruza como inquietante a la vez que difícil de abordar para explicar Chevallard (1989) declara que la distinción entre los fenómenos y los hechos, no es menos esencial para la teoría didáctica. La teoría parte de los hechos, pero rápidamente se eleva hasta un universo propio. La teoría didáctica no es excepción. Para los no iniciados, su discurso puede parecer ahora altisonante



y sencillo, para el autor, esto es aún más característico para la teoría de la transposición didáctica, pero esto debe ser retirado de la experiencia ordinaria del actor. “Para arrojar algo de luz sobre la discrepancia ineludible entre el lenguaje de los hechos y el lenguaje de los fenómenos.” (Chevallard, 1989:4).

Congruentemente, el autor pone de relieve que las opiniones del forastero pueden ser a veces una amenaza desde el interior, precisamente por esas personas intrínsecamente implicadas en la estructura y el funcionamiento del sistema de educación, hay que recordar que Chevallard (1991) ya enunciaba que la escuela está colmada de voluntades humanas y de buenos deseos, todos llegan a ella y quieren hablar y tomar decisiones sobre ella.

En torno a lo anterior y pensando en lo relativo a la perspectiva epistemológica (Chevallard, 1989) la enseñanza es una batalla dudosa en la cual la ambigüedad de la relación conocimiento y sociedad están en juego. Esto es exactamente lo que los profesores y la mayoría de la noosfera tratan de ocultar. Es la razón por la cual, tan pronto como salen de las aulas, los profesores tienden a evitar cuestionar el conocimiento. Como se encuentra en estas relaciones, el autor no deja de construir unas coexistencias que no se pueden negar pero a la vez que intenta ubicar en un campo mediante la dilucidación de un objeto de estudio que se torna complejo y perplejo. “Cuando se trata de sistemas antropológicos, la objetividad científica no puede dejar de ser un punto discutible.” (Chevallard, 1989:2)

En un sentido contradictorio, paradójico, este mismo autor pone de relieve una cadena de enunciaciones en el horizonte de lo que implica abordar sus planteamientos antropológicos:

“El conocimiento debe darse por sentado, no debe ponerse en cuestión y, para el caso, no debería siquiera ser mencionado, *porque es altamente cuestionable*. Esta es también, permítame señalar, la razón porque la teoría de la transposición didáctica a veces ha sido atacada. Esta teoría describe precisamente lo que, por el bien de la causa, debe permanecer oculto: la enseñanza se basa tanto en un *contrato con la sociedad* y en un *incumplimiento de dicho contrato*. La escuela es una utopía malograda en el corazón de la sociedad.” (Chevallard, 1989:2)

Para abordar la teoría de la transposición didáctica se puede observar la insistencia que Chevallard (1991:15) hace respecto a poder definir el objeto de la didáctica en el sentido de ser estudiada científicamente, ante esto se pregunta: ¿Cuál es en realidad ese objeto? [De investigación en la didáctica de las matemáticas]: el Sistema Didáctico. (Relación ternaria: enseñante, alumnos, saber enseñado). Ante esta repuesta sostiene que la “...“relación enseñante-enseñado”... ha oscurecido, durante al menos dos décadas, el estudio de los hechos más inmediatamente transparentes. Esquema polémico que funciona rectificando un error mantenido por demasiado tiempo.” (p.15).

Para Chevallard (1991: 46) como parte central de todo su análisis, establece que: “La transformación de un contenido de saber preciso en una versión didáctica de ese objeto de saber puede denominarse más apropiadamente “transposición didáctica *stricto sensu*.”...”. Siendo consecuente con lo que genera la transposición didáctica afirma que para que la enseñanza “... de un determinado elemento de saber sea meramente posible, ese elemento deberá haber sufrido ciertas

deformaciones, que lo hará apto para ser enseñado... Este es el terrible secreto que el concepto de transposición didáctica pone en peligro.” (Chevallard, 1991: 17).

Ahora, teniendo presente que la transposición didáctica no se encuentra aislada sino que se localiza en un sistema más general que el autor denomina noosfera, precisa el mismo como de vital importancia para el sistema didáctico y la transposición didáctica, es el que se encuentra mediando entre el sistema de enseñanza *stricto sensu* y el entorno; Chevallard (1991) lo conceptualiza como:

“... el centro operacional del proceso de transposición, que traducirá en los hechos la respuesta al desequilibrio creado y comprobado (expresado por los matemáticos, los padres, los enseñantes mismos). Allí se produce todo conflicto entre sistema y entorno y allí encuentra su lugar privilegiado de expresión.” (p.34)

En tal sentido, el saber enseñado dentro del sistema didáctico, no solo requiere la aprobación de la comunidad científica sino también el de los padres que delegan en las instituciones la enseñanza de sus hijos. Se puede pensar que el sistema de enseñanza pueda envejecer respecto al saber sabio (envejecimiento biológico) y al saber banalizado (envejecimiento moral). “...el desgaste del saber es el saber que deviene viejo en relación con la sociedad; es también, *dualmente, la sociedad que deviene vieja* (desgastada), a través de sus niños, *en relación con el saber...* ese saber ya no sirve...” (Chevallard, 1991: 37). Dejando entrever que el conocimiento de base ya no es el mismo en tanto ha adquirido otras características expresa que la construcción o “...la *presentación didácticas* [Sic] de los saberes sería una versión más o menos degradada de su *génesis histórica* y de su *estatuto actual*... Frente a la epistemología “natural”, la enseñanza propondría, *de facto*, una epistemología “artificial”, de menor valor.” (Chevallard, 1997: 53).

Con la preocupación de la brecha existente entre el saber sabio, el saber a enseñar y el enseñando el autor considera que “...el principio de vigilancia epistemológica en la transposición didáctica es una de las condiciones que determina la posibilidad de un análisis científico del sistema didáctico.” (Chevallard, 1991: 51).

La siguiente cita devela los vértices que se ponen en juego:

“...cuando se le asigna al saber sabio su justo lugar en el proceso de transposición y, sin que el análisis de la transposición didáctica sustituya indebidamente al análisis epistemológico *stricto sensu*, se hace evidente que es precisamente el concepto de transposición didáctica lo que permite la articulación del análisis epistemológico con el análisis didáctico, y se convierte entonces en la guía del buen uso de la epistemología para la didáctica. De ese modo, los epistemólogos nos aportan el concepto de problemática.” (Chevallard, 1991: 23).

Así pues, para este autor la transposición didáctica lo llevó a realizar análisis respecto a las características del conocimiento devenido de la cultura y el papel de quienes actúan en torno a la misma a la vez que poner en análisis el lugar de la escuela en lo anterior y buscar entender las características que el conocimiento adquiriría al ser enseñado, para lo cual la categorías transposición

didáctica fue el punto desde el que desarrolló todos sus razonamientos en los que confluyeron varios conceptos.

Considero que la teoría de la transposición didáctica es muy potente para ser pensada en términos de la enseñanza, y el profesor, que curiosamente no fue el punto de anclaje de Chevallard, lo cual no quiere decir que de soslayo advierta sobre este. En este sentido he considerado la transposición didáctica como una posible la tendencia de investigación sobre el profesor. De hecho Perafán-Echeverry (2013) ya ha advertido sobre la razón de ser de la transposición didáctica en tanto en cuanto la constitución del saber académico del profesor. Puntualmente, el autor argumenta:

“En términos generales, puede plantearse que el devenir del saber académico (SA) del profesor, en el marco de la transposición didáctica, es el devenir del profesor como tal: un sujeto X deviene profesor  $X_n$  en el proceso de construcción de una categoría específica cualquiera ( $Ce_n$ ), entendida como saber académico, mediado por la intención de enseñanza (IE). Así, en el proceso de emergencia del espíritu profesoral ( $X_n$ ), que es también el devenir de los saberes académicos (SA), se construye una categoría particular ( $Ce_n$ ), la cual, a su vez, en su enseñanza, realiza opciones de realidad subjetivas diversas cuando  $X_n$  interpela a un sujeto Y, para que establezca una relación (R), con SA y devenga un espíritu estudiantil ( $Y_n$ ) en función de SA.

En esta estructura base, la transposición didáctica deviene, por tanto, a la vez, razón de origen o principio instituyente, razón de comprensión del devenir y razón de comprensión de la estructura y dinámica de la producción del saber académico del profesor. En este contexto, con el concepto de *transposición didáctica* como fenómeno epistemológico nos referimos entonces al proceso que explica la producción del conocimiento por parte del profesor, en tanto sujeto constituido por la intención de enseñar.” (p.88)

Así pues, la citan anterior expresa una manera en que la transposición didáctica es motivo para realizar análisis del conocimiento del profesores, el cual tiene características específicas para Perafán-Echeverry (2013) en tanto lo ontológico y epistemológico para pensar en profesor. No sobra de todas maneras explicitar brevemente que para Perafán-Echeverry (2013) la categoría transposición didáctica, a propósito del problema antropológico y epistemológico de fondo en el devenir del conocimiento de profesor, queda incompleta sino se tiene en cuenta tres aspectos, a saber:

“...primero, la estructura base subyacente a la producción de lo didáctico, en su dependencia ineludible con las nociones de intencionalidad de la enseñanza y co-nacimiento; segundo, la relación de la libido en el proceso de producción de los saberes (es decir el reconocimiento de que los saberes son objetos de deseo), y su necesaria filiación a la noción de obstáculo epistemológico como camino para comprender la mutación hacia saberes de orden académico; tercero, el miedo al parricidio como estado que funda la identidad sujeto-profesor- saber enseñado en campos imaginarios y que oculta, a los ojos de los profesores,

por efectos del temor a la muerte del *supuesto padre fundador*, los orígenes propios de dicho sujeto-saber.

EL planteamiento de Perafán-Echeverry (2013) resulta llamativo por lo que puede aportar a la comprensión respecto a la naturaleza del conocimiento. En fin lo que esto buscando dejar de presente es que como se evidencia con los planteamientos y argumentos de Perafán-Echeverry (2013), el constructo de Chevallard tiene mucho que aportar en la idea de pasar del saber sabio al saber enseñado. No sobra expresar que Porlán, *et al* (2010) también reconoce con acierto que la transposición didáctica tiene cierta conexión con el conocimiento del profesor, particularmente establece dicha conexión con el CPC (Shulman, 1986), al que denomina conocimiento didáctico del contenido (CDC), exactamente escribe: “En su versión original, el CDC se refería al *dominio del contenido para ser enseñado* (en la tradición francesa la *transposición didáctica* ocupa un espacio semántico muy similar) (Chevallard, 1985).” (Porlán, *et al*, 2010:35).

#### **4.4.8. Práctica, investigación y reflexión del profesor**

Esta tendencia bien puede ser entendida como neurálgica, como punto de encuentro de las tendencias anteriores y la que se presentará después de esta con Porlán, máxime si se piensa formalmente la práctica e investigación como coexistentes con la teoría y la reflexión desde la cual toma esencia el pensamiento-conocimiento del profesor, a propósito de diversidad de investigaciones, enfoques de investigación en el territorio se las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* desde las que se abordan el aprendizaje, la evaluación, el currículo, etc. El hecho de abordar los anteriores objetos está dando luces a la comprensión del fenómeno de enseñanza y a las posibles configuraciones del conocimiento del profesor a la vez que redundando en el crecimiento del territorio académico. Aunque es claro que estos objetos no son los únicos que darían cuenta de dicho conocimiento –enseñanza- es más robusto aun cuando se tiene en cuenta otros aspectos como el social, cultural, político, económico, histórico, epistemológico, filosófico, un poco más adelante haré referencia al conjunto de estos como metaconocimiento del profesor.

Es claro que la práctica es un lugar desde el que se colocan en acción conocimientos –y objetos- de diversa índole y que es por lo que se ha tornado compleja de abordar para explicar su naturaleza – para mí las disciplinas didácticas y pedagógicas se dedican a esto-, el conocimiento que se lleva por parte del profesor y el conocimiento que trae el estudiante cuando existe la relación enseñanza-aprendizaje, profesor-estudiante, básicamente, ya que se vislumbran -Valbuena (2007)- fuentes (experiencial, familiar, académico) y componentes (pedagógico, disciplinar, contextual) del conocimiento profesional del profesor de diversa índole. Zambrano (2003) entiende que la actividad en el aula está...

“...determinada por los conocimientos científicos de las disciplinas, los conocimientos científicos apropiados pedagógicamente por el profesor con el propósito de enseñar, los conocimientos científicos previos apropiados espontáneamente por el estudiante, las concepciones del profesor sobre las ciencias, enseñanza, aprendizaje y evaluación, los problemas socioambientales de su entorno. La integración de estos elementos en la

actividad educativa, lugar del conocimiento escolar, elaborado en el aula con el propósito de las clases de ciencias.” (p.23)

Si bien es cierto que estos elementos (Zambrano, 2003), componentes, fuentes (Valbuena, 2007), pueden ser abstraídos de la caracterización de cualquier acción de enseñanza formal e investigación sobre la misma, son en verdad artilugios ideados con el fin de comprender lo que la práctica implica ya que estos están integrados *in situ*, no basta con solo representarlos si no se propende por hacer que el profesor sea consciente de los planteamientos teóricos que subyacen a los mismos. Desde un punto de vista ético debería ocurrir que durante toda la formación profesional universitaria inicial del profesor de ciencias fuera formado en los referentes epistemológicos de la didáctica y pedagogía que orientan su conocimiento, su (s) objeto (s) de enseñanza.

En este sentido, el profesor no llega a enseñar –“no debería hacerlo si es profesional de la enseñanza”- para conocer en qué consiste la misma, “como todo profesional tendría que haber sido formado a partir de conocimientos que le orientan su quehacer, la toma de decisiones, la resolución de problemas, el predecir los alcances de su acción”. Como quiera que sea, sería irresponsable ejercer una profesión sin haber recibido formación formal en la misma, recordemos que Fernández Pérez (2000) ya anunciaba que esto se configuraba como el delito de intrusismo en su país – España-, (tabla 5.10, numeral 5) esto lo hacía a propósito de los profesionales que no siendo formados para la enseñanza, se dedicaban a ella, sin que la norma se aplicara.

Pero quizá se puede poner aún más tenso el análisis si se tiene en cuenta, como ya lo planteaba Schön (1992), que la formación inicial que reciben en las universidades los profesionales está distante de lo que en la práctica acontece, en este sentido se puede fácilmente generar una alarma dado lo que ello implica para la medicina, arquitectura, derecho, por ejemplo. La manera como Schön (1992) declara el asunto es más elocuente:

“La crisis de confianza en el conocimiento profesional se corresponde con una crisis similar en la preparación de los profesionales. Si al mundo profesional se le acusa de ineficacia y deshonestidad, a los centros de formación de profesionales se les acusa de no saber enseñar las nociones elementales de una práctica eficaz y ética.” (Schön, 1992:21)

En esto entonces el aspecto ético toma sentido por lo que puede implicar ejercer una profesión sin ser formado en la misma, pero así mismo, la formación recibida tampoco no se puede escapar ya que supuestamente debería ser garantía de que el “profesional” responde a lo que la realidad le exige. Ahora, Schön (1992) indilga a la problemática no que el conocimiento académico *per se* no corresponda con la realidad de la práctica sino a que *no se saben enseñar las nociones elementales*. Al referente, Zambrano (2003) denunciaba que “...es pertinente reconocer que el profesorado universitario requiere de políticas de formación académica que permitan elevar la calidad de su enseñanza, aprendizaje y evaluación en su labor docente.” (p.22-23). Luego entonces, para la formación profesional en las universidades al igual que para la formación en los colegios la acción de enseñar se problematiza. Habría entonces que preguntarse si ¿La formación profesional de enseñar a enseñar no es todavía más un problema de investigación? -Altet, *et al* (2007) han abordado este asunto-, sino es que ¿La producción del capital simbólico en el terreno de las *Ciencia*

*Didácticas y Pedagógicas* constituyen las disciplinas fundantes del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor –de ciencias-?

Puntualizando en la incomunicación que experimentan los profesores profesionales entre la teoría y la práctica en tanto que se dedican a la profesión de enseñar (Schön, 1992), siendo formados como tal, expresa que:

“...los que se dedican a la profesión de la enseñanza han manifestado, cada vez con más insistencia, su preocupación sobre la falta de conexión existente entre la idea de conocimiento profesional que prevalece en las escuelas profesionales y aquellas competencias que se les exige a los prácticos en el terreno de la realidad.” (p.23)

Así pues, se puede decir que lo que ha acontecido en la profesión de enseñar ha sido similar a lo que pasado con otras profesiones, solo que la de enseñar ha estado mucho más abierta a la recepciones de profesionales de todos los campo de conocimiento para ejercer como profesionales de la enseñanza, en cambio, lo contrario difícilmente se podría dar ya que tienen afincados sus conocimientos especializados en campos igualmente especializados que no permiten fácilmente la admisión de otras profesiones que se salen de objeto particular de su acción profesional, es el caso de la medicina, derecho, arquitectura, etc., dado lo que de fondo se cierne como responsabilidad ética, las implicaciones que puede tener asumir acciones sobre problemas alejados de la formación profesional.

Teniendo en mente lo señalado por Schön (1992) en cuanto a que el deterioro de las profesiones procede de la mala enseñanza en la formación inicial como profesionales, me atrevo a decir que en todas las profesiones deberían formarse profesionales de la enseñanza *stricto sensu* para que formen a sus profesionales, lo cual, de acuerdo con Zambrano (2003), incrementaría la calidad de la enseñanza de los profesores universitarios. Ahora, si se atiende a esto mismo solo que en los Departamentos o Facultades con programas de formación de profesores profesionales, pues no es para menos la responsabilidad que se acentúa en los profesionales –investigadores- de la enseñanza en tanto enseñan a profesionales también para la enseñanza. Cobra entonces importancia la hipótesis de Roa (2011) en la que sostiene que la práctica y la experiencia no son el punto de inicio de la profesión de enseñanza sino que debería ser la formación inicial universitaria desde las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, de lo contrario no se podría inferir que quien enseña es un profesional por lo menos no de la enseñanza. Como ya se ha hecho evidente con las tendencias de investigación sobre el pensamiento- conocimiento de profesor –y la otra que presentaré en la siguiente tendencia- existe un conocimiento especializado para la enseñanza Shulman (1986-1987), Perafán-Echeverry (2013).

Volviendo con el tema de la hipótesis, de todas manera habrá de comprenderse que la teoría supera a la práctica, no la reproduce, en tanto que la práctica y sus investigadores engendran la teoría pero no la superan, tampoco la reproducen, no obstante, hay que decir que ambas coexisten en la formalización de los objetos de investigación en nuestro caso la enseñanza, ninguna se impone pero como sea que existe un profesional formado en la didáctica y la pedagogía, que entiende la práctica

y la teoría, busca hacer mejorar la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento tanto en la formación de profesionales de la enseñanza como en el ejercicio de la enseñanza.

Es cierto lo importante que puede llegar a ser lo técnico para la profesión de enseñar –como lo puso de presente Fernández Pérez (2000) al comparar con otras profesiones- pero esto no es sinónimo de eficacia, habrá que asumir que no se puede cuadrangular la acción del profesor –como tampoco la de otras profesiones- dado que la realidad ni la materia, mucho menos lo social, lo humano, la enseñanza y el aprendizaje, suelen comportasen en el marco de lógicas o modelos deterministas, de certidumbre. Ciertamente, los profesionales se enfrenta constantemente a la complejidad, incertidumbre, indeterminismo que son mucho más acentuados en la práctica que en la teoría, la cual no empero de buscar ser prescriptiva, no determina, no normatiza (tabla 3.1) pero si aportan a la comprensión de la acción profesional, no hay teorías terminadas ni absolutas todo está puesto en el juego de las tensiones y presiones en el campo. Es precisamente en estas relaciones donde se pone en evidencia el conocimiento profesional del profesor, es en la práctica donde se pone en acción de manera integrada las teorías devenidas de la didácticas y la pedagogía a propósito de un territorio de Estado, es donde se devela la formación del quienes busca abordar, de acuerdo con Chevallard (1991) un objeto de enseñanza.

Prosiguiendo, los análisis sobre la práctica han puesto en juego miradas a veces instrumentalistas, técnicas sobre el hacer en el aula de clase; a veces la teorías han sido concebidas como prescriptivas; a veces se ha entendido como la base de la investigación y por ende para la construcción de explicaciones, argumentos y conocimientos que aporten a la cualificación y reflexión de los profesores en ejercicio o a la formación de los futuros profesores, en esto último ya he esbozado cómo se ha tendido a hacer alusión a la profesión de enseñar y al conocimiento del profesor desde ciencias distintas a las didácticas y pedagógicas (Ciencias Humanas, Sociales, de la Educación). Siendo entonces ubicado el conocimiento del profesor en disciplinas que no responden a la lógica de la práctica de enseñar *de facto*, como tampoco a la lógica del conocimiento que se enseña, ignorándose la transposición didáctica (Chevallard, 1991), el conocimiento pedagógico – didáctico- del contenido (Shulman, 1986-1987), el metaconocimiento (Porlán y Martínez, 1999), la polifonía (Perafán-Echeverry 2004). Dándose mayoritariamente la concepción de que el profesor, como ya se había hecho notar antes con Valbuena (2007), es un “...simple transmisor de conocimiento... desconociendo la existencia del conocimiento específico que identifica a los docentes y que les faculta para ejercer de una manera profesional la enseñanza...” (p.22)

Algunos autores le han dado mayor peso en sus investigaciones o reflexiones, a la práctica, son algunos de ellos lo que se enunciaran de manera somera a continuación ya que esta tendencia tiene tanto de ancho como de largo. Como lo señalé antes, esta tendencia es de vital importancia, se puede advertir analógicamente que es “la célula madre” desde la cual se emprenden los programas que configuran el devenir de campo, su ser y hacer, es la apuesta que se pone en juego desde varias perspectivas ontológicas y epistemológicas en tanto que los investigadores dibujan y buscan transformar la realidad, reconocen problemas, objetos, dificultades.

Si se tienen en mente las primeras tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor se realza que la observación de la práctica del profesor fue el vértice desde donde se

buscó dar explicaciones sobre su acción en el aula (Lederman y Lederman, 2015), sin embargo, la enseñanza como objeto de estudio estaba muy diluida, borrosa, aún no se comprendía la complejidad que la sustentaba, el positivismo no favorecía sino pensar el medir la personalidad, el comportamiento, cuantificar la decisiones, concebir estereotipos de profesor que se pudieran replicar. De allí que resulte coherente pensar que Lederman y Lederman (2015) haya fabricado la historia de investigación sobre el profesor en base a la categoría eficacia, dado que se tiene la propensión a concebir al profesor como un aplicador de técnicas y/métodos (Contreras, 1996), -semejante a como lo pensó Comenio-, allí el profesor es concebido como un instrumento que instrumentaliza la enseñanza que con anterioridad se ha preestablecido con el fin de alcanzar ciertos objetivos. La reflexión sobre lo que acontece en la acción de enseñar no tiene cabida dado que el conocimiento y la práctica del profesor están preestablecidas, preconfiguradas.

La visión técnica de la acción “profesional del profesor” ha buscado tener unos conocimientos de base que tributen a la certidumbre sobre lo que se tiene que hacer en la enseñanza para que se alcance el aprendizaje, la epistemología que ha predominado en ello es el de la disciplina física, química, biología, de donde procede el conocimiento *per se* para la formación del profesional de profesor, para el caso del profesor de ciencias se tiene un fuerte arraigo, no a las disciplinas didáctica y pedagógica que darían origen a su acción profesional y al territorio académico, sino a los contenidos de las disciplina que se enseñan. Esta sería la naturaleza del conocimiento del profesor, la enseñanza como objeto aún no se había naturalizado lo suficiente. Así pues, se pone de manifiesto que la manera como se aborda la investigación sobre el profesor y/o los estudiantes tiene mucho que ver con lo que se escribe, analiza, argumenta de ellos, como se pudo encontrar en las primeras tendencias sobre el profesor –sobre todo las de presagio-producto, proceso producto, toma de decisiones-. Desde luego esto implica también la manera como se entiende se enseña, se aprende, se evalúa, se organiza el conocimiento.

Tardif (2004), quién reconoce en la práctica del profesor su máxima ejemplificación del conocimiento del profesor, identifica que con la investigación sobre este se corren dos peligros: “Mentalismo” y “Sociologismo”. En cuanto al mentalismo...

“...consiste en reducir el saber, exclusiva o principalmente, a procesos mentales (representaciones, creencias, imágenes, procesamiento de informaciones, esquemas, etc.), cuyo soporte es la actividad cognitiva de los individuos. En términos filosóficos, el mentalismo es una forma de subjetivismo, pues tiende a reducir el conocimiento y hasta la misma realidad, en algunas de sus formas radicales a representaciones mentales cuya sede es la actividad del pensamiento... es la concepción de conocimiento que predomina en la educación, tanto en relación con la enseñanza como con el aprendizaje.” (Tardif, 2004:11).

Según el autor, en lo que se refiere al mentalismo, los docentes sustentan un saber social, por cinco motivos:

1. Porque es compartido por todo un grupo de agentes –profesores- que poseen una formación común (aunque más o menos variable según los niveles, los ciclos y los grados de enseñanza), trabajan en una misma organización y están sujetos, a causas de la estructura colectiva de su



- trabajo cotidiano, a condicionamientos y recursos comparables, como los programas, las materias que enseña, la reglas del centro, etc.
2. Porque su posesión y utilización –del saber- descansa sobre un sistema que garantiza su legitimidad y orienta su definición y utilización: universidad, administración escolar, sindicato, asociaciones profesionales, grupos científicos instancia de certificación y aprobación de las competencias. Ministerio de Educación. Un docente nunca define sólo y en sí mismo su propio saber profesional. Lo que un “profesor debe enseñar” no constituye, por encima de todo, un problema cognitivo o epistemológico, sino una cuestión social, en los oficios y profesiones, no existe conocimiento sin reconocimiento social.
  3. El saber es social porque sus propios objetos son sociales, es decir, prácticas sociales. Por tanto el saber no es una sustancia o contenido cerrado en sí mismo; se manifiesta a través de unas relaciones complejas entre el docente –ser humano- y sus alumnos –otros seres humanos-. “...es saber que enseño a otros seres humanos que saben que soy profesor, etc.” (p.12)
  4. Porque lo que los profesores enseñan (los “saberes que han de enseñarse”) y su manera de enseñar (el “saber enseñar”) evoluciona con el tiempo y los cambios sociales. En el campo de la pedagogía, lo que antes era “verdadero”, “útil” y “bueno” hoy ya no lo es. El saber de maestro se sienta en aquello que Bourdieu llamaba lo arbitrario cultural: no se basa en ninguna ciencia, lógica o evidencia natural. Es decir el qué y cómo se encuentran sujetos a la historia de la sociedad, de la cultura, poderes y jerarquías.
  5. El saber de los profesores es social por adquirirse en un contexto de una socialización profesional en la que el profesor aprende a enseñar haciendo su trabajo. El saber de los docentes no es un conjunto de contenidos cognitivos definidos de una vez por todas, sino que es un proceso de construcción a lo largo de su profesión en la que aprende a dominar progresivamente su ambiente de trabajo, al mismo tiempo que se inserta en él y lo interioriza por medio de unas reglas de acción que se convierten en parte integrante de su “conciencia práctica”.

En cuanto al sociologismo (Tardif, 2004)- este tiende a eliminar totalmente la contribución de los actores en la construcción del saber, tratándolo como una producción en sí misma y por sí misma. Priva a los actores de toda capacidad de conocimiento y de transformación de su propia situación y acción. El sociologismo transforma a los actores en marionetas, el conocimiento proviene de las investigaciones realizadas sin la participación del profesor, a pesar de ser este quien conoce de primera mano los procesos que se fraguan en su quehacer.

Sin caer en la polarización entre mentalismo y sociologismo, Tardif (2004) declara que “El saber de los maestros es profundamente social y al mismo tiempo, es el saber de los actores individuales que lo poseen y lo incorporan a su práctica profesional para adaptarlo a ella y para transformarlo.” (p 13). Respecto del origen de los saberes del docente, el autor, recalca que este es social y que debe ser interpretado y construido a partir de las categorías de los propios docentes y de los saberes que pone cotidianamente en la práctica profesional. Rechaza utilizar tipologías que tienen como pilares criterios cognitivos o teóricos de los cuales surgen clasificaciones de saberes a partir de comparaciones epistemológicas, corrientes de investigación, modelos ideales, etc.

Esta mirada sobre el profesor es muy coincidente con Stenhouse (1998) solo que este autor concibe al profesor como investigador del currículo que pone en práctica en el aula de clase, de hecho

escribe "...que se trata de que investigación y el desarrollo del currículo deben corresponder al profesor y de que existen perspectivas para llevar esto a la práctica." (p.133). Dando idea sobre lo que esto representaría afirma que "Si la mayoría de los profesores...llegan a dominar este campo de investigación, cambiará la imagen profesional que el profesor tiene de sí mismo y sus condiciones de trabajo." (p.133), alrededor de esto declara que se propende por una ciencia educativa en la que pueden participar "...un profesor u otro profesional de la educación." (p.134) continúa declarando que lo importante no es que el currículo sea visto por el profesor como algo cualificado sino como una especificación provisional que está para ser sometida a la prueba de la práctica, por lo que se presume es más inteligente que correcta. De esta manera espera que el profesor perfeccione su enseñanza.

En Tardif (2004) se hace evidente que reconoce un conocimiento del profesor que es fruto de la práctica y experiencia de su subjetividad, por lo que asiente que los investigadores –procedentes de las ciencias de la educación o "...que actúan en el área de las ciencias humanas y sociales, y se interesan por la enseñanza." (p168)- que investiguen a los profesores deben reconocerlos. Así, mientras este autor entiende como relevante la investigación sobre el profesor Stenhouse (1998) defiende que sea el mismo profesor quien realice la investigación de su propia práctica. No obstante, al ubicar el currículo como centro para realizar las investigaciones en la práctica está reduciendo las posibilidades desde donde se puede abordar el campo de investigación en didáctica de la ciencias (tabla 5.6 y tabla 5.8), esto con la salvedad que su enunciación no hace referencia en este sentido sino en el de ciencia de la educación, en la que tiene participación otros profesionales no necesariamente profesores. No obstante, reconoce que con la investigación de los profesores se reconocería una mejoría de la imagen de la profesión y que se constituiría una ciencia educativa. En este sentido, prácticamente que coincide con Tardif (2004) quien reconoce la participación de otras ciencias que estén interesadas por la ciencia.

Parece contradictorio que Tardif (2004) a la vez que manifiesta que la pedagogía no se basa en ninguna ciencia, lógica o evidencia natural (numeral 4) y reconozca la entrada de otras ciencias, al unísono también asienta que "...los verdaderos improvisadores son personas que dominan necesariamente las bases de su arte antes de improvisar y para improvisar." (p.89), más aún escribe que

"...no existe arte sin técnica y el arte actúa a partir del dominio de las técnicas propias de un oficio... Por desgracia, aún hay personas -profesores de primaria y secundaria e incluso universitarios – que creen que basta entrar en el aula y abrir la boca para saber enseñar, como si hubiese una especie de causalidad mágica entre enseñar y hacer aprender." (p.90).

Para Tardif (2004) es claro que la enseñanza es una técnica –arte- que se requiera tanto aprender como investigar en la práctica, advierte que un peligro de la investigación pedagógica es la abstracción que no contempla la realidad de la práctica, en este sentido, para Stenhouse (1998) los planteamientos teóricos de algunos pedagogos no se llevan al aula, de allí que argumente que

"Decir que la enseñanza es un arte no implica que los profesores nazcan y no se hagan. Al contrario, los artistas aprenden y se esfuerzan extraordinariamente en esa tarea. Pero

aprenden a través de la práctica crítica de su arte.” (p.139) “Un enseñante puede adiestrarse a sí mismo por la práctica como puede hacerlo un bailarín o un poeta.” (Stenhouse, 1998:141)

La cita es lo suficientemente elocuente, deja ver la concepción que se tiene sobre la naturaleza del conocimiento del profesor. No tomaré más elementos ya que estos son suficientes para comprender, junto con las tendencias anteriores, como se ha configurado la acción práctica del profesor, su lugar en la investigación y el papel del currículo –prescriptivo- motivo de la propuesta de Stenhouse (1998) de pensar al profesor como investigador, o -Tardif (2004)- lo social negándose que lo epistemológico y cognitivo se asocie con la enseñanza (numeral 2).

Se puede identificar en Elbaz (1981) que al igual que Stenhouse (1998), Tardif (2004), Schön (1992), tiene preocupación por lo que representa la práctica, concibe que el currículo prescriptivo presenta un desarrollo lineal progresivo que incide fuertemente en separar la teoría de la complejidad de la práctica. Señala Elbaz (1981) que en esto la tarea del profesor se simplifica, se entiende como algo sencillo por lo que las dificultades en la aplicación se pueden atribuir a fallas personales del profesor. Puntualmente destaca:

“Así, paradójicamente, el activo papel del profesor en la creación de nuevos arreglos de instrucción se negó, pero al maestro se le atribuye una cuota generosa de la responsabilidad por el fracaso. Al parecer, especialistas en currículo y desarrolladores sufren de un punto ciego: se niegan a percibir lo que no está en su poder para controlar-la labor de los docentes.” (Elbaz, 1981:44).

Coherentemente, esta misma autora pone de relieve que la investigación sobre la enseñanza, al igual que la investigación en el aula y el estudio del currículo, con frecuencia ve a los profesores de una manera fragmentada, en términos de características aisladas y desde una postura negativa. Esto tiende a reforzar el punto de vista del profesor como un instrumento; quien es una pieza de la maquinaria educativa, que a menudo cae en el marco de los estándares de calidad que controlan todo. Así, las sugerencias para la mejora de la calidad del producto, como la formación en la enseñanza basada en competencias, son ofrecidas.

Elbaz (1981) expresa la necesidad de no ver al profesor como un objeto de investigación sino como una persona, y que lo que tiene mayor poder para la comprensión del papel del profesor es el fenómeno de los conocimientos de los profesores, y los procesos de pensamiento que ya las investigaciones planteado. Enuncia la autora que los profesores pueden no ser conscientes de la valor de su propio conocimiento y que ciertamente hay poco estímulo para que los profesores se vean a sí mismos como creadores de conocimiento. Ha prevalecido la concepción del profesor carente de conocimiento dando mayor razón al desarrollo del currículo y a la enseñanza a través de los profesores.

Fundamentalmente en lo anterior es que la autora desarrolla sus planteamientos sobre la relevancia del conocimiento práctico del profesor el cual no surge en el vacío sino que tiene relación con las orientaciones de tipo situacional, personal y social.

Hasta este punto hay que reconocer lo notables que son los elementos que sobre la práctica del profesor han esbozados los autores anteriores y que sientan precedentes para el cuestionamiento respecto a las concepciones que se tenían y se tienen sobre el profesor, y que cada uno buscó no solo criticar sino también proponer alternativas para superar dichas concepciones. De estos autores y de otros han quedado valiosas construcciones teóricas y conceptuales, emanadas en lo fundamental de la práctica. Sin embargo, tiene mucho sentido lo explicitado por Sanjurjo (2009) en cuanto a que

“Durante mucho tiempo se consideró que el aprendizaje de una práctica, por más compleja que sea, se podía realizar a través de la imitación de aquellos experimentados en la misma. El avance de los conocimientos teóricos y la mayor comprensión de los problemas que el ejercicio de una práctica puede presentar dieron lugar a una preocupación por la formación teórica necesaria para diversos desempeños. Se generalizó, entonces, la convicción de que era ineludible una formación teórica previa al aprendizaje de una práctica y que algunos ejercicios prácticos deberían llevarse a cabo como cierre final de esta formación.” (p.15)

Al referente, era de suponerse que la formación teórica respondiera con lo que en la práctica se iba encontrar quien se formó previamente en la teoría, sin embargo, hay que recordar que Schön (1992) expuso la crisis que se dio a raíz de que los centros que formaban a los profesionales no lo hacían según las necesidades de la realidad de la práctica por lo que la incompetencia de sus egresados en su acción profesional se hizo notoria. Este autor, coherentemente indilgó el problema a la enseñanza, sin embargo, a esto también hay que sumarle si los referentes teóricos, epistemológicos y metodológicos son congruentes también con la práctica, por lo menos en lo relacionado con la profesión de enseñar. Como ya lo he recalcado con otros autores, como lo reconozco, los profesores fueron formados y aun así ocurre muchas veces, en conocimientos de territorios de ciencias que no hacen alarde de lo que ocurre en la práctica al enseñar ciencias, por lo que es coherente que por un lado vaya la teoría y por otro la realidad de la práctica.

Es plausible que en su momento Elbaz (1981), Schön (1992), Stenhouse (1998), Tardif (2004), , incluso otros investigadores como Clandinin (1985), Fenstermacher (1994), Cochran-Smith y Lytle (1999), entre otros, se hayan interesado por la práctica del profesor, y que se diera mayor acento a la investigación sobre el conocimiento del profesor, la teoría y la práctica, el aprendizaje, el currículo, etc., pero es claro que, con la emergencia y consolidación de la didáctica y la pedagógica como campos de producción de conocimiento, más todavía en lo atinente a la didáctica de las ciencias (Porlán, 1998; Gil, *et al*, 1999; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002) y acogiendo específicamente la idea de Stenhouse (1998) al referente del profesor investigador, pero no centrado en el currículo –mirada reduccionista-, pensar en la práctica y la teoría de manera dicotómica y no dialéctica es una inconsistencia con la función que cumple la producción de conocimiento desde la investigación que deberían hacer los profesores en la práctica que aporte al campo de investigación a la vez que redunde en mejorar su propia práctica, de esta manera no se caería en ciclos viciosos en el que la práctica no se transforma por la falta de investigación en la misma, y por ende, por la carencia de teorías.

Es necesario entonces que ni la teoría ni la práctica naveguen por caminos distintos sino que se transformen una y la otra, al unísono para dar cuenta de la acción profesional y de investigación. En este sentido, concuerdo en parte con Sanjurjo (2009) cuando explica que:

“Desde la racionalidad práctica, la articulación teoría-práctica se va estructurando a partir de las construcciones que realizan los docentes en el proceso de confrontación entre la acción y sus marcos referenciales previos. Los docentes construyen estructuras conceptuales, teorías prácticas o teorías de la acción que les permiten ir resolviendo problemas prácticos y reconstruyendo sus esquemas teóricos.” (p.18)

En correspondencia semejante, Tardif (2004) ha destacado:

“Si asumimos el postulado de que los docentes son actores competentes, sujetos activos, deberemos admitir que su práctica no es sólo un espacio de aplicación de saberes provenientes de la teoría, sino también un espacio de producción de saberes específicos que proceden de esa misma práctica. En otras palabras, el trabajo del profesorado debe considerarse como un espacio práctico específico de producción, transformación y movilización de saberes y, por lo tanto, de teorías, conocimientos y saber hacer específicos del oficio docente. Esta perspectiva equivale a hacer del maestro –al igual que el profesor universitario o el investigador de la educación – un sujeto de conocimiento, un actor que desarrolla y posee siempre teorías, conocimiento y saberes de su propia acción.” (p.172)

Es muy dicente lo que el autor está planteando en cuanto a entender al profesor como un investigador, aspecto que Stenhouse (1998) también ha resaltado. Por su parte, Schön (1992) pone de relieve que en la práctica profesional – se refiere en general a las profesiones- “...los problemas fáciles de controlar se solucionan por medio de la aplicación de la teoría y la técnica con base en la investigación.” (p.17) continúa expresando que en cambio “...los problemas confusos y poco claros se resisten a una solución técnica.” (p.17). Declara que en la realidad de las profesiones los problemas no suelen ser simples, muchas veces ni siquiera son problemas “...sino situaciones poco definidas y desordenadas.” (p.18).

Además de lo anterior, Schön (1992) tiene en mente el papel esencial de la profesión en la sociedad, por lo que entonces esta, su condición –resultado de su formación universitaria-, se ve reflejada en la sociedad en falta de confianza en los profesionales. No será mi intención entrar a profundizar sobre sus planteamientos sobre el papel de la reflexión para y en la acción profesional, pero si resaltar con la siguiente cita en que consiste su defensa:

“...las escuelas profesionales deben replantearse tanto la epistemología de la práctica como los supuestos pedagógicos sobre lo que se asientan sus planes de estudio a la vez deben favorecer cambios en sus instituciones de modo que den cabida a un practicum reflexivo como un elemento clave en la preparación de sus profesionales.” (p.30)

Con base en la formación inicial, el autor espera que los profesionales lleven durante su desarrollo y acción profesional la reflexión sobre la misma.

Con la investigación y/o la reflexión se esperaría superar parte de la crisis de formación de los profesores en las universidades lo que se reflejaría en la práctica, en la medida que resulte coherente la teoría coexistente con la práctica, al igual que si el profesor se forma profesionalmente en las teorías y epistemologías de la didáctica y la pedagogía, sin que tengan que ser estas prescriptivas de la práctica, como ya lo enuncié anteriormente. En este sentido, el conocimiento profesional del profesor de ciencias se configura desde y para –en tanto es partícipe del territorio- de la didáctica y la pedagogía como ciencias que serían fundantes de su conocimiento y acción profesional. El profesor entonces se entendería como investigador y profesional del campo, cuyas estructuras cognitivas se asocian directamente a la gramática y discurso, objeto –la enseñanza- y sus posibles objetos derivados del mismo.

Con base en estas ideas es por lo que se puede decir que si bien es cierto hacia la década de los ochenta se tuvo un fuerte arraigo en pensar que con la práctica y la experiencias se forma el profesor, muy seguramente por las distancia entre la teoría y la práctica, y por la falta de concebir y existir de la didáctica y la pedagogía como campos de investigación. Por lo que es posible sostener la hipótesis de Roa (2011): para ejercer la profesión docente se requiere contar con un conocimiento especializado –adquirido en la formación inicial universitaria-, con un estatus epistémico diferente al de otras profesiones, por lo tanto, la práctica y la experiencia no son el punto de inicio de la profesión de enseñar, son las condiciones desde donde se pone en juego la teoría a la vez que se construyen nuevas teorías que coadyuvan al crecimiento y consolidación del campo y por lo tanto a mejorar el estatus de la profesión del profesor *stricto sensu*.

#### **4.4.9. Evolución del conocimiento del profesor: del mayoritario al deseable (hipótesis de progresión)**

Esta tendencia tiene como principal representante al grupo de investigación "Investigación y Renovación Escolar" (IRES), liderado por Rafael Porlán, de quien ya he hecho alusión unos apartados atrás a propósito de cuando busqué explicitar, junto con otros autores, la emergencia y consolidación de la didáctica de las ciencias y los énfasis de investigación en este campo. Se podría decir que la propuesta desarrollada por Porlán, Rivero y Martín del Pozo (1998); Porlán, *et al* (1996); Porlán y Rivero (1998) y Rivero y Porlán (2001), es una de las que más ha buscado estructurar y posicionar el conocimiento del profesor. En lo que sigue haré una presentación de algunos de los elementos y complejidades de la propuesta teórica que considero constituyen una tendencia de investigación sobre el profesor.

En correspondencia, Porlán y Rivero (1998) teniendo presente el origen del conocimiento profesional, como elemento que oriente la producción de dicho conocimiento en las investigaciones, resaltan que “Mientras los investigadores discuten sobre la pertinencia de sus propuestas, esperando que el profesorado las asuma, estos, ajenos a la polémica, siguen trabajando mayoritariamente desde los enfoques más tradicionales.” (p.7-8), enfatiza que “...no es suficiente con acceder a las teorías elaboradas por las diferentes disciplinas que tienen que ver con la educación, es necesario integrarlas y reinterpretarlas en función de los problemas profesionales de los profesores.” (p.8)

En términos generales, lo que se plantea es que en la construcción del conocimiento profesional del profesor debe darse participación real a los profesores dentro de los procesos de investigación, ya que son ellos uno de los actores principales de la realidad escolar. Son quienes directamente interactúan con el contexto, planes de estudio, estudiantes, políticas educativas, administración, proyectos pedagógicos, evaluación, etc., y conocen de primera mano la dinámica de facto en variados momentos, grados y poblaciones de estudiantes. En este sentido, Porlán y Rivero (1998) al analizar las tendencias de formación de profesores, teniendo como criterio fundamental las concepciones epistemológicas que las sustentan y les dan sentido, analizan los modelos basados en la supremacía del saber académico, tecnológico y fenomenológico, para a partir de estos, formular un modelo alternativo que supere el reduccionismo epistemológico.

El primer modelo resaltado por los autores, el del saber académico, se centra en el *reduccionismo epistemológico academicista*, según el cual lo pertinente en la enseñanza es el transmitir el saber disciplinar (tanto de contenido como el de las ciencias de la educación), se menosprecia el saber práctico del profesor. El siguiente modelo analizado es el tecnológico, del cual se declara adolece de un *reduccionismo epistemológico racionalista e instrumental*, dado que no identifica el conocimiento profesional con los saberes disciplinares de manera directa, sino a través de un conjunto de competencias técnicas derivadas de ellos; la enseñanza no es un ámbito para la reproducción mecánica del saber académico, sino una tecnología, y por lo tanto constituida por saberes funcionales que deben ser de dominio del profesor. En cuanto al modelo fenomenológico, este se caracteriza por solo reconocer la dimensión práctica del conocimiento profesional, concibiéndola como el conjunto de experiencias desarrolladas en el contexto escolar.

En cuanto a los dos últimos modelos, Porlán y Rivero (1998), enfatizan que los modelos formativos que reconocen la dimensión práctica del conocimiento profesional se suele situar en algún punto de la continua dependencia –independencia de la intervención frente a la teoría. En un extremo, el de máxima dependencia, se encontrarían los enfoques técnicos, en el otro, el de la máxima independencia, los enfoque fenomenológicos.

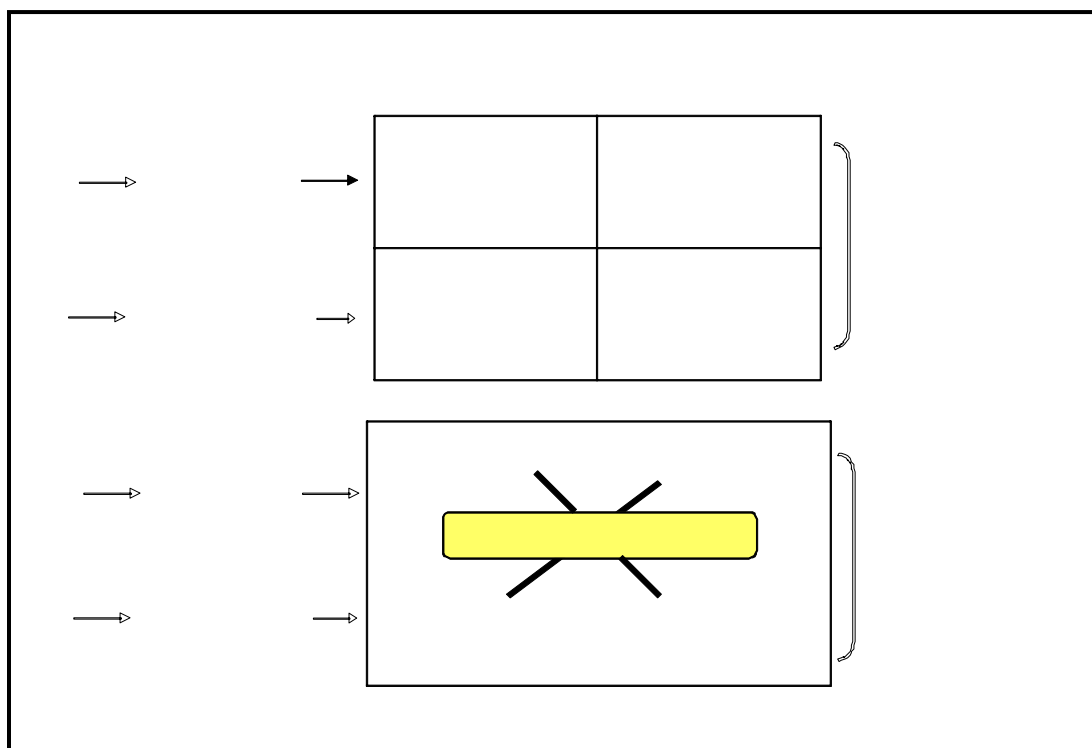
En orden a esto, Porlán *et al* (1996), destacan la necesidad de establecer una perspectiva epistemológica para poder comprender la naturaleza de la actividad profesional, la razón de esto se concreta en:

- a) Los profesores trabajan simultáneamente, y no siempre siendo conscientes de ello, con diversos tipos de conocimiento (el propio, el de los alumnos, el de las disciplinas, el de los libros de texto, etc.).
- b) Asimismo, los profesores pretenden, entre otras cuestiones, promover en otros determinados conocimientos.
- c) El espacio y el tiempo escolar se organiza en gran parte por argumentos relacionados con los conocimientos.
- d) El hilo conductor de la actividad escolar y del curriculum tiene que ver con alguna forma de conocimiento.

e) Y lo que es más importante, para abordar los problemas de la práctica e impulsar un auténtico proceso de formación inicial y permanente se requiere un nuevo tipo de conocimiento profesional.

De tal manera, estos autores justifican y proponen una epistemología de la práctica –Porlán, *et al* (2010) lo denominan Conocimiento Práctico Profesional (CPP)- en la necesidad de construir un proceso complejo de interacción relativa, gradual y parcial de aspectos científicos, ideológicos y cotidianos para la resolución de problemas que le son propios a los profesores, teniendo como referencia tanto el conocimiento dominante del profesor así como en conocimiento deseable (figura 5.4).

**Figura 5.4:** Fuentes y componentes del conocimiento profesional



(Tomada de Porlán y Rivero, 1998:64)

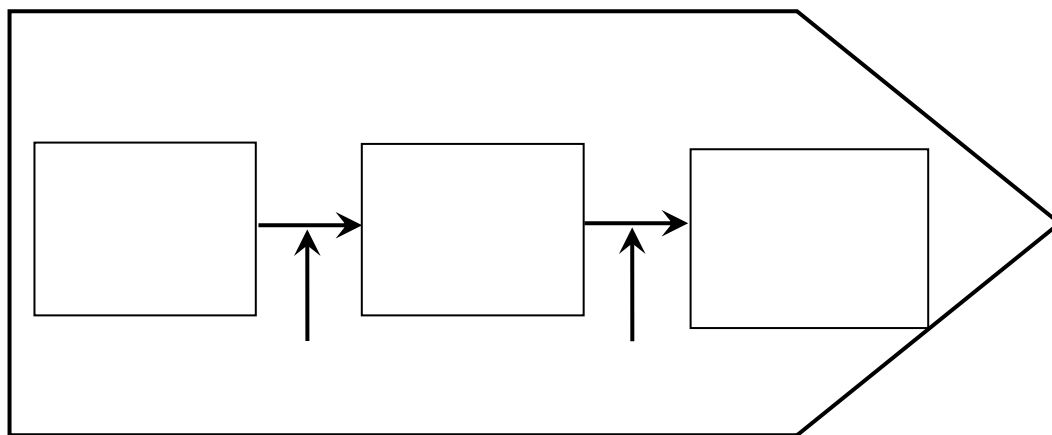
Según la figura anterior, el conocimiento dominante –mayoritario- está constituido por saberes académicos, experienciales (principios y creencias), teorías implícitas, y rutinas y guiones; los autores referencian este conocimiento de la siguiente manera:

“...el conocimiento profesional dominante suele ser el resultado de yuxtaponer estos cuatro tipos de saberes, que son de naturaleza diferente, se generan en momentos y contextos distintos, se mantienen relativamente aislados unos de otros en la memoria de los profesores y se manifiestan en distintos tipos de situaciones profesionales o pre-profesionales...”  
(Porlán y Rivero, 1998:63)



No me detendré a presentar cada uno de los saberes -componentes según la figura 5.4- para el conocimiento mayoritario y deseable. Partiendo de la cita anterior se puede establecer que este conocimiento se caracteriza por tener los saberes uno al lado del otro sin mayores conexión entre sí. Para el caso del conocimiento deseable consiste “...en un sistema de ideas con distintos niveles de concreción y articulación. Además presenta una dimensión dinámica de carácter tentativo, procesual y relativo.” (Porlán y Rivero, 1998:93). Este conocimiento deseable es explicado por estos autores mediante lo que denominan hipótesis de progresión, la cual conceptualizan como “...un marco de referencia para el formador, que le permite interpretar la realidad e intervenir en ella dando una determinada orientación al proceso formativo.” (p.147). Esta postura se mece en los planteamientos de la epistemología evolutiva de Toulmin, como ya lo había puesto de relieve cuando cité a Porlán (1998) a propósito de hacer alusión a lo que argüía para sopesar la emergencia de la didáctica de las ciencias.

Para Porlán y Rivero (1998), la hipótesis de progresión está pensada en unos niveles que están relacionados “...al grado de toma de consciencia, control y superación relativa de diversos obstáculos que dificultan la comprensión de los procesos de enseñanza aprendizaje a un nivel de complejidad superior...” (p.93). Expresan que se puede establecer una gradación en la construcción del conocimiento del profesor que iría desde una perspectiva simplificadora, reduccionista, estática y acrítica –modelos didácticos más tradicionales- (nivel de partida), hacia otra más coherente con modelos alternativos de carácter constructivista e investigativo –conocimiento profesional deseable-, pasando por niveles intermedios que superan en parte el nivel de partida pero presentan aún obstáculos que hay que superar (figura 5.5).



**Figura 5.5:** La evolución del conocimiento profesional (Tomada de Porlán y Rivero, 1998:95)

Para Porlán y Rivero (1998) la hipótesis de progresión del conocimiento profesional...

“...no es un itinerario ineludible por el que deban pasar todos los profesores siguiendo una trayectoria lineal, progresiva y ascendente sino que debe entenderse de manera flexible, admitiendo los ciclos y fluctuaciones que inevitablemente se dan en los procesos formativos... tampoco son estadios puros que configuran etapas claramente delimitadas del desarrollo real de los profesores.” (p.147)

Dando soporte a su visión integradora del conocimiento profesional deseable, figura 5.4, que redunde en la idea de una epistemología propia del profesor, y que contribuya a resolver la problemática de la enseñanza -dirían Porlán, *et al* (2010) Problemas Prácticos Profesionales (PPP)-, adoptan un conjunto de “referentes teóricos metadisciplinarios” (Porlán y Rivero, 1998:51) que recogen y reconocen como pertinentes para su propuesta teórica, a saber: la perspectiva evolutiva y constructivista, la perspectiva sistémica y compleja y la teoría crítica. La cuales se presentan a continuación:

a) *La perspectiva evolutiva y constructivista del conocimiento.* Bajo esta corriente, el conocimiento se genera en relación con problemas o cuestiones relevantes, y desde la interacción y el contraste significativo entre factores internos de las personas o comunidades (teorías personales, creencias, intereses, necesidades, etc.) y factores e influencias externas (otras teorías, experiencias diferentes, otros intereses, etc.). En relación con esto, la formación del profesorado ha de tener en cuenta cuatro aspectos básicos: los problemas prácticos de los profesores, sus concepciones y experiencias, las aportaciones de otras fuentes de conocimiento (conocimientos metadisciplinarios, disciplinas científicas, modelos didácticos, valores, técnicas concretas, otras experiencias, etc.), y las interacciones que se pueden establecer entre ellos.

b) *La perspectiva sistémica y compleja del mundo.* Según este enfoque teórico, tanto las ideas como la realidad, y evidentemente también la realidad escolar, pueden ser consideradas como conjuntos de sistemas en evolución. Dichos sistemas se pueden describir y analizar atendiendo a los elementos que los constituyen, al conjunto de interacciones que se establecen entre ellos, el tipo de organización que adoptan y a los cambios que experimentan a través del tiempo.

c) *La perspectiva crítica.* Para esta corriente de pensamiento, las ideas y las conductas de las personas, y los procesos de contraste y comunicación entre ellas, no son neutrales; de tal manera que la transición que se postula de lo simple a lo complejo no garantiza por sí sola la consecución de los fines formativos. Una visión más compleja del medio natural, por ejemplo, no presupone necesariamente el respeto al equilibrio de los ecosistemas, o un análisis sistémico y complejo de las formaciones sociales neocapitalistas, no asegura la solidaridad activa con el tercer mundo.

Adoptar una perspectiva crítica implica reconocer la relación íntima que existe entre intereses y conocimientos, de manera que las deformaciones y limitaciones que tenemos como consecuencia de nuestras concepciones sobre el mundo, no son sólo el resultado de una visión más o menos simplificada de la realidad, sino que también son la consecuencia de nuestros particulares intereses como individuos, grupo de edad, sexo, raza, especie, grupo profesional y clase social. La importancia de esta reflexión radica en que pone en primer plano la cuestión de los fines y valores y los relaciona con la toma de decisiones y la acción. No basta con construir y complejizar el conocimiento: finalmente hay que decidir qué hacer, por qué hacerlo y para qué hacerlo.

Porlán y Rivero (1998) y Rivero y Porlán (2001), presentan también, además de los referentes de *conocimiento metadisciplinar* –que se acabaron de presentar- que fundamentan la idea del conocimiento deseable en los profesores, las fuentes principales del saber profesional (figura 5.4):

a) los *saberes metadisciplinarios*, b) los *conocimientos disciplinares* (lo racional) y c) el *experiencial profesional*, los cuales consisten en:

a) *La relevancia de los saberes metadisciplinarios*: estos saberes se refieren a teorías generales y cosmovisiones (*constructivismo epistemológico, complejidad, evolucionismo, relativismo*, etc.), que disponen de un alto grado de integración de tipo generalista. Es decir, el profesor tiene que ser consciente en cualquier decisión que adopte, en lo teórico y en lo práctico, de las repercusiones ideológicas que plantea y de los valores que directa e indirectamente está promoviendo. No puede eludir, por tanto, un debate ideológico escudándose en que sólo se ocupa del "saber", porque, como plantea Foucault (1979), ningún saber es independiente de unas determinadas relaciones de poder.

b) *Los saberes disciplinares: la didáctica de las ciencias como saber de síntesis*: son muchas las disciplinas que aportan significados relevantes para el conocimiento profesional: las disciplinas relacionadas con la materia (biología, geología, geografía, matemáticas, etc.), las relacionadas con la enseñanza (pedagogía, teoría del currículo, historia de la educación, didácticas específicas...), las relacionadas con el aprendizaje (psicología) y las relacionadas con el estudio de los sistemas educativos (sociología de la educación, política educativa, economía educativa...). Para Porlán y Rivero (1998) y Rivero y Porlán (2001), las didácticas específicas, tienen relevancia para la formulación del conocimiento profesional deseable dado su carácter de saber de síntesis. Las entienden como un saber aplicado, en el sentido de que su función genuina es la elaboración de modelos didácticos, que no sólo se definen por una dimensión descriptivo-explicativa de la realidad escolar, sino porque además presentan una vertiente normativa, en forma de hipótesis curriculares y propuestas de actuación en el aula. Esta unión de conocimientos no supone "una mezcla física" entre ellos, sino más bien una reacción química, que permite la "aparición" de un cuerpo de conocimientos "genuino". Las didácticas específicas utilizan y reinterpretan los conocimientos científicos y psicopedagógicos elaborados en sus disciplinas correspondientes para explicar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las distintas materias y para proponer pautas concretas de diseño y desarrollo curricular.

c) *La experiencia profesional: la concreción del conocimiento profesional en el saber curricular*: el saber experiencial *es mayoritario* en la caracterización del conocimiento profesional que poseen los profesores, es una fuente importantísima de conocimientos, constituyendo un referente decisivo. El conocimiento práctico profesional que se considera *deseable* es resultado de un complejo proceso de interacciones e integraciones de diferente nivel y naturaleza, organizado en torno a los problemas de la práctica profesional. Esta integración no es una mera yuxtaposición de contenidos procedentes de las diversas fuentes, sino que implica una profunda tarea de reelaboración y transformación epistemológica y didáctica que puede realizarse en varios niveles (Martín del Pozo, 1994).

Para Porlán y su equipo de investigadores el conocimiento profesional que proponen como deseable, como todo sistema de ideas, señalan, posee una cierta organización, que puede establecerse en diferentes niveles de concreción, desde una perspectiva más general, hasta niveles de estructuración más concretos. Proponen tres niveles de articulación, que solamente serán enunciados: nivel de conocimientos metadisciplinarios profesionales; modelo didáctico de referencia y los ámbitos de investigación profesional.

En el sentido anterior Porlán, *et al* (2010) han propuesto la Formación de Profesores para Investigar la Práctica (FOPIP) el cual, resaltan, implica "...distanciarse de la reproducción acrítica de las prácticas tradicionales. Investigar permite construir significados más allá de los estereotipos sobre la escuela...investigar requiere poner en juego procesos reflexivos donde la interacción social y las actividades metacognitivas se fortalecen." (p.36) para Porlán, *et al* (2010), lo anterior es "...un instrumento potente para sintetizar las características de un modelo de formación favorecedor del cambio profesional." (p.36). consideran estos autores que es importante que los profesores se impliquen con la investigación para la construcción del CPP.

Con todos los planteamientos que esta tendencia de investigación ha tenido, sumado a su posicionamiento sobre la didáctica de las ciencias como disciplina, ciertamente se torna muy marcada la misma al darle preponderancia a lo que han denominado "La progresión del conocimiento práctico..." (Porlán y Rivero, 1998:147), asunto que como ya se evidenció en la tendencia anterior -Práctica y experiencia del profesor- también fue ampliamente defendida y difundida por otros autores (Elbaz, 1981; Clandinin, 1985; Schön, 1992; Fenstermacher, 1994; Stenhouse, 1998; Cochran-Smith y Lytle, 1999; Tardif, 2004, entre otros).

Es claro que Porlán y Rivero (1998) y su grupo de investigación tienen elementos que aportan a la comprensión y el desarrollo del conocimiento del profesor. Se torna evidente que alrededor de sus razonamientos la práctica constituye el germen de su producción de conocimiento aunado al andamiaje epistemológico que han expuesto para explicarla. Lo que queda un tanto confundida es la razón de la teoría en la práctica máxime de entender "...la formación de profesores en el campo de la enseñanza de las ciencias." (Porlán y Rivero, 1998:147). Esto ya que en lo que denominan la evolución del conocimiento profesional en el primer nivel, que sería el punto de partida caracterizado por el conocimiento del profesor de carácter yuxtapuesto, se esperaría que durante la formación inicial del profesor en el campo de la didáctica este no se formara en el conocimiento mayoritario sino en el deseable.

De no ser así, entonces tiene razón de ser que hagan alusión en su constructo a la *progresión del conocimiento práctico* y además que inicie el mismo su evolución desde el conocimiento mayoritario.

Asímismo, son coherentes al entender la hipótesis de progresión como una profesionalización para la enseñanza, ya que el campo de la didáctica al parecer no tiene la función de formar en la gramática, lógica, objetos (s) de investigación, en las teorías que formarían a los profesores como profesionales.

Así pues, queda la pregunta de ¿Cuál es la función de las teorías del campo de investigación en la formación inicial de los profesores? máxime si se le da el estatus de profesional al conocimiento del profesor. Si se acoge la idea de que el profesor se forma, se hace en la práctica, pues no tiene sentido hacer alarde de que los profesores se forman en el campo (en el sentido de Bourdieu, 2003) de la enseñanza, ya que no se están formando entonces como profesionales con un conocimiento específico.

Me atrevo a decir, que los autores en su momento histórico comprendieron la importancia de elevar el conocimiento profesional del profesor al nivel de una disciplina (Porlán, 1998) pero aún no era propicio dar mayor peso al campo de producción de conocimiento en términos teóricos como para sostener que los profesores se forman en dichos referentes teóricos y que sin lugar dudas en la práctica seguiría progresando en su conocimientos, pero ya no necesariamente en el nivel que denominan de partida. En tal sentido, es coherente Porlán (1998) cuando caracterizó a la didáctica de las ciencias como *emergente, posible y práctica* como una *disciplina práctica*, que para Toulmin (1972) está relacionada con resolución de problemas prácticos en la perspectiva de transformar la realidad.

Quizá la siguiente cita sea aún más esclarecedora de la lógica que los autores tienen estructurada: “El conocimiento disciplinar no es un conocimiento profesional, ni posee su misma lógica ni su misma estructura. Por contra, consideramos que la investigación de problemas profesionales abiertos y complejos es una forma más adecuada de provocar el desarrollo profesional.” (Porlán y Rivero, 1998:146). Esto llama poderosamente la atención, más cuando Porlán (1998) pusiera de relieve la emergencia de la didáctica de las ciencias como disciplina. Con la cita anterior pues es claro que para Porlán y Rivero (1998), en su momento, *las disciplinas y las profesiones van por caminos distintos* de allí que la teoría no aparezca como referente en la formación de los profesores y que en la hipótesis de progresión se busque más profesionalización que el desarrollo profesional.

Ahora, es notorio que en Porlán, *et al* (2010 y 2011), en el sentido de su planteamientos explicitados en Porlán *et al* (1996), Porlán (1998), Porlán y Rivero (1998) y Rivero y Porlán (2001) documentados aquí, han dado desarrollo a otros que he venido introduciendo en esta tendencia - CPP (Conocimiento Práctico Profesional), a los PPP (Problemas Prácticos Profesionales), y a los Formación de Profesores para Investigar la Práctica (FOPIP)- dado cabida a los mismos en la formación inicial del profesor. De hecho en un estudio en el sentido anterior, y en la idea de favorecer el cambio del profesorado, Porlán, *et al* (2011) llegan a las siguientes conclusiones:

“Esta investigación nos ha permitido reforzar la idea de que las concepciones didácticas de los estudiantes de Magisterio, en gran medida implícitas, tienen un cierto margen de explicitación, movilización y cambio dentro de los estrechos límites de su formación inicial. También, que cuando dotamos a los cursos y asignaturas de una orientación, constructivista, crítica y metarreflexiva parece que la movilización y el cambio se favorecen y activan. Sin embargo, también nos ha hecho corroborar que las intervenciones de corta duración no permiten superar obstáculos muy arraigados como el absolutismo epistemológico, y que la experimentación de diseños didácticos en las aulas de Primaria, en compañía de docentes expertos e innovadores, es imprescindible para comprobar y consolidar la consistencia de los cambios.” (p.367)

Con todo y esto, la práctica sigue siendo el punto de partida para los autores anteriores, ya sea en la formación inicial del profesor como en su ejercicio profesional. Así pues, contrario a la hipótesis propuesta de Roa (2011), para Porlán y Rivero (1998) la práctica y la experiencia son el punto de partida del conocimiento especializado del profesor, de allí que incluyan un nivel de partida, que al parecer no empieza en la formación en la universidad, y si empieza allí entonces no se hace

pensando en la formación de un profesional de la enseñanza, es decir, en esta formación la disciplina seguiría siendo práctica y al parecer no teórica. Luego infiero que la formación teórica del futuro profesor no es la pedagogía y la didáctica como ciencias.

Sin entrar a debatir, es evidente que las líneas de investigación en la didáctica de las ciencias, tabla 5.8, y las tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor, tabla 5.11, son sinónimos de consolidación de una disciplina que sin duda no tiene investigaciones y resultados homogéneos, aun cuando a veces la hegemonía repercute en la producción de capital simbólico –en el capítulo que sigue se podrá constatar, en particular, con los artículos sobre educación en biotecnología-, en este sentido, si se podría presentar paradigmas dominantes, pero quizá no tanto en la actualidad en términos académicos sino más que nada del (los) territorio (s) de Estado (s), que buscan imponer paradigmas.

##### **5. Conocimiento metadisciplinar del profesor de ciencias y su disciplina fundante: la didáctica de las ciencias**

Teniendo en mente lo desarrollado en los capítulos III y IV y lo que hasta este punto he esbozado de este capítulo, el panorama revela la complejidad que le subyace a lo que en términos globales se ha puesto en clave de educación, a la cual han asistido disciplinas de variada naturaleza, lo cual ha posibilitado que sobre la misma se tengan diferentes estructuras sintácticas y sustantivas respecto a las características de sus conocimientos y objetos de investigación.

Con esto se puede advertir que los objetos de investigación propios de otras disciplinas: sociología, historia, antropología, filosofía -economía, política, tecnología-, han buscado comprender, con diferentes intereses, *lo que acontece en la educación y/o lo que tiene que ser la educación*, en cuanto a lo que *tiene que ser*, pues es preeminente que las tres últimas disciplinas, resaltadas entre las barras anteriores, tienen clara afinidad y finalidad con esto. Lo cual desde luego no es para denigrar sino más bien para reconocer que tanto estas como las disciplinas que tienen su interés primordialmente en comprender *lo que acontece y/o aconteció*, pueden hacer uso de sus constructos para pensar sobre la educación sin que necesariamente estos respondan a la realidad que se experimenta *in situ* –en el laboratorio, taller, laboratorio, patio, aula de clase- en la educación formal.

El cúmulo de objetos de investigación y posibilidades disciplinares que han tenido injerencia para tomar decisiones, planear, organizar y medir la educación lo han hecho desde sus propias especulaciones, me atrevo a decir que muchas veces desde formas de pensar alejadas del objeto u objetos de investigación que la didáctica y la pedagogía han develado, naturalizado: la enseñanza, o aprendizaje, currículo, evaluación, etc. Se puede expresar que estas disciplinas han puesto su atención en *lo que acontece en la educación*, en tanto que, por ejemplo, la economía, política y tecnología son proclives hacia *lo que tiene que ser la educación*, lo cual no quiere decir que por ello no aporten, lo que pasa es que estas poco o nada les puede interesar las teorías sobre el pensamiento-conocimiento del profesor, la interculturalidad, el aprendizaje, enseñanza, currículo, entre otras cosas. Mucho menos la epistemología que puede facilitar entender el conocimiento y su desarrollo.

Ariza y Adúriz-Bravo (2012) haciendo referencia a la didáctica de las Ciencias Naturales y a las epistemologías de las que ha bebido, manifiestan que:

“Para fundamentar la ciencia a enseñar se ha acudido generalmente a las escuelas epistemológicas ‘hegemónicas’ del siglo XX; sigue siendo mayoritaria la utilización de las propuestas *historicistas* y *externalistas* de Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Stephen Toulmin, Larry Laudan o Paul Feyerabend, conjunto de autores comúnmente englobado bajo el rótulo de ‘nueva filosofía de la ciencia’.” (Ariza y Adúriz-Bravo, 2012:82)

Estos mismos autores resaltan que esta referencia epistemológica ha sido “...instalada en las principales revistas de nuestra disciplina (por ejemplo, *Science Education* o *Enseñanza de las Ciencias*)...” (p.83). Ariza y Adúriz-Bravo (2012) critican que los didactas entiendan las propuestas *historicistas* y *externalistas* “...como el hito más actual de reflexión metateórica sobre la dinámica científica y, a su vez, como el ‘modo canónico’ de investigación dentro de la epistemología erudita...” (p.82-83), desconociéndose la propuesta “‘no-historicista’ o ‘internalista’, dirigida principalmente a la comprensión de la estructura interna de las teorías científicas...” (p.84) dejando de lado para la didáctica de las ciencias las propuestas “...epistemológicas contemporáneas, como por ejemplo la llamada ‘concepción semántica de las teorías científicas’, en la que se suelen incluir las propuestas de Ronald Giere, Ulises Moulines, Bas Van Fraassen, Frederick Suppe, Wolfgang Balzer o Joseph Sneed, entre varios otros.” (Ariza y Adúriz-Bravo, 2012:83)

Según estos autores, la nueva visión sobre las teorías científicas tiene lugar terminando la década de los años setentas y principios de los ochentas, dando paso entonces a lo que corresponde a la perspectiva filosófica sobre la ciencia llamada “*concepción semántica o concepción modeloteórica*” (p.85-86) del conocimiento científico.

“La principal novedad de la concepción semántica es que asigna un papel central al constructo de ‘modelo’, y relega a un segundo plano los aspectos lingüísticos prevalecientes en la concepción axiomática de las teorías de la primera mitad del siglo pasado.” (Ariza y Adúriz-Bravo, 2012:86)

Estableciendo la función de esta concepción filosófica en cuanto a la didáctica de las ciencias identifican una teoría científica “...no por los axiomas (leyes) que la componen (enfoque sintáctico que se suele relacionar con la concepción científica promulgada por una parte de los integrantes del Círculo de Viena), sino por el conjunto de modelos que contiene.”<sup>55</sup> (Ariza y Adúriz-Bravo, 2012:86). Estos mismo autores reconocen que las miradas *historicistas* y *externalistas* dieron una clara transformación a los contenidos epistemológicos en la didáctica de las ciencias, ponen de relieve algunas contribuciones para los casos del estudio metateórico del contenido a enseñar, la renovación del currículo de ciencias de secundaria, la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias, la mejora de las prácticas de enseñanza de la ciencia en las aulas, y a la fundamentación rigurosa de muchas de las investigaciones didácticas.

---

<sup>55</sup> “<sup>3</sup> Esto es válido solo para una parte de los integrantes, pues algunos otros –como Otto Neurath, Charles Morris o Phillip Frank– no compartían completamente el ideal de una fundamentación *exclusivamente* axiomática de las teorías (Reisch, 2003).” (Ariza y Adúriz-Bravo, 2012:86).

Para Ariza y Adúriz-Bravo (2012), es necesario integrar las reflexiones tanto historicistas como internalistas para que contribuyan al establecimiento de elementos teóricos de fuerte aplicación en la didáctica de las ciencias. “Las corrientes recientes y actuales proveen de perspectivas más extensas y profundas para explicar la complejidad de la ciencia; consideramos que algunas de tales perspectivas tienen un alto valor educativo.” (p.85). Sin la intención de ampliar los argumentos aquí sobre esta perspectiva que observo como filosófica epistemológica de las ciencias que aportan a la didáctica de las ciencias, cabe escribir que para Ariza y Adúriz-Bravo (2012), “Entender la mirada semanticista sobre la ciencia ayudaría en la planeación de currículos de ciencias, en la práctica en las aulas de clases de todos los niveles educativos, y en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencia.” (p.87).

Sin duda, los planteamientos de los anteriores autores son representativos en tanto ponen de relieve lo poco que se ha tenido en cuenta la propuesta epistemológica internalista en lo que reconocen como *concepción semántica* o *concepción modeloteórica* del conocimiento científico. Estoy de acuerdo, con la necesidad de aludir a las propuestas tanto externalistas –tendencias del conocimiento-pensamiento del profesor en Lederman y Lederman (2015), tabla 5.11- como internalistas para continuar, por un lado, superando el paradigma del positivismo lógico, y por otro, entender lo referente a lo que implicaría para la disciplina de la didáctica de las ciencias, y para la pedagogía, estas propuestas en tanto puede ayudar a comprender tanto lo que acontece en la enseñanza en la práctica como en la investigación sobre la misma, como lo que acontece fuera del campo. No obstante, concibo que si bien es cierto la filosofía, historia, epistemología, antropología, las ciencias cognitivas y antropológicas, pueden soportar muchas de las explicaciones respecto al campo de la didáctica de las ciencias, entiendo como fundamental no asir las misma como la naturaleza ni de la didáctica de las Ciencias Naturales, didáctica de las ciencias sociales, didáctica de las ciencias humanas, etc., tabla 5.1.

En mi entender, en lo que he denominado en esta tesis *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, este territorio académico tiene, en general, su propia lógica, gramática, discurso, características para producir y dar cuenta de la naturaleza de su conocimiento –estructura sintáctica- y teorías, conceptos y principios, contenidos –estructura sustantiva-, que tiene como esencia la acción profesional –práctica de enseñanza con base en un conocimiento especializado que provendría de una formación inicial en las ciencias que he explicitado ya. Luego entonces, es indudable que la miradas externalistas de la historia e internalistas de la epistemología de la que Ariza y Adúriz-Bravo (2012) esbozaron, así como las diferentes disciplinas que han abordado desde su (s) propia (s) epistemología (s) a la educación, han sido fuentes importantes para pensar en el conocimiento de la pedagogía y el conocimiento de la didáctica como disciplinas, pero en todo caso la epistemología de estas no es la misma de las que beben dado que su (s) objeto (s) –la enseñanza, entre otros- tiene otro devenir epistemológico.

De esta manera el derecho de admisión al territorio de estas *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* se vuelve más restrictivo, a la vez que adquiere mayor autonomía, no por ello se concebiría solo con *lo que acontece en la educación* sino también con *lo que tiene que ser la educación*. A mi modo de entender, la didáctica se ha interesado menos por lo último, en cambio para la pedagogía ha sido su



mayor tendencia, su preocupación ha estado enmarcada en lo filosófico, político, ideológico, urbanístico y la formación del ciudadano, del niño, en las tensiones por el poder. Precisamente, por lo anterior y por lo que ha sucedido en los Estados y en las culturas académicas al referente de la didáctica y la pedagogía, por la proliferación de varias didácticas y pedagogías, es por lo que considero que las dos se complementan en un mismo territorio académico, no solo ahora sino desde hace mucho tiempo. Basta con recordar a Comenio, cuando menos, y a las variadas ciencias y disciplinas, y perspectivas que de antaño sin proponérselo le ha aportado a las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* en su emergencia en un territorio académico *único* –a decir de Camilloni (2008)- pero no absolutamente autónomo.

“Al formar conceptos, el hombre engendra, captura o concibe ideas: señala límites, marca fronteras y separa un objeto conceptual de otro. ...Hoy por el contrario, la ciencia tiende a romper la frontera, a borrar el límite. Así se han creado nuevas disciplinas en los bordes de las ciencias; en vez de permanecer en el límite de una ciencia; en lugar de purificar cada ciencia y delimitar con nitidez su objeto, el científico pone en contacto una ciencia con la otra y crea disciplinas explosivas (por ejemplo, las ciencias de la incertidumbre). Ahora se acentúa el rasgo interdisciplinario y multidisciplinario de la ciencia. El método es audaz y cuanto sucede en un campo se lleva a otro; la ciencia hace avanzar a la tecnología y ésta, a su vez, repercute en el desarrollo de la ciencia. La teoría y la práctica se alimentan de manera constante. Pero lo decisivo es que los conceptos marcan en la ciencia, rumbos claros y así orientan la investigación.” (Labastida, 2006:11)

Este autor pone de manifiesto la configuración que las ciencias han empezado presentar en la cual las barreras para comprender teniendo en mente los conocimientos de otras ciencias no es en absoluto una excepción a las reglas sino todo lo contrario una razón de ser de la dinámica del conocimiento, del comportamiento de los miembros de los campos de investigación. Las ciencias avanzan en coexistencia con otras disciplinas que se nutren constantemente para poder expresar ideas sobre su (s) objeto (s) de investigación, la transferencia de conocimiento y métodos, si antes no se hacía visible, hoy más que nunca es lo que predomina. Esto no quiere decir que los objetos muten de una ciencia a otra, al declarar Labastida (2006) que los objetos no son delimitados con nitidez, considero que no es motivo para concebir que no tienen un territorio –ciencia (s)- desde donde toman sentido y significado, desde donde emerge su naturalización para ser explicado, comprendido, interpretado con el advenimiento de conocimientos de otras ciencias o disciplinas, esto será fundamental para lo que desarrollaré unos reglones más adelante en cuanto al conocimiento metadisciplinar.

Como quiera que sea, como se puede leer en los dos últimos reglones de la cita anterior -Labastida (2006)-, los conceptos orientan la investigación en las ciencias, pero encuentro que por sí solos no bastan para cimentar la naturaleza de conocimientos de las mismas dado que los conceptos pueden fácilmente fluir de un campo a otros, pueden ser prestados y sufrir mutaciones de acuerdo a los objetos a donde lleguen, en cambio los objetos permanecen, se mantienen en las ciencias de donde emergieron -claro está sino es que otros territorios académicos los atrapan- y en donde puede ocurrir que tenga transformaciones.

Tratando de seguir en este mismo análisis, pero ahora prestando atención a las posibles relaciones entre las disciplinas para poder entretejer la naturaleza –naturalización- del conocimiento escolar, el conocimiento del profesor y las perspectivas teóricas y prácticas de la *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, vale la pena fijar la mirada por un momento en algunos de los elementos expuestos por Zabala (1999), y otros autores que se presentarán más adelante, quien denota que:

“...los diferentes conceptos que explican las relaciones entre las disciplinas no provienen de la enseñanza, sino que tienen un alcance más amplio y obedecen a la necesidad de reconocer los diferentes vínculos que se pueden dar entre diferentes materias o campos del conocimiento. Las relaciones entre las disciplinas constituyen un problema esencialmente epistemológico y, solamente, como consecuencia, escolar.” (p.26)

Veamos brevemente las posibilidades que el autor anterior plantea pueden pensarse para relacionar las disciplinas, tabla 5.12, que aunque asume no derivan de la enseñanza, considero que si tiene tal relación si se advierte que la didáctica y la pedagogía como ciencias establecen relación con otras ciencias, incluso a un nivel muy minucioso. En clave de lo que estoy señalando, estoy de acuerdo con Zabala (1999) en que las relaciones entre las disciplinas es un asunto epistemológico, y aunque muchos conceptos a enseñar pueden no nacer con la enseñanza propiamente, considero que en lo escolar deviene una epistemología que se desarrolla de la relación entre las disciplinas en las que las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* al interactuar con estas disciplinas construyen sus propias epistemologías, lo digo porque si se tiene en cuenta la tabla 5.1 sobre las disciplinas didácticas emergentes y/o consolidadas, y las pedagogías, es posible declarar que los objetos de enseñanza e investigación de estas disciplinas estructuran sus propias maneras para la producción de conocimiento teórico. Por lo que estas disciplinas al igual que las que son sus motivos para investigar y enseñar, también establecen relaciones disciplinares entre ellas.

**Tabla 5.12:** Distintos tipos de relaciones entre las disciplinas (Tomado de Zabala, 1999:27)

<b>Multidisciplinariedad</b>	<b>Pluridisciplinariedad</b>	<b>Interdisciplinariedad</b>	<b>Transdisciplinariedad</b>
<b>Sumativa</b>	<b>Contigüidad</b>	<b>Interacción</b>	<b>Unificación</b>
Yuxtaposición de distintas disciplinas, a veces sin relación aparente entre sí. Por ejemplo: música + matemáticas + historia.	Yuxtaposición de disciplinas más o menos próximas dentro de un mismo sector de conocimiento. Por ejemplo: matemáticas + física, o bien en el campo de las letras, francés + latín + griego.	Interacción entre dos disciplinas o más que pueden ir desde la simple comunicación hasta la integración recíproca de los conceptos fundamentales y de teoría del conocimiento, de la metodología, de los datos de la investigación y de la enseñanza.	Ejecución axiomática común a un conjunto de disciplinas (por ejemplo: la antropología considerada, según la definición de Linton, como la «ciencia del ser humano y de sus obras»).

Con base en esta tabla se puede señalar que el conocimiento puede ser organizado desde una concepción heterogénea (sumativa) hasta una en dirección más homogénea (unificación), esta

última concepción es quizá la que mejor puede explicar el comportamiento que las disciplinas –los conocimientos- están adquiriendo hoy en día, es como si se volviera al punto en el que el conocimiento era uno solo, sin parcelar, sin territorios, campos delineados, a consecuencia de desconocer a fondo el mundo, de investigarlo, de dar explicaciones sobre el mismo. La concepción disciplinaria del conocimiento y la poca relación entre las disciplinas imprimió unos caminos particulares para comprender la naturaleza y objetos de investigación en cada disciplina, las cuales buscaban no mezclarse ya que quizá podría desvirtuar las características que las hacían “exclusivas, únicas”. Hasta cierto punto esto favoreció el desarrollo del conocimiento y restringió la entrada de otras disciplinas a sus campos, de allí se hicieran concebir como cerradas, duras.

Pasado el tiempo parece que las mismas investigaciones y la necesidad de dar mayores explicaciones han hecho que las disciplinas interactúen más estrechamente con disciplinas cercanas que complementarían las investigaciones. Desde mi punto de vista, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad toman cada vez más sentido en las investigaciones disciplinares sin que cada disciplina pierda de vista su objeto u objetos de investigación, quizá por el intercambio de conceptos puede que sus gramática y razonamientos tengan algunas transformaciones.

Para Zabala (1999) las dos primeras columnas de la tabla 5.12 son las que más fácilmente se identifican a la vez que representan las formas más habituales que ha adoptado el desarrollo del conocimiento, en tanto que las otras dos columnas pueden ser facialmente contrarias a las otras dos. Expresa el autor, que la interdisciplinariedad “...implica el reencuentro y la cooperación entre dos o más disciplinas, cada una de las cuales... aporta sus propios esquemas conceptuales, la manera de definir los problemas y sus métodos de investigación.” (p.27). En cambio la transdisciplinariedad corresponde básicamente a que la implicación de contacto y cooperación “...que tiene lugar entre diversas disciplinas es tan grande que éstas han acabado por adoptar un mismo conjunto de conceptos fundamentales o algunos elementos de un mismo método de investigación, hablando de manera más general, el mismo paradigma.” (Zabala, 1999:27).

Según este mismo autor, además de los conceptos de la tabla 5.12 se puede encontrar el concepto de metadisciplina, cercano al de transdisciplinariedad, que no pretende explicar la forma de vincular las diferentes disciplinas, es decir, no implica ninguna relación entre ellas, sino que es una manera de concebir o entender el conocimiento prescindiendo de las estructuras disciplinares. Es una forma de acercarse al conocimiento, una filosofía, punto de vista o perspectiva sobre cualquier situación u objeto, que intenta desprenderse de la servidumbre o de los condicionantes *a priori* de unas disciplinas que son el fruto de la fragmentación irreal del saber (Zabala, 1999). Continúa manifestando...

“En la escuela deberíamos entenderla como la acción de acercarse a los objetos de estudio desde una mirada global que intenta reconocer su esencia, y en la cual las disciplinas no son el punto de partida sino el medio del que disponemos para conocer una realidad que es global u holística.” (Zabala, 1999:28).

García (1998), quien acoge los planteamientos del autor anterior, pone de relieve que “Existen ciencias “interdisciplinares” y “metadisciplinares” de muy difícil ubicación en la clasificación

tradicional de las ciencias (ecología, geografía, ciencias de la salud, ciencias de la educación, ciencia del caos, etc.).” (p.36) advierte que “...en la misma creación científica hay trasvase de ideas de unos campos a otros.” (p.75), incluso, escribe que muchos de los cambios en la ciencia son producto de la selección, recombinación e integración de ideas en un campo, que preexistían en otros campos y las cuales eran ajenas al mismo. Subraya que esto supone “...la superación del enfoque reduccionista y mecanicista de la ciencia...la emergencia de un nuevo *paradigma sistémico-complejo*...” (García, 1998: 76).

En clave de esto, el autor considera que con los conocimientos metadisciplinarios...

“...se trata de dotar a los contenidos escolares de un enfoque que posibilite cambiar la perspectiva epistemológica de los sujetos, su manera global de acercarse al mundo, mediante la utilización de *conocimiento metadisciplinar como un marco de referencia privilegiado para la determinación del conocimiento escolar*. ... es útil para dar cierto sentido al tratamiento de los objetos de estudio, y para establecer el grado de complejidad en el que deben ser formulados los contenidos para que puedan ser aprendidos...se pretende que el profesorado utilice este instrumento intelectual para el análisis de los contenidos que pretende enseñar y de las ideas manifestadas por los alumnos y las alumnas en el aula.” (p.72) “La crisis de la idea de la ciencia disciplinar como referente esencial en la formulación de los contenidos tiene que ver con la revalorización del conocimiento metadisciplinar que se produce al hilo de la emergencia de una nueva perspectiva ontológica y epistemológica.” (p.79)

En la idea de aplicar los metaconocimientos, García (1999) considera que un punto de partida importante es abordar los *problemas socioambientales* más relevantes y que influyan en la vida de las personas, en este sentido le da peso al contexto social y a los conocimientos de los alumnos. “El conocimiento cotidiano, presente en el medio social y el las ideas de los alumnos, debe ser un referente continuo del conocimiento escolar.” (p.18).

Ahora, Rivero (1996), García (1998) y Porlán y Rivero (1998) coinciden en pensar que hablar de conocimiento metadisciplinar implica así mismo, considerar los siguientes elementos:

1. Conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos disciplinares y el análisis histórico, sociológico y epistemológico de los contenidos: evolución de paradigmas, obstáculos epistemológicos, interacciones Ciencia-Ideología-Sociedad. Ejemplo de las perspectivas epistemológicas: Constructivismo, positivismo, relativismo, evolucionismo.
2. Cosmovisiones ideológicas, que determinan sistemas de ideas que orientan el para qué y el porqué de las decisiones que se toman tanto en el ámbito científico, como en el cotidiano o en el escolar, ya que la ciencia no es una actividad neutra. Ejemplos: Marxismo, teoría crítica, ecologismo, consumismo.
3. Cierta ontología, que supone la existencia de entes complejos, que pueden describirse mediante nociones que son comunes a diversas disciplinas y que poseen un fuerte carácter estructurador de los diferentes campos de conocimiento, desde metodologías transversales y

transdisciplinarios. Ejemplos de las perspectivas ontológicas: Sistemismo, mecanicismo, complejidad.

Como se presentó antes, Porlán y Rivero (1998) hacen uso de lo metadisciplinar por lo menos en dos sentidos, una para explicitar lo que denominan “referentes teóricos metadisciplinarios” (*perspectiva evolutiva y constructivista del conocimiento; perspectiva sistémica y compleja del mundo; perspectiva crítica*), y la otra para hacer mención a una de las fuentes del conocimiento profesional del profesor de ciencias, no sobra recordar que las otras fuentes son la experiencia profesional y los saberes disciplinares. No haré la exposición de cada uno de estos asuntos dado que ya fueron presentados unas páginas atrás.

Por su parte, Bromme (1994) percibe que el conocimiento profesional del profesor está contenido de conocimientos de la asignatura, pedagogía, psicología y didáctica de la asignatura, y que además estos tienen lugar “...durante el curso de entrenamiento práctico y la experiencia profesional...” (p.3). Manifiesta también que dicho conocimiento no es claramente un aglomerado de campos. “La fusión de conocimientos que vienen de diferentes orígenes es el rasgo particular del conocimiento profesional de los profesores, comparado con el conocimiento codificado de las disciplinas en que ellos han sido formados.” (Bromme, 1994:3). En concomitancia, Bromme (1988) había declarado: “Los metaconocimientos definen por tanto el marco de orientación en el que se valoran los conocimientos y su relación con la propia profesión... el metaconocimiento tiene, a pesar de su carácter filosófico, muy concretos efectos sobre la práctica didáctica.” (Bromme, 1988, p.25). Dejando en clave de duda sobre si los metaconocimientos, y los otros conocimientos del profesor resuelven las dificultades del aprendizaje de los alumnos y si estos exigen una práctica muy determinada, declara:

“A primera vista, los conocimientos profesionales parecen quedar suficientemente descritos a través de «conocimientos de la asignatura», y «pedagogía», así como «didáctica de la asignatura». Efectivamente así es, pero debemos continuar desentrañando estos campos del saber si queremos comprender la relación entre conocimientos profesionales, manejo de la clase y presión del oficio. El contenido de la asignatura tiene un especial significado, ya que no sólo es un presupuesto básico, sino al mismo tiempo también un objeto de los manejos del profesor.” (Bromme, 1988:24).

Si bien es cierto que Bromme (1988) se basa en hacer existir el objeto de la asignatura –su análisis es en las matemáticas- en el conocimiento del profesor para ser enseñado –didáctica de la asignatura-, la enseñanza no es el objeto, y en entender que el metaconocimiento está vinculado con la práctica, no deja de poner de relieve lo siguiente:

“Que sepamos, no existen hasta ahora herramientas conceptuales para caracterizar ese aspecto mixto de los conocimientos sobre didáctica de la asignatura. Por eso no es sorprendente que los profesores no lo consideren una cualidad importante de sus conocimientos de didáctica de la asignatura y lo supediten a otros tipos de conocimientos como los teóricos o pedagógicos a la hora de tomar decisiones.” (Bromme, 1988:26)

Así pues, Bromme (1988) es coincidente con Porlán y Rivero (1998) al considerar que el conocimiento del profesor tiene su devenir en la práctica y que además en esta convergen varios conocimientos de diversa índole, por lo que utiliza el concepto de metaconocimiento. Llama la atención que explicita que aún falta por realizar investigaciones conducentes a establecer el híbrido de conocimientos profesionales del profesor (conocimientos de la asignatura, pedagogía y didáctica de la asignatura), y que como consecuencia de esto pues los profesores han afincado los conocimientos de la didáctica de la asignatura en otros campos teóricos, llama la atención que ponga en tensión a la pedagogía, al referirse a otros tipos de conocimientos teóricos.

Ahora, en el plano de "...los saberes de las profesiones, las profesiones, la enseñanza, la competencia, las habilidades, etc." (Tardif y Gauthier, 2012:314), y lo que se avizora en la actualidad por sus numerosos retos e importancia, estos autores subrayan que se han convertido en una especie de "metacuestiones" y "transcuestiones". Dejemos que sean ellos puntualmente quienes contextualicen sus categorías:

"Se trata, en efecto, de cuestiones primeras, originarias ("meta"), de las cuales derivan y dependen innumerables cuestiones e importantes decisiones. Dichas cuestiones superan ampliamente la esfera de la enseñanza y la formación de los maestros; a partir de ahora éstas interpelan a la mayoría de actores de las diversas esferas de la práctica social, así como a las concepciones de la formación que los prepara para intervenir en dichas esferas. Al mismo tiempo, estas cuestiones alimentan y atraviesan ("trans") varias problemáticas y diversas disciplinas, diferentes teorías y campos discursivos, varios proyectos políticos, ideológicos, socioeducativos y pedagógicos." (p.314-315).

Como se puede entender los prefijos meta y trans son utilizados para correlacionarlos con la palabra cuestiones, por lo que se aborda alto nivel de generalidad al referirse a los conceptos: saberes de las profesiones, las profesiones, la enseñanza, la competencia, las habilidades. En la cita se hace latente, a propósito de las metacuestiones, la complejidad que se puede suscitar al analizar el lugar de las profesiones en tanto su razón de ser en sí mismas como para el contexto, en clave de las incontables, incalculables, –quizá– infinitas cuestiones y decisiones. Es llamativa la afirmación de que la enseñanza y la formación de los profesores no estarían al nivel de responder por todo ello, en lo cual estoy de acuerdo, sin embargo, no estoy de acuerdo que por ello estén supeditados a diversos actores sociales, cuestión que tiene un peso indudable en los planteamientos de Tardif y Gauthier (2012), y que a decir verdad es lo prácticamente acontece en la realidad actual de la educación y sus "profesionales". En cuanto a las transcuestiones, íntimamente relacionadas con las metacuestiones, se encuentra que estas a la vez que beben de la práctica social, atraviesan, permea problemas de diversa índole y a las disciplinas, fundamentalmente.

Las dos categorías coexisten entonces para poner un andamiaje en que las profesiones y sus conocimientos, las disciplinas, las competencias, las habilidades y la enseñanza, se ponen al servicio de las esferas de la práctica social, analizo que estarían supeditadas al exterior, por lo que el territorio de los Estados tiene el dominio de los mismos. Se percibe que existe cierta repulsión hacia las profesiones, y en especial hacia los profesores. Sin la intención de profundizar en todo lo que se

desprende de las categorías de Tardif y Gauthier (2012), pero si hacer un muy breve análisis, cabe hacer explícitas, muy a propósito, las siguientes preguntas, entre muchas otras que plantean:

“¿Qué precio –humano, económico, simbólico- están dispuestos a pagar nuestras sociedades para seguir creyendo en sus expertos?” (p.315). “¿Queremos realmente que nuestro hijos sean educados por expertos, por profesionales? ¿Tenemos necesidad de expertos, de profesionales para formar seres humanos?...Qué está en juego en esta transición o evolución del maestro al experto, del oficio a la profesión?” (p.316).

Estos cuestionamientos hacen recordar la postura de Feyerabend cuando atacaba a los expertos, a los profesionales –entre ellos a los profesores como lo presenté en el capítulo III- por lo que proponía que fueran las personas quienes se empoderen del conocimiento para no estar sometidas a estos, proponía un anarquismo epistemológico en el que no existieran métodos estandarizados, ni verdades, en lo que debo expresar estoy de acuerdo con Feyerabend. También estoy de acuerdo con Tardif y Gauthier (2012) en cuestionar el papel del profesor y en dejar ver los factores –esferas- que están influyendo en su acción de enseñar, pero disiento hasta cierto punto en que se lo deje sin un territorio académico para yacer su identidad profesional, infiero esto, ya que una citas que explicitaré en lo que sigue dejan la impresión, so pretexto de la inferencia de lo externo, de no reconocer la profesionalización de la enseñanza, ni esta como una ciencias ni una técnica. Aunque de todos modos, a la vez, aclaran que no se trata de hacer de la enseñanza un desorden.

Entiendo que esto autores critican las competencias devenidas de las ciencias de la educación por lo que implica en cuanto a las prescripciones que se puedan derivar, abordemos la siguiente cita para poder hacer una aproximación a lógica que los autores buscan “esclarecer”:

“...en cuanto a la cuestión de la profesionalización de la enseñanza, ¿no es ésta también un indicio positivo de que las cosas empiezan a cambiar en profundidad, de que por fin la enseñanza será reconocida en su justo valor –algunos esperan que muy pronto-, es decir, como una actividad de profesional, de experto, de practicante reflexivo y competente?” Digamos que nosotros coincidimos con la mayor parte de estas “visiones positivas”; pero ello no nos impide recibirlas sin entusiasmo; esto es, con circunspección y una pizca de desconfianza.

Creemos que hoy en día es necesario operar un cambio en la forma de mirar estos objetos de *objetos de conocimiento*, que se han convertido en “hipervisibles” en el espacio noético de las ciencias de la educación, y que al mismo tiempo constituyen *campos de acción* en los cuales se desarrollan actualmente, hasta la saturación, algunos proyectos de transformación y mejora de las prácticas profesionales y de las prácticas de la formación. Ahora bien, frente a esta hipervisibilidad y esta saturación, creemos en la utilidad del ejercicio crítico, sobre todo en la pedagogía del conocimiento.” (Tardif y Gauthier, 2012:p.317-318).

Con la pedagogía consideran que se pueden hacer ver los objetos de conocimiento de otra forma, corriendo “...el riesgo de descubrir otros aspectos más oscuros, sombríos, y quizá invisibles a la mirada de la racionalidad cognitiva...” (p.318), afirman que:

“...todo constructo teórico que tiene por objeto unas prácticas en un momento dado debe ser cuestionado críticamente respecto a la naturaleza de las visiones *ideales*, de las *abstracciones* que presupone o elabora para fijar los límites de su objeto; es decir, respecto a las acciones, sus actores, y los saberes de éstos.” (p.318). “... ¿qué está en juego en esta multitud de investigaciones que intentan comprender el buen hacer del maestro, su acción y discurso a partir del horizonte de la cognición?” (Tardif y Gauthier, 2012:320).

Hasta este punto, con las cuestiones expensadas brevemente se aprecia que existe una propensión a poner en vilo los proyectos de educación que controlen la acción del profesor, que lo reduzca a la visión tecnológica y científica, de allí la prevención con las teorías que busquen prescribir la práctica *ex profeso* de plantear lo que se tiene que enseñar y como enseñarlo. Estos autores le dan un valor superior la práctica y tienen una visión de la profesión del profesor en el marco de lo social, lo que defienden en cuanto a su conocimiento tiene relación con el contexto inmediato y concreto de su acción, de hecho manifiestan que el profesor “...a través de su práctica y su experiencia establece reglas y enuncia normas de acción que le permiten gestionar los casos particulares, pero que no son leyes.” (p.343).

Con una extrema preocupación por la función de la investigación según lo que puede implicar para la práctica determinan que:

“...los investigadores en educación que se interesen realmente en la formación de maestros y que se esfuercen por poner sus investigaciones al servicio de la práctica docente deberían procurar establecer no una ciencia de la enseñanza sino una *jurisprudencia de la pedagogía*. Esta última expresión significa que la actividad del maestro no deriva de juicios científicos sino que, en varios aspectos, se aproxima a las modalidades del juicio jurídico; en otros términos, los saberes pedagógicos tienen algo que ver con los saberes jurídicos.” (Tardif y Gauthier, 2012:342-343).

Como se evidencia, ahora los autores reconocen las investigaciones en la educación siempre que se ajusten a la realidad de la práctica, no obstante, resulta interesante que reconozcan como importantes los juicios del profesor, en tanto que desconozca la enseñanza como objeto de investigación. Detengámonos un momento en lo que entienden por juicio pedagógico visto desde el profesor “...el juicio del maestro también es un juicio social ya que su ámbito de jurisdicción lo constituye la esfera de las interacciones entre el maestro y los alumnos, y las finalidades humanas que persigue la educación.” (p.343). En verdad que esta postura de los autores deja un panorama de mayor incertidumbre dado que se plasma en una entrada de todos los posibles actores a la formación formal de las personas, se entiende la intención de criticar la teoría y las perspectivas que buscan dar orientaciones a la enseñanza disonando de la práctica.

De todas maneras vale hacer de estos autores una última cita que quizá puede mejorar sus intenciones, a saber:



“...clamamos por un plan intermedio de investigación: pensamos que todas las leyes no son científicas; que todos los juicios no son empíricos o lógicos; que todas las formas de racionalidad no están fundadas en la cognición y en la ciencia. El maestro es un actor racional pero su saber y su razón tienen muy poco que ver con las competencias del experto, del sujeto epistémico imaginado por las mitologías cognitiva, cientifista y tecnocrática...En otras palabras, la enseñanza no es una ciencia ni una técnica; pero tampoco es un desorden o la expresión de emociones arbitrarias, ni el ejercicio de la intuición instantánea de lo que vive o “siente” una persona. La enseñanza participa en el orden social, común, público, en el orden creado por los seres humanos activos, orden a la vez contingente y relativamente estable, siempre dado pero también construido, orden de reglas, de normas, y no de orden natural; un orden que exige la participación de los actores, de sus capacidades para crear sentido, para improvisar y para comprometerse con conductas intencionales, para iniciar acciones sensatas, proyectos con intencionalidad.” (Tardif y Gauthier, 2012: 345).

Así pues, bajo este sinnúmero de metacuestiones y transcuestiones se constituye un panorama que se encuentra en todos los sentidos y significados, en los actores que se comprometen en un algo o cosa que no se ubica en un sujeto epistémico pero tampoco en una ciencia, está en la atmósfera de lo social en todo y en nada, sin embargo hay orden e intenciones, la complejidad se complejizó mucho más ya que no se sabe la razón, y da la impresión de que lo razonable ya no es ni lo uno ni lo otro, todo es posible siempre que no se rija por las leyes.

En evidente, que la postura Tardif y Gauthier (2012) no se corresponde con lo que he estado considerando en esta tesis, bueno tampoco es a fin a otras que tienen como presunción el pensar en lo *meta* como punto para pensar en lo que se cierne cuando se analiza al profesor, su formación, conocimiento, enseñanza; los autores, no empero de analizar la idea de profesión lo hacen de forma tan general que no parece existir para la misma un conocimiento especializado, ni siquiera en el de la práctica, a decir por sus planteamientos –por cierto un tanto contrarios en Tardif (2004)- no existe un sujeto epistémico.

Ciertamente, el nivel con que trataron las metacuestiones y transcuestiones corresponde con la creciente negación de la enseñanza como ciencia, cuando hacían referencia a lo hipervisible devenido de las Ciencias de la Educación e identificaban la pedagogía como la que favorecería el tener otra mirada a lo que refleja la realidad pues finalmente no se evidencia cómo podría llegar ésta a escudriñar la práctica sin investigación y la producción de conocimiento teórico que redunde en explicar lo que parece visible a simple vista.

Cabe escribir una última cuestión al referente, que por cierto van en contravía de los constructos teóricos de Bourdieu (2003) para constituir un campo de investigación y que reconozco fundamentales para superar muchas de las cuestiones que Tardif y Gauthier (2012) han expuesto, me refiero precisamente al enunciado que estos últimos hacen en cuanto a que “...el maestro no es un sabio; es decir, su objetivo no es producir nuevos conocimientos, ni incluso conocer las teorías existentes.” (p.340).

Este es pues el panorama general que se puede advertir se ha construido respecto a la idea del metaconocimiento, metadisciplina, metacuestiones/transcuestiones, por parte de algunos autores; en la tabla 5.13 he buscado escribir los elementos más sobresalientes que permitan poder contrastar las posturas. Así pues, en esta tabla se puede encontrar que los autores citados han utilizado los prefijos meta (Bromme, 1988; García, 1998; Zabala, 1999; Porlán y Rivero, 1998) y trans (Tardif y Gauthier, 2012) -columna uno y dos- para dar significado y énfasis –columnas tres y cuatro- a estos prefijos, a partir de los complementos sustantivos-sufijos-: conocimiento, disciplina o cuestiones. En la última columna se han dispuesto otros aspectos que contribuyen a la comprensión de los conceptos en análisis.

**Tabla 5.13:** Algunos usos a la idea de meta-conocimiento/disciplina/cuestiones

<b>Autor (es)</b>	<b>Concepto</b>	<b>Significado</b>	<b>Énfasis</b>	<b>Otros</b>
Zabala (1999)	Metadisciplina	No implica establecer análisis de relación con las disciplinas, se prescinde de las estructuras disciplinares.	Acción escolar para aproximarse a los objetos de estudio desde la realidad global u holística.	Las disciplinas "...no son en ningún momento el objeto de estudio, sino los instrumentos o medios para conseguir los objetivos que se pretendan." (p.29) lo metadisciplinar es una manera de organizar los contenidos.
García (1998)	Metadisciplina	Corresponde a un marco para formular los contenidos escolares que al ser aprendidos cambie la perspectiva epistemológica de los sujetos.	Conocimiento escolar y su implicación en el medio social y en los alumnos	Las ciencias metadisciplinares son difíciles de clasificar en las ciencias tradicionales dada la emergencia del paradigma sistémico-complejo.
Porlán y Rivero (1998)	Metadisciplina	Se instituye como referente de conocimiento deseable progresivo con un alto grado de integración de tipo generalista y de cosmovisión en la práctica de los profesores.	Práctica y evolución del conocimiento del profesor en perspectiva epistemológica	Porlán y Rivero (1998), establecen que los conocimientos metadisciplinares "...son, al mismo tiempo, contenidos profesionales deseables en el máximo nivel de generalidad, y ejes orientadores de la evolución y mejora del conocimiento profesional "de hecho". (p.89).
Bromme (1988, 1994)	Metaconocimiento	Se fragua en la práctica profesional del profesor, no son en esta una yuxtaposición de conocimientos- de la asignatura, pedagogía, psicología y didáctica de la asignatura- sino todo lo contrario están fusionadas.	Práctica y el carácter del conocimiento del profesor	El conocimiento en la práctica no es el mismo conocimiento disciplinar lo cual tiene efectos en la misma. Plantea la necesidad de seguir investigando sobre la didáctica de la asignatura.

Tardif y Gauthier, 2012	Metacuestiones	Devienen y dependen innumerables cuestiones e importantes decisiones, las cuales sobrepasan la enseñanza y la formación de los maestros; demanda la actuación de actores de diversas esferas de la práctica social, de donde se orienta la formación de los actores para intervenir en la misma.	Práctica del profesor en el marco de la práctica social	Los análisis se hacen a propósito de los saberes de las profesiones, las profesiones, la enseñanza, la competencia y las habilidades a propósito de lo que implica en la práctica social.
	Transcuestiones	Las cuestiones sustentan e implican problemáticas, disciplinas, teorías, discursivos, proyectos políticos, ideológicos, socioeducativos y pedagógicos.		

Luego entonces, teniendo en mente las descripciones realizadas tanto en la tabla 5.13 como las escritas anteriormente en cuanto al manejo que se da a estos conceptos, se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Se inclinan para referirse a los contenidos escolares en cuanto a su organización en la realidad global (Zabala, 1999) y a la formación de los sujetos (García, 1999) o para explicitar lo que caracteriza el conocimiento del profesor (Bromme, 1988; Porlán y Rivero, 1998; Tardif y Gauthier, 2012), estos dos últimos autores pueden ubicarse en esta última característica pero además con un fuerte arraigo a asir al profesor a la práctica social, se puede decir que están de cierta forma cercanos a Zabala (1999) con el enfoque globalizador y la complejidad, solo que no hacen alusión a los contenidos.
- Se evidencia, que mientras Bromme (1988) se refiere exclusivamente al concepto metaconocimiento, y Zabala (1999) al de metadisciplina, Porlán y Rivero (1998), hacen referencia a los dos conceptos anteriores. En cambio, García (1999) enuncia que utiliza indistintamente los conceptos de transversal, transdisciplina y metadisciplinar. (p.72). Por su parte, Tardif y Gauthier (2012) hacen uso del concepto metacuestion además del de transcuestion, para referirse a como las metacuestiones atraviesan a las disciplinas.
- Porlán y Rivero (1998); García (1999) y Zabala (1999), en clave del uso de los conceptos relacionados en lo inmediatamente anterior, enfatizan en lo epistemológico para abordar el asunto del cambio de paradigma de las ciencias clásicas al paradigma de la complejidad, lo cual implicaría abordar los contenidos escolares y el conocimiento del profesor, en la idea de lo metadisciplinar/conocimiento, según la perspectiva de cada autor.
- Es posible resaltar que los conceptos en Bromme (1988) y Tardif y Gauthier (2012) tienen sentido en tanto la práctica en la profesión del profesor y, para Porlán y Rivero (1998), para buscar que crezca en las misma y en la experiencia, en tanto para García (1999) y Zabala (1999) el uso de sus conceptos está más en el marco de los contenidos de conocimiento que se pueden manifestar en la realidad escolar.

- Es explícito que Zabala (1999) no entiende lo metadisciplinar como artificio conceptual para establecer relaciones entre las disciplinas. Para el caso de Bromme (1988), Porlán y Rivero (1998), García (1999) y Tardif y Gauthier (2012) se denota que no pierden de vista la razón de ser de las relaciones entre disciplinas.
- No es usual que se haga alusión a lo metadisciplinar, metaconocimiento, metacuestiones, por parte de los autores puestos en análisis, en cuanto a que dichos conceptos puedan ser relacionados desde un campo o disciplina de investigación. A excepción de García (1999) que reconoce las nociones metadisciplinar, transversal, transdisciplinar- "...como comunes a diversas disciplinas y que poseen un fuerte carácter estructurador de los diferentes campos de conocimiento." (p.72).
- Quizá sea posible expresar que Bromme (1988), quien aparece en esta tesis como el primero en acuñar el concepto metaconocimiento al conocimiento profesional del profesor, a partir de dejar preguntas abiertas respecto a qué tanto pueden las asignaturas resolver las dificultades de los estudiantes con el aprendizaje, y si lo que se enseña es propiamente la signatura, además de explicitar la necesidad de seguir investigando sobre la didáctica de la signatura, haya hecho entender que el conocimiento del profesor corresponde al de la didáctica.

Por lo que hasta este momento he desarrollado en esta tesis doctoral en este capítulo y en los capítulos III y IV, de manera razonada puedo colegir que el conocimiento del profesor es metadisciplinar pero además lo entiendo en el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. El afirmar que es metadisciplinar –metaconocimiento: lo entiendo como devenido de lo metadisciplinar- no quiere decir que está en todas las ciencias, ya sea en el sentido general entendido por Tardif y Gauthier (2012) mediante uso de la noción de transcuestion –que las atraviesa a todas, o en ciencias más particulares, como ya lo he expresado en el capítulo IV: ciencia (s) de la educación –en plural, Zambrano (2002), en singular, Marín-Díaz y Noguera (2011), Ruiz (2013)<sup>56</sup>-, ciencia de la educación humanas (Pacios, 1980), ciencias sociales (Camilloni, 2008). Tampoco que su conocimiento es más que nada práctico y resultado de la experiencia (Elbaz, 1981; Clandinin, 1985; Schön, 1992; Fenstermacher, 1994; Stenhouse, 1998; Cochran-Smith y Lytle, 1999; Tardif, 2004), ni que su disciplina es de carácter práctico (Porlán, 1998).

Encuentro que las didácticas y las pedagogías como ciencias no se encuentran ancladas a las disciplinas que son objeto de su investigación –por ejemplo: matemáticas, biología, química, biotecnología, bioquímica, etc.- no serían objeto de investigación las disciplinas *per se* sino su enseñanza, es decir, de estas disciplinas se pueden abstraer objetos para enseñar al igual que para investigar. Mejor dicho en mí entender, las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* serían el punto de partida y medio para alcanzar el aprendizaje de los estudiantes al igual que es desde donde se formarían ontológica y epistemológicamente al profesor. Esto *no niega la función* que tienen los distintos objetos de la química, física, biología, matemática, etc., en la enseñanza, solo que esta no los pone *per se* ya que ésta los transforma para hacerlos posibles de aprender. Así tampoco *se podría negar la función* que cumplen las didácticas en tanto enseñan la química, biología, etc.

---

<sup>56</sup> No sobra resaltar que Ruiz (2013) ha preferido hacer más que nada alusión a un campo teórico de la educación.

Lo metadisciplinar entonces no tendría por qué negar la disciplinariedad didáctica y pedagógica desde la cual se pueden trabajar los objetos de enseñanza que concurren en estas. Como tampoco recíprocamente estas disciplinas entran en contrariedad con el metaconocimiento que las configura. Reconociendo que cada didáctica, tabla 5.1, y pedagogías, tienen sus propias particularidades, concibo que la metadisciplinariedad es posible de abordar desde cada una de estas en el territorio de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, el cual es a su vez metaconocimiento. Razón tenía Bachelard (2010:251) “Cuanto más numerosas son las relaciones del objeto con otros objetos, tanto más instructivo es su estudio.”

Pero... ¿es posible pensar en unas ciencias metadisciplinarias? Considero que unas páginas atrás ya había reseñado este asunto con García (1998), pero que me permito destacar una vez más parte de la cita que responde al cuestionamiento: “Existen ciencias “interdisciplinarias” y “metadisciplinarias” de muy difícil ubicación en la clasificación tradicional de las ciencias (ecología... ciencias de la educación, ciencia del caos, etc.).” (p.36). Ahora, ¿una didáctica, por ejemplo, la de las matemáticas, podrían ser entendidas como metaconocimientos? Encuentro con Bromme (1988) que el cuestionamiento puede ser ya resultado. Este autor ya reflexionaba:

“- *Metaconocimientos*. Pero ¿qué estructura el trato con este tipo de conocimiento? ¿Qué posibilita una cierta coherencia, qué permite el mantenimiento de tan diferentes tipos de informaciones como las aquí mencionadas? Es conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos respecto a la escuela y la asignatura, respecto a los fines y objetivos que han de conseguirse... podemos definir el metaconocimiento como la filosofía del profesor en cuanto a las matemáticas y la enseñanza.” (p.25)

Aún más, Bromme (1988) teniendo en mente la dificultad para enseñar las matemáticas, claramente expresa lo siguiente:

“Lo que desde el punto de vista de la ciencia matemática aporta claridad no es suficiente para facilitar la comprensión de los alumnos. Sospechamos que en semejantes discrepancias estriba una notable fuente de tensiones profesionales. Ese sería por ejemplo el caso cuando los profesores toman los criterios de la disciplina científica que imparten como única orientación para sus clases. Cuando entonces la clase resulta incomprensible para los alumnos, se producen tensiones emocionales. Por tanto es importante reconocer las diferencias relativas a los diversos tipos de conocimientos. [El autor expresa que sigue cita parte de la propuesta de los conocimientos de Shulman (1986): conocimientos de matemáticas, conocimientos curriculares, conocimientos sobre la clase, conocimientos sobre lo que los alumnos aprenden]” (p.25, 26)

Las ciencias en la que pienso tienen sus propias teorías, significados de conceptos, epistemologías, miembros. El metaconocimiento del profesor subyace en un territorio académico propio en el que se tratan sus problemas y objetos de investigación, al que llega el capital simbólico, en el que se fraguan tensiones, en el que pueden analizarse las presiones de otros territorios –académicos o de Estado-, en el que se forman los profesionales e investigadores de la enseñanza. Entiendo que el profesor se debe formar en sus propias ciencias, el hecho de que su conocimiento tenga conocimientos de otras disciplinas, como puede ser usual en la actualidad en otros campos (García,

1999), no quiere decir que no tenga su propia epistemología y objeto social profesional: enseñar. El expresar el aspecto social no quiere decir que su objeto devenga de lo social como acuciosamente Camilloni (2008) y Tardif y Gauthier (2012) quisieron vincular a la enseñanza. Es claro que las profesiones tienen una razón de ser social y que sus conocimientos tienen una aplicación en la misma, pero su objeto de investigación deviene de un territorio de investigación que avala la especificidad y la idoneidad del conocimiento profesional.

La relación directa de los profesionales, en este caso del profesor con lo social y con personas humanas, pues le da toda la razón de ser una profesión que busca mantener la vida (Spencer) y aportar para su desarrollo, en el caso de los profesionales de la enseñanza, el desarrollo intelectual y afectivo de las personas.

En relación con las características del conocimiento de los profesionales, Bromme (1988) ya reconocía que son eclécticos y "... contienen elementos procedentes de diferentes disciplinas, cuando los problemas que hay que resolver atraviesan varias disciplinas." (p.21), aspecto que visto desde la concepción rígida, pura, dura de las disciplinas, pues no era tolerable, por lo que el conocimiento de los profesionales no era percibido en una disciplina o ciencia (s), razonando, si el conocimiento de una disciplina no se concebía resultado del conocimiento resultado también de otras disciplinas, pues el conocimiento de las profesiones no responde al de las disciplinas.

Por el hecho de venir de varias disciplinas el conocimiento de los profesionales, se suele pensar que no devienen las profesiones de una disciplina, esto es análogo a la concepción respecto a que el conocimiento disciplinar no tenía relación con otras disciplinas. Pero pues ya se pudo explicitar que ello no es del todo cierto, como tampoco se podría asegurar que una disciplina no tenga tal estatus epistémico, por el hecho de estar abierta a la recepción de conocimientos de otras disciplinas. Seguramente que hacerlo la pondría en el plano de realizar análisis inter o transdisciplinarios, pero no la desterritorializaría siempre que mantenga su objeto (s) y cierta estructura que blinde al campo de las presiones del Estado y de otros territorios, esto no deja de plano aislado el campo de lo externo, todo lo contrario internamente se debe estar alerta a los avatares para, según sea la injerencia en el mismo, tomar postura. Es lo que básicamente Bustamante (2013) ya pensaba respecto a que hablar de autonomía no podría hacerse exclusivamente en relación con lo interno sino que necesariamente es posible pensar en lo exterior. Bourdieu (2003) lo plantearía en términos de niveles de autonomía.

Quizá esta lógica no es tan actual, ya finalizando la primera mitad del siglo XX Bachelard (2009:47) enunciaba que "Un conocimiento particular puede perfectamente *exponerse* en una filosofía particular, pero no puede fundarse sobre una filosofía única; su progreso implica aspectos filosóficos variados." Es decir, la complejidad que se cierne no puede ser reducida a pensar que los campos de investigación no se nutren de otras lógicas devenidas de otros campos de conocimiento en los que se han configurado estructuras de conocimiento sofisticadas.

Entiendo que las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* son un territorio de investigación, de tradición académica, que se ha venido constituyendo por siglos a un ritmo muy lento si se comparan con otras - por ejemplo: la física, la química, la biología-, a razón de los obstáculos epistemológicos para

entender su lógica de investigación y naturalizar sus propios objetos. Es decir, su devenir como ciencias ha estado puesto en clave de otras ciencias y de los Estado mayoritariamente, su heteronomía ha sido la constante, las Ciencias de la Educación es quizá el dispositivo que más ha afectado la constitución de las disciplinas de la pedagogía y la didáctica, además de no haber avizorado el o los objetos que emergían de su especificidad y no la de otras instancias académicas.

Cobra entonces sentido el anuncio que Schön (1992) hacía sobre la desconfianza que se había generado sobre el conocimiento de los profesionales, lo cual también afectaba a las universidades que los formaban dado que los profesionales eran ineficaces en la práctica, faltos de ética. En el caso del conocimiento del profesor esta independencia entre las disciplinas y la profesión, a la vez que de la formación y el conocimiento profesional en la práctica, deja en evidencia una fractura entre la teoría y la práctica. Lo cual se hace evidente en el conocimiento que el profesor pretende enseñar para que alguien lo aprendan, que se caracteriza por ser el de las Ciencias Naturales, pero que no resulta ser en verdad el conocimiento enseñado. El considerar, en general, que el conocimiento de las disciplinas no se estable en la acción profesional, que este se adquiere con la práctica, o aún más que el conocimiento profesional se configura en disciplinas o ciencias distintas a las didácticas y pedagógicas, es un asunto que debe someterse a examen por parte de los investigadores de las didácticas y pedagogías.

Bromme (1988) reconociendo que el conocimiento del profesor es resultado de varios conocimientos –de la asignatura, de pedagogía, didáctica de la asignatura- que se expresan en la práctica no es indeciso en denominar el conocimiento del profesor como metaconocimiento. Deja expresada la necesidad de continuar investigando la relación de la teoría y la práctica así como de las disciplinas. Como ya he explicitado, se pueden evidenciar varias tendencias de investigación sobre el pensamiento-conocimiento del profesor de ciencias, tabla 5.11, que han sido abordadas y nutridas por varios autores.

Es difícil no reconocer que el conocimiento del profesor es metadisciplinar, pero también es difícil desligar que si se hace referencia a que el profesor es profesional solo lo sea como resultado de la práctica y no de un territorio académico específico que lo forme como profesional. De no hacerlo se reincidiría en lo que ya Schön (1992) ha expresado en cuanto a la dicotomía entre la práctica y la teoría. Se reiteraría en la tendencia de vincular como profesionales a otras profesiones para la enseñanza. De continuarse con las investigaciones en las pedagogías y las didácticas, y de reconocerse para estas sus propio territorio académico, lo más probable es que todo lo que se enseñe provenga de las disciplinas que se dedican a investigar la enseñanza y el aprendizaje, y otros objetos derivados de las mismas en el territorio de las ciencias que sustentan el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias.

Dado que han emergido varias didácticas, que corresponden a los posibles campos que se enseñan, comprender a todas estas y las pedagogía dentro de un territorio académico común –*Ciencias Didácticas y Pedagógicas*-, sin que existan jerarquías entre las misma, daría paso para que el conocimiento fluya de acuerdo a la dinámica que se gesticione dentro del territorio. Es decir, no se pensaría en que existen didácticas específicas o particulares y una general, existen campos de investigación que en su conjunto convergen en problematizar la enseñanza, el aprendizaje, el

currículo, la cultura, lo político, lo social, la evaluación, el género, etc., muy a propósito de su territorio académico, no el de otras ciencias.

Los programas de formación de profesionales, cualquiera que sea, a través de sus profesores legan conscientemente o inconsciente a sus estudiantes una cultura académica que tiene asidero en la disciplina de conocimiento en las que los forman. Pronto estos profesores serán quienes lleven, mediante su acción profesional, la naturaleza del conocimiento que les enseñaron en la universidad. Dependiendo la formación que haya recibido el profesor, desarrolla maneras particulares de pensar el mundo y el conocimiento, de interactuar y actuar en el mismo, y de buscar hacer de su enseñar una coherencia con quien aprende.

Considero que los autores que han abordado la idea de meta conocimiento/disciplina/cuestiones, tabla 5.13, han aportado a la fundamentación y a dialectizar posturas tradicionales sobre las disciplinas, y el conocimiento que sustentan, a repensar al profesor y su conocimiento, los contenidos de enseñanza, el papel de lo social, la globalidad y la complejidad. En concreto, recojo los planteamientos de Porlán y Rivero (1998) respecto a lo que caracterizaría el conocimiento metadisciplinar deseable del profesor *-perspectiva evolutiva y constructivista del conocimiento; perspectiva sistémica y compleja del mundo; perspectiva crítica-* pero no reconozco en lo ontológico ni en lo epistemológico que el campo de conocimiento del profesor sea por antonomasia práctico, no niego la razón de ser de la práctica para las investigaciones en pedagogía y didáctica, para las teorizaciones, pero entiendo que precisamente estas últimas deberían ser el punto para la formación profesional inicial de profesor en el conocimiento metadisciplinar didáctico y pedagógico, ya sea de la biología, biotecnología, química, matemáticas, etc.

Luego entonces, el profesor se forma como profesional, en un conocimiento específico, no en su *desarrollo profesional* en la práctica sino desde su *formación profesional inicial en la didáctica y la pedagogía*, esto sin desconocer lo que representaría también la práctica para poner en juego las teorías, no de la biología, química o biotecnología sino las devenidas de las didácticas y pedagogías según sea la disciplina. Esto pasa entonces por pensar en las características metadisciplinarias de los contenidos, como señala García (1998) “...el conocimiento metadisciplinar es útil para dar un cierto sentido al tratamiento de los objetos de estudio, y para establecer el grado de complejidad en el que deben ser formulados los contenidos para que puedan ser aprendidos.” (p.72). Así también, la perspectiva de Zabala (1999) es relevante en tanto que los contenidos no se supeditan a la lógica de la disciplina a enseñar.

No me detendré más, solo dejaré las siguientes preguntas que Venville, Rennie y Wallace (2012) han expuesto, y que ponen en consideración al referente de hacia dónde se debería dirigirse el conocimiento que se enseña en las escuelas a propósito de que las ciencias tradicionales dejan de ser vista *per se*:

“La pregunta importante es sobre el grado en que podemos abandonar la ciencia como una disciplina coherente, bien aislada y establecida, que ofrece a los estudiantes un profundo marco de conocimiento y procesos en los que basar su aprendizaje...Está la ciencia de la escuela bajo la amenaza de la integración curricular y nuevas visiones del mundo,



holísticos? ¿Cómo puede la ciencia coexistir como una materia en la escuela con enfoques más holísticos para la enseñanza y el aprendizaje? ...” (p.747)

Pareciera que las respuestas podrían estar iluminadas por los planteamientos de García (1998); Porlán y Rivero (1998); Zabala (1999), y de cierta forma, aunque no las reconozco para el caso del profesor, en torno a lo que dibujaron Tardif y Gauthier (2012) en términos de complejidad: metacuestiones y transcuestiones.

## **CAPÍTULO VI: EXAMINANDO LA BIOTECNOLOGÍA Y LA EDUCACION EN BIOTECNOLOGIA**

Las diversas especificidades en las que se puede encontrar el conocimiento al igual que los diferentes objetos que lo constituyen, evidencia la explosión de investigaciones que se han dado durante los últimos dos siglos, dejando a finales del siglo XX e inicio del XXI un sin número de contingencias que se mueven dentro de las aguas de la complejidad, globalización y capitalismo. Las disciplinas, sus relaciones y su devenir en la constitución ontológica y epistemológica del mundo, sus tensiones y presiones, es la lógica que predomina, parece que el conocimiento de las disciplinas está tomado un poder tal que parece imprescindible no caer en una mirada que involucra en control de lo vivo y de la vida, esto sin que necesariamente existan disciplinas que no investiguen lo vivo y/o la vida como objetos, es decir, estas utilizan el conocimiento de las disciplinas que si tienen tales objetos o se aproximan a ellos, por lo que sus perspectivas de pensamiento tienen elementos de estos.

Por las amplias aplicaciones que ahora usualmente tiene la producción de conocimiento, el capitalismo, la lógica del mercado han hecho que los conocimientos adquieran un valor nunca antes pensado, las especialidades y profesiones en todos los campos del conocimiento se dividen y subdividen cada vez más con el fin de poder responder a las exigencias e impulso mundial del cual parece a los Estados les es difícil, sino es que imposible, salir del andamiaje que cada vez se vuelve más exigente en cuanto a la producción de conocimiento y su aplicación conducente al desarrollo económico de sus países.

Es un hecho la importancia que la educación tiene en los países, no obstante, se vislumbra que hay sombras que no dejan ver el rostro que ésta debe tener para la formación de las personas, en especial la “educación científica” y la educación en ciencias parece ser puesta a disposición de las economías *per se*, más que al servicio de la humanidad, por lo menos para el caso de la educación en biotecnología. El conocimiento que concurre a los sistemas de educación parece circular de forma poco situada en su naturaleza epistemológica, histórica y filosófica –lo cual no quiere decir que se tenga que enseñar *per se*-, de hecho la didáctica y la pedagogía parecen permanecer ausentes, existe la inclinación a “transmitir y recibir” contenidos científicos sin menoscabar la complejidad que de fondo existe, y con ello las posibles dificultades para la enseñanza y aprendizaje, en el caso que atañe a esta investigación: la biotecnología.

El estudio que sobre el aprendizaje y enseñanza, entre muchos otros, se ha realizado durante varias décadas, fundamentalmente desde la segunda mitad del siglo XX, ha dibujado la aproximación a la dinámica que tienen los conocimientos tanto para quien aprende como para quien enseña dependiendo el contexto, lo que se busca con el conocimiento y la formación de los futuros, o ya, ciudadanos. Así pues, en términos muy generales se puede expresar que el conocimiento es situado, construido y desarrollado bajo y sobre variados condicionamientos locales y globales, al igual que de disciplinas, que generan particularidades de educación, política, cultura y de sociedad.

Atendiendo a esto y al último apartado del capítulo V, se puede manifestar que el conocimiento que el profesor de ciencias debería *enseñar* sobre la biotecnología se plasma en la idea de un metaconocimiento que descarta los reduccionismos, determinismos, absolutismos y fragmentación del conocimiento, propendiendo por abordar la complejidad, lo ideológico y lo epistemológico desde las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, en general, y en específica, de la didáctica de las ciencias.

La aproximación a la radiografía de lo que ha acontecido en la educación en biotecnología, y cómo ésta deja de presente que el profesor y su conocimiento profesional didáctico, y la pedagogía, no son reconocidas como un territorio académico propio desde donde se abordan objetos específicos de investigación: enseñanza, aprendizaje, currículo, etc., es justamente resultado de los referentes de conocimiento de quienes realizan dichos estudios, ya que en buena parte devienen de campos de conocimiento distintos a los de la didáctica y pedagogía.

En el capítulo I ya se expusieron algunos elementos atinentes a la biotecnología, su relación con la educación y el conocimiento del profesor, sobretudo, buscando especificar el caso de Colombia, todo ello puesto en la perspectiva del planteamiento del problema de investigación de esta tesis. En este capítulo que sigue se continuará exponiendo otros elementos que amplían el panorama, siendo estos oportunos para ilustrar cómo el estado de desarrollo del conocimiento biotecnológico tiene fuerte incidencia en la educación.

Se verá que indudablemente enseñar ciencias, por lo menos en lo que tiene relación con la enseñanza de la biotecnología, demanda una formación que no corresponde en esencia a las Ciencias Naturales sino a lo que he buscado nutrir y argumentar como *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* en el entendido que de allí deviene la lógica, discurso y objetos de estudio, de acción profesionales del profesor de ciencia y su conocimiento metadisciplinar como espero haberlo hecho

explícito, más que nada, en el último apartado del capítulo V. En este sentido, no es a partir de la biotecnología *per se* que la enseñanza tiene sentido, todo lo contrario, es a partir de la enseñanza como objeto de acción profesional y de investigación fundante en la didáctica y la pedagogía, que sería se fundamentaría el pensamiento-conocimiento profesional del profesor de ciencias.

Para dar cuenta de este capítulo he desarrollado los siguientes apartados, a saber: se inicia con el abordaje de la epistemología de la biotecnología teniendo en cuenta el explicitar aspectos que orientan situarla en un territorio académico de la biología, así también se realiza una aproximación a la historia –eventos- de la biotecnología (Malajovich, 2012) y de la biología molecular (Claros, 2003), fundamentalmente desde estos dos autores. Además se aluden a algunas tensiones y presiones entre los campos de la bioquímica, la biología molecular, la ingeniería genética y la biotecnología, que se fueron generando bajo ciertas condiciones y circunstancias a propósito de los avances en la investigación sobre lo vivo y su manipulación. Luego se presentan los alcances de la biotecnología, para lo cual se ponen de manifiesto lo que las aplicaciones han implicado en tanto cambio de paradigma, se destacan los dilemas que han generado los organismos modificados genéticamente (OMG) y se plantean las relaciones que la biotecnología desencadena en cuanto a la biopolítica y el biopoder.

Se continúa con la presentación de las características, en un primer momento, de las 181 publicaciones seleccionadas sobre educación en biotecnología (1987-2013) en cuanto a los años en que se realizan las publicaciones, países, nombres de las revistas, idiomas y autores. En un segundo momento, se alude a las características de 48 artículos seleccionados de la muestra anterior, que tienen como sujetos de estudio a los profesores, para la caracterización se tienen en cuenta los aspectos establecidos para los 181 publicaciones anteriores; se realizan además análisis a los contenidos de los artículos en cuanto a las preguntas y objetivos de investigación, metodologías, resultados y sugerencias, el análisis de estos contenidos de aborda acorde a categorías y subcategorías emergentes de los mismos contenidos de los artículos, como se podrá comprender en la tabla 6.2. Finalmente se ponen de relieve elementos clave, encontrados durante el desarrollo de la tesis, que puedan favorecer la comprensión de la posible enseñanza de la biotecnología en Colombia.

## **1. Estatuto epistémico de la biotecnología**

### **1.1. Una primera aproximación**

Por las características del conocimiento de la biotecnología, se puede afirmar que éste, al igual que otros conocimientos emergentes de por lo menos la segunda mitad del siglo XXI que devienen en forma de híbridos epistémicos, tiene raíces *de* varias disciplinas de conocimiento que le significa poder tener una mejor comprensión del fenómeno, problema u objeto (s) que le pueden subyacer como campo de investigación. En el razonamiento que prosigue en este apartado no será entonces ajeno tener en mente las propiedades desarrolladas en el capítulo III sobre los conceptos de disciplina, campo, territorio, incluso en parte, lo último planteado en el capítulo V sobre el metaconocimiento, solo que en este apartado buscaré disponerlo para el caso de la biotecnología, y no para el de la didáctica y pedagogía. Aunque en verdad por las tres tesis planteadas en esta

investigación, al igual que por los objetivos y planteamiento del problema, la enseñanza del conocimiento biotecnológico tenga la característica, valga decirlo ya, de un metaconocimiento que se configura a partir de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, las cuales sustentan el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor, que como se recordará es también metaconocimiento. Es decir, estoy considerando que tanto estas ciencias como la biotecnología son metaconocimientos.

Escribir sobre la epistemología de la biotecnología es ante todo un asunto en el que se denotan tensiones y presiones que han hecho que sobre la misma existan confusiones frente a las características de su (s) conocimiento (s) y de su constitución bajo un territorio académico propio. Asunto pues, que se puede declarar es casi *sine qua non* a la evolución, quizá sea mejor escribir revolución, de las ciencias, cualquiera que estas sean (Sociales, Humanas, Naturales, Económicas, etc.). Ciertamente, a la biotecnología le subyacen conocimientos de diversa naturaleza que se relacionan y tienen conexión variados sectores de la vida.

Como lo señala Díaz (2005) la biotecnología es tanto "...conocimiento científico intensivo y profunda e íntimamente comercial; mirar cada uno de los aspectos separadamente es parcializar o empobrecer esta importante y creciente tecnología." (p.12). Este campo es un espacio en el que se ponen en juego diversas perspectivas de investigación y poderes –políticos, académicos, económicos- fraguados en los Estados que tienen en sus manos el control de la vida y de lo vivo. La mirada reduccionista sobre el conocimiento, su producción y naturaleza se torna obsoleta para este campo, más todavía si se tienen en cuenta las implicaciones y aplicaciones del mismo en el mundo.

Es evidente que el conocimiento biotecnológico no surge por sí solo, tampoco la biología molecular y la ingeniería genética, sino que tiene como base conocimiento de varias disciplinas fundamentales –matemáticas, física, biología y química, por lo menos, y sus posibles interrelaciones- que han dado saltos insospechados en cuanto a explicar y entender el comportamiento de algunos fenómenos naturales. Otras disciplinas en cambio han sido importantes para poder comprender la dimensión de la biotecnología: filosofía, historia y sociología, especialmente.

No obstante, la disciplina que puede corresponder a la concreción del campo biotecnológico es la biología *per se* que tiene fuerte correlación con la física y la química en tanto contribuyen a explicar el fenómeno de lo vivo desde el núcleo de la célula y su información genética contenida en estructuras bioquímicas.

Al referente, Reissig (1983) razonaba...

"...si bien la explicación de los procesos biológicos puede y debe hacerse en términos químicos, estos procesos químicos están integrados de tal manera en los organismos vivos que adquieren propiedades nuevas, impredecibles en términos de las leyes químicas, y que configuran leyes puramente biológicas. Así, el comportamiento del ADN se rige por las leyes químicas, pero cuando actúa en el nivel biológico no es posible entender su "texto" sin tener en cuenta las leyes biológicas de la evolución. La situación es similar a la que

existe entre la física y la química, o entre la biología y la sociología, etc. El problema de en qué medida es posible explicar lo que ocurre en un nivel de integración en términos de lo que ocurre en otro nivel ha interesado mucho a la filosofía del conocimiento y a los biólogos en particular.<sup>(7)»<sup>57</sup></sup> (p.32)

Schrödinger (1944), luego de hacer un repaso por la teoría cuántica, la termodinámica y el papel que tiene la estadística en clave de éstas, y al compararlas con los avances que hasta ese momento había alcanzado la biología en cuanto a los mecanismos de la herencia –cromosomas, división celular por mitosis y meiosis- y las mutaciones, a propósito de la pregunta “¿Cómo pueden la Física y la Química dar cuenta de los fenómenos espacio-temporales que tienen lugar dentro de los límites espaciales de un organismo vivo?” (p.1), manifiesta que, debido a la lógica que mantiene lo vivo:

“Hoy en día, gracias al ingenioso trabajo realizado durante los últimos treinta o cuarenta años por los biólogos, especialmente por los genetistas, se conoce lo suficiente acerca de la estructura material y del funcionamiento de los organismos para afirmar que, y ver exactamente por qué, la Física y la Química actuales no pueden explicar lo que sucede en el espacio y en el tiempo dentro de un organismo vivo.” (p.1)

No obstante lo anterior, no deja de subrayar primero que “*La evidente incapacidad de la Física y la Química actuales para tratar tales fenómenos no significa en absoluto que ello sea imposible.*” (p.1). Como se entiende, el físico Erwin Schrödinger, si bien reconoce que la química y la física adolece de explicaciones sobre el funcionamiento de los organismos vivo y que estos serían mejor explicados desde la biología, deja abierta de todas maneras la posibilidad de que estas disciplinas puedan llegar a hacerlo.

Con lo anterior se pone de relieve la presión que se ejerce entre disciplinas que se puede decir son muy cercanas en tanto estudian fenómenos naturales pero que sin embargo cada cual tiene sus propias lógicas para explicar sus objetos. Desde luego que para abordar con mayor profundidad y amplitud tanto las presiones como las tensiones en y entre estas disciplinas se podrían abrir análisis desde otras disciplinas tales como la historia, filosofía, sociología y antropología de las ciencias, en términos más generales de la epistemología de las ciencias que como se ha presentado en otros capítulos tiene aportes de varios autores (Lakatos, 1993; Kuhn, 2001; Feyerabend, 2008; Bachelard, 2010; Popper, 2011). No es la intención desplegar el transcurrir de la historia y filosofía de la biología como ciencia (Coleman, 2002; Mayr, 2006; Diéguez, 2012) ni cómo se han gestado las luchas para instituir “sus propios linderos epistemológicos”, alejados especialmente de la lógica y gramáticas de otras ciencias, la física y la química, especialmente.

No obstante, es oportuno escribir solo a manera de ilustración las diferencias que Diéguez (2012) ha encontrado como reiterativas en cuanto a comparar la biología respecto a la física y la química:

“(1) No hay leyes en biología, en especial no hay leyes de la evolución (tesis de la contingencia evolutiva).

---

<sup>57</sup> “(7) NOVIKOFF, A.B. “The Concept of Integrative Levels in Biology”, *Science*, 101, 209 (1945).” (Reissig, 1983:65)

- (2) En muchas áreas de la biología (paleontología, sistemática, etc.) no es posible la experimentación y han de emplearse otros métodos, como el método comparativo, que no tiene cabida en la física.
- (3) Los sistemas vivos son sumamente complejos, lo cual dificulta su estudio en función de pocos principios básicos.<sup>2</sup>
- (4) El grado de matematización en las teorías biológicas es escaso.
- (5) La biología recurre a explicaciones teleológicas e históricas, mientras que éstas han sido ya descartadas en la física y la química.”<sup>58</sup> (p.21)

Con estas características entonces la biología toma cierta distancia de otras ciencias –la física y la química son las más documentadas- que han propendido por hacer que las investigaciones sobre los seres vivos se realicen bajo sus lógicas científicas, nada raro que existan tales acciones de dominio y control, a veces de imposición –dogmas- entre las “comunidades” de investigadores en tanto producción de conocimiento bajo ciertos paradigmas. No sobra expresar que Mayr (2006) es uno de los autores que más ha abordado el razonamiento argumentado al referente de que la biología es una ciencia autónoma. En todo caso, y atendiendo a la cita que he realizado sobre Reissig (1983), en cuanto a que el fenómeno vivo tiene sus raíces en la biología –de cierta forma también Schrödinger (1944)-, no obstante de tener fuerte sustento en la química. Vale manifestar desde ya, muy a propósito del siguiente apartado, que considero que la biotecnología tiene sus fundamentos en la biología y no en otras ciencias o tecnologías, sin desconocer los aportes de conocimiento de éstas.

## **1.2. La biología como territorio de la biotecnología**

Ciertamente la biología con todas las fluctuaciones que a lo largo del tiempo ha tenido y con lo que representa en la actualidad por las revoluciones científicas atinentes a esta, ha desencadenado cambios en la manera de percibir la vida y lo vivo. Ha pasado de ser (Reissig, 1983) esencialmente descriptiva, al clasificar plantas y animales de manera macroscópica a la observación microscópica minuciosa, al indagar la estructura fina de los tejidos evidenciando que dichos tejidos se componen de células, a ser una biología moderna que ha “...reivindicado con creces el principio de la simplicidad de la naturaleza...” (Reissig, 1983:5).

Brevemente, cabe poner de relieve que Mayr (2006) explícita que la biología se mantuvo durante buen tiempo atada a la “...filosofía basada en una fuerza tan oscura como la *vis vitalis*.” (p.16) o a la filosofía tradicional de la ciencia “...que estaba íntegramente basada en la lógica, la matemática y las ciencias físicas...que habían adoptado la conclusión de Descartes de que un organismo no era otra cosa que una máquina.” (p.16). Por lo que declara: “Este cartesianismo me deja totalmente insatisfecho, lo mismo que el saltacionismo...” (Mayr, 2006:16). No sobra destacar que el autor reconoce que el desarrollo de la biología tiene su surgimiento desde el siglo IV a.C. con Aristóteles, quien “...había hecho notables contribuciones a la biología, en especial acerca de su metodología y sus principios.” (p.33)

---

<sup>58</sup> El pie de página destaca “2. A. Rosenberg (1994) ha señalado que, dada la complejidad de los fenómenos biológicos y la limitación de nuestras capacidades cognitivas, las teorías biológicas no pueden ofrecer una descripción de los procesos causales reales que intervienen en la evolución y han de interpretarse, pues, como meros instrumentos o recursos heurísticos. Pero esta no es una tesis ampliamente discutida.” (Diéguez, 2012:21).

Según Mayr (2006) el surgimiento de la biología moderna tuvo lugar en un periodo de tiempo de doscientos años, "...entre aproximadamente 1730 y 1930 presencié un cambio radical en el marco conceptual..." (p.42). Sin embargo, manifiesta que fue en el siglo XIX, en un intervalo de cuarenta años que la biología tuvo su mayor florecimiento como resultado de la elaboración de nuevos constructos, y que debido a las implicaciones y aplicaciones de estos se pueden entender expeditamente como parte de los grandes hitos que sirvieron en la constitución de la biología en su propio territorio académico, a saber, mediante los nombres y fechas siguientes:

"K. E. von Baer (1828), embriología; Schwann y Schleiden (1838-1839), citología; J. Müller y Bernard (décadas de 1840 y 1850), fisiología; Darwin y Wallace (1858-1859), evolución; y Mendel (1866; 1900), genética. La biología se desarrolló como una rama aparte de la ciencia durante este lapso de tiempo de cuarenta años. Pero no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX que la biología adquirió autoridad entre las ciencias." (Mayr, 2006:18)

Diéguez (2012) reconoce que en el siglo XX los avances de la biología "...han sido tan espectaculares como los de la física..." (p.17) para este autor son dos los logros: la Teoría Sintética, que integra la genética mendeliana y el darwinismo, y el surgimiento de la biología molecular, como consecuencia del descubrimiento de la estructura molecular del ADN, propiciando avances teóricos, empíricos y prácticos. Alrededor de esto último, quizá se pueda advertir que la biotecnología sea otro de los hitos que en conjunto con los otros desarrollos de conocimiento en la biología han aportado de manera vertiginosa no solo a la comprensión de lo vivo como objeto de estudio sino que además ha iniciado un cambio de paradigma sobre el mismo y sobre la vida. Es claro que los hitos teóricos declarados por Mayr (2006) y los de Diéguez (2012) han llegado a ser complementos, contribuyendo a las explicaciones sobre la complejidad de los seres vivos.

Expresando cómo la biología se fue estructurando y diversificando en una estrecha relación con la medicina durante el siglo XIX, Coleman (2002) enuncia que:

"Las ciencias se estaban volviendo especializadas, exactamente cuando la biología se definía a sí misma como una profesión. Botanista y zoólogo ya eran designaciones especializadas. Muchas más habrían de agregarse: fisiólogo (en el sentido no médico), histólogo, embriólogo, paleontólogo, biólogo evolutivo, bacteriólogo y bioquímico. Este proceso ha continuado hasta el siglo XX, sin disminuir el paso." (p.15)

Estos escenarios de estudio y otros –anatomía, microbiología, endocrinología, neurología, etc.- estuvieron relacionados bajo categorías tales como estructura, forma y función, buscando explicar procesos vitales de los seres vivos: respiración, nutrición, excreción y similares (Coleman, 2002). Como no podía ser de otra manera, el escalamiento del territorio académico de la biología como ciencia también estuvo marcado por el posicionamiento de su conocimiento en las universidades a través de sus miembros a la vez que por la producción del capital simbólico, y alcance en estructura física y materiales de laboratorio. Al referente, Coleman (2002) subraya algunas características, como son:



“...posiciones universitarias para el maestro y, no menos importantes, para sus estudiantes; laboratorios con instrumentos adecuados y suministros para instrucción e investigación; creación de organizaciones profesionales y de periódicos y otras publicaciones especializadas; aumento continuo de las colecciones de museos y nuevos descubrimientos en la flora y fauna...” (p.20)

El transcurrir de la biología, se puede decir, ha pasado de unas perspectivas esencialista –tipología-, simple, reducida y determinista a una compleja. La razón de ser de la biología además de ser producto de las tensiones también es el resultado de las presiones de otros territorios no solo académicos sino también de los Estados, de la sociedad, de la cultura, etc. La biología, como todas las ciencias y disciplinas, está en una constante de coexistencia con el exterior, del equilibrio con el interior depende su dinámica. Fourez (2006) ya destacaba que “Para que exista el nacimiento de una disciplina las condiciones intelectuales no bastan.” (p.87). Para esto explícita que “Es preciso, por ejemplo, que las investigaciones “candidatas” a convertirse en el centro de una disciplina estén en el cruce de diferentes grupos sociales de forma que, ante ellos, tenga que adquirir cierta autonomía.” (Fourez, 2006:87).

Detengámonos un momento para dejar explícito como las ciencias –territorios académicos- no son solo pensados –cuando ya han emergido-, así mismos, sino que son existentes para un Estado, es decir para otro territorio que usualmente tiene otros intereses no tan académicos, sino más bien económicos. Ciertamente, en una perspectiva general de la ciencias, específicamente de la Ciencias Naturales, y lo que concierne a su continúa relación con los Estados y con sus dimensiones que los instituyen bajo ciertas políticas, es prominente el significado que adquiere el conocimiento, su producción, ya que como lo expresa Murillo (2012) su desarrollo tuvo –tiene- “...importancia capital para la expansión de los Estados más poderosos del mundo...” (p.93).

Solo con el fin de no dejar de poner de relieve el sentido histórico de lo anterior, ya que deviene de varios siglos atrás, vale explicitar lo siguiente:

“...el magnífico desarrollo de la ciencias naturales y de la técnica durante los siglos XVI y XVII estuvo en buena medida relacionado a la desintegración de la economía feudal, al desarrollo del capital mercantil, a las relaciones marítimas internacionales, a las conquistas de nuevos territorios, a la consolidación de los Estados nacionales, a las luchas religiosas, a las transformaciones culturales, a las guerras entre esos Estados, así como a las necesidades de control social hacia el interior de los mismos y a la conquista de colonias.” (Murillo, 2012:18-19)

Palabra más palabra menos, la producción de conocimiento formal tiene fuertes connotaciones con la transformación, competitividad, y con el poder y gobierno que los Estados alcanzan y ejercen sobre sí mismos y hacia otros Estados, como resultado del desarrollo de sus territorios académicos. La biotecnología no es la excepción, incluso la publicación de artículos sobre educación en biotecnología, y la inclusión de esta en las escuelas y universidades, no es menos elocuente en cuanto a los Estados que ostentan mayor cantidad de capital simbólico respecto a esta.

El arraigo de las culturas académicas y las culturas de los territorios Estado tienen desde luego posturas propias frente al mundo, el caso de la biología son de extrema importancia, máxime si se tiene en cuenta lo que Monod (2000) expresaba:

“...la biología es para el hombre la más significativa de todas las ciencias; la que ha contribuido, sin duda más que ninguna otra, a la formación del pensamiento moderno, profundamente trastornado y definitivamente marcado en todos los terrenos: filosófico, religioso y político, por el advenimiento de la teoría de la Evolución.” (9) “...si la teoría molecular del código no puede hoy (y sin duda no podrá jamás) predecir y resolver toda la biosfera, constituye desde ahora una teoría general de los sistemas vivientes. No había nada parecido en el conocimiento científico anterior al advenimiento de la biología molecular” (p.10).

En el marco de las dos últimas citas se puede vislumbrar que los desarrollos de conocimiento en las ciencias pueden llegar a tener profundas transformaciones tanto al interior como en el exterior de las mismas. Si se tiene en mente particularmente a la biología y sus teorías, que no obstante de tener ciertas tendencias han redundado en la comprensión de los seres vivos, han transformado concepciones sobre estos, no solo en lo teológico sino también sobre su uso, sobre su explotación, lo que genera un asunto más por el cual algunos países tendrán motivos para sacar el mayor usufructo económico, para alcanzar mayor poderío en el mundo. Sería ingenuo pensar que los Estados no tienen su propia ideología que defienden según el momento histórico y paradigma vigente, tampoco se puede desconocer que “...*el conocimiento filosófico y el científico no son formas de conocer neutrales y avalorativas, ellas están profundamente imbricadas con la lucha por el poder, esto es un dato de la historia.*” (Murillo, 2012:18).

Para ir cerrando este apartado cabe declarar con Diéguez (2012):

“La biología, en efecto, se presenta en la actualidad como una ciencia madura, sin complejos epistemológicos frente a la física o a la química, y, sin embargo, su estructura teórica y sus métodos parecen muy distintos de los de esas ciencias, particularmente de los de la física.” (p.17)

Ciertamente todo va adquiriendo sentido en el caso de la territorialidad si se reconoce que a partir de las ideologías y el querer imponerlas, es por lo que muchas veces se han desencadenado conflictos en y entre los Estados. Desde luego que los territorios académicos no son ajenos a esto, así se quieran hacer ver como cerrados y autónomos en absoluto, o como quienes son lo que señalan como se debe y qué se tiene que investigar. Unas páginas más adelante retomaré este tema a propósito de lo que implica poder manipular a través de la investigación a los seres vivos: gobernabilidad (biopolítica, biopoder, bioeconomía).

### **1.2.1. ¿Historia de la biología, biotecnología, biología molecular? Algunas aproximaciones**

Como si fuera poco lo anterior, también se ponen en juego discusiones que buscan posicionar un territorio académico como idóneo y con su propia identidad. Cuando se hace seguimiento a los

avatares que le han subyacido en específico a la biología pues se tornan también evidentes las complejidades y perplejidad que al interior de ésta se han construido. La biotecnología ha tenido tensiones en la misma ya que sus lógicas, se puede decir, devienen congénitas y se han ido acrecentado con el paso del tiempo, pero también resiste presiones que han coexistido tanto en la práctica cotidiana como en la científica con las teorizaciones y prácticas industriales y comerciales. Aunque quizá se pueda declarar que la biotecnología es un crisol en el que se ponen en juego múltiples intereses, y que sirve a la vez como resguardo de estos, lo que hace que tenga múltiples maneras de ser usada, se puede decir que la biotecnología es la etiqueta comercial y política, de resultado de investigación sobre la vida y lo vivo, y su manipulación, hechos productos y servicios.

En todo caso, la palabra biología tiene mayor antigüedad que la palabra biotecnología aunque, según Díaz (2005), se puede argumentar que la "...biotecnología "existe desde siempre"" (p.17) desde los egipcios del siglo IV a.C. Un poco más adelante se verá que otros autores (Lemkow, 2000; Roca, 2004; Hernández, 2005; Rifkin, 2009; Malajovich, 2012;) también están de acuerdo con esta afirmación. Con base en esto se puede extrapolar que la mercantilización de lo vivo tiene un amplio y largo recorrido, en esto la tecnología ha transformado al mundo y a la misma especie (es), la reproducción de la naturaleza se convierte cada vez más en la premisa de existencia del pensamiento. Somos nosotros de la naturaleza y ésta es también de nosotros, sin embargo la aplicación –utilización- de la ciencia *per se* en cuanto lo vivo ha dado un giro en cuanto a nuestra relación con la naturaleza.

Para Coleman (2002) "El término "biología" apareció por primera vez en una nota de pie de página de una oscura publicación médica alemana, en 1800." (p.9), este mismo autor subraya que pasados dos años reaparece dándosele una amplia publicidad en los tratados del naturalista alemán Gottfried Treviranus y del botanista francés Jean Baptiste de Lamarck que se dedicó a la zoología. Prosigue Coleman (2002) arguyendo:

"La nueva palabra se había hecho ya un tanto corriente en el idioma inglés hacia 1820. No obstante, la palabra biología pronto iba a designar a una de las ciencias más importantes y más elevadas de la Filosofía Positivista del gran filósofo social francés Auguste Comte. Y, mayoritariamente por medio de sus escritos del decenio de 1830 y de la ulterior propaganda hecha por sus discípulos, el término ganó adeptos y llegó a albergar bajo su amplio techo a una multitud de temas y estudiantes anteriormente dispares." (9-10).

Como ya se sabe, de todos modos el surgimiento o resurgimiento de una palabra no es sinónimo de configuración como un campo de investigación ni tampoco es obra de un autor sino de todo tipo de contingencias al interior de las comunidades de académicos como en el exterior a estas, y de sus miembros, inscrita en la historia. Ciertamente, la biología ha tenido que sortear varias contingencias para llegar a ser reconocida como una ciencia con su propia identidad, diferente a los objetos de investigación de la física y la química, y de otras ciencias que han buscado hacerla parte de sus territorios, Mayr (2006) y Diéguez (2012) pueden dar cuenta suficiente de estas expresiones.

Sin lugar a duda, la historia es un campo que puede ayudar a la comprensión y seguimiento de los hechos, pero como todo, también esta puede ser contada de diferentes maneras según la idiosincrasia académica del historiador y su nicho cultural devenido de su lugar de nacimiento, país,

Estado, del momento de la historia que vive. La historia puede destacar o negar, u opacar hechos según el historiador. No voy a detenerme a realizar un análisis a todo ello, como tampoco de la historia de la biología *stricto sensu*. En el mejor de los casos intentaré presentar, en el marco de esta y de la mano de dos autores, algunos eventos de la historia de la biotecnología y de la biología molecular.

### 1.2.1.1. Eventos en la historia de la biotecnología

Será la intención en lo que sigue de este apartado dejar explicitada la historia de la biotecnología presentada por Malajovich (2012) en unos eventos puntuales (tabla 6.1), para en el siguiente apartado realizar una aproximación a la historia de la biología molecular según como la ha narrado Claros (2003), historias que se constituyen también en la construcción y comprensión de la historia de la biología.

**Tabla 6.1:** Historia de la biotecnología según Malajovich (2012)

Siglo u año (s)	Acontecimientos principales del periodo de tiempo
	<b>Antigüedad</b>
	Preparación y conservación de alimentos y bebidas por fermentación (pan, queso, cerveza, vino y vinagre); cultivo de plantas (papa, maíz, cebada, trigo, etc.); domesticación de animales; tratamiento de infecciones (con productos de origen vegetal como el polvo de crisantemo y derivados de soja fermentada).
	<b>Edad Media</b>
Siglo XII	Destilación del alcohol
	<b>Edad Moderna</b>
Siglo XVI	Cronistas registran que los aztecas recolectaban algas para la alimentación, en los lagos del centro de México.
Siglo XVII	Inicio de la producción comercial de cerveza; extracción de metales por acción microbiana en España; cultivo de hongos en Francia; Hooke descubre la existencia de células (1665).
Siglo XVIII	Invento de la máquina a vapor (1752). A partir de 1750 crece el cultivo de leguminosas en Europa y se difunde la práctica de rotación de cultivos, aumentando la productividad y mejorando el uso de la tierra.
	<b>Edad Contemporánea</b>
1797	Jenner inmuniza a un niño con un virus que lo protege contra la viruela.
1809	Appert utiliza el calor para esterilizar y conservar comida, proceso que será utilizado en las campañas napoleónicas.
1835 a 1855	Schleiden, Schwann y Virchow enuncian la teoría celular.

1863 a 1886	Pasteur inventa un proceso, la pasteurización, para conservar alimentos sin alterar sus propiedades organolépticas (1863), derriba la teoría de la generación espontánea (1864), investiga las enfermedades del gusano de seda (1865), identifica a la levadura como el agente responsable de la fermentación alcohólica (1876), usa microorganismos atenuados para obtener vacunas contra el ántrax y el cólera (1881), realiza las primeras pruebas con una vacuna contra la rabia (1881). Paralelamente, Koch inicia el desarrollo de técnicas fundamentales para el estudio de los microorganismos (1876) y enuncia cuatro postulados sobre los agentes infecciosos como causa de las enfermedades. En 1865 Mendel presenta su trabajo “Experiencias de hibridación en plantas”.
1887	Se inaugura en París el Instituto Pasteur.
1892	Se descubre el virus del mosaico del tabaco; introducción del tractor en la agricultura.
1897	Büchner demuestra que las enzimas extraídas de la levadura pueden transformar el azúcar en alcohol.
1899	Primer trasplante de un órgano: un riñón de un perro a otro.
1900	Redescubrimiento de las leyes de la herencia, ya enunciadas por Mendel en 1865 y luego olvidadas.
1905	Se realiza el primer trasplante de córnea con éxito, porque la córnea no tiene antígenos.
1906	Ehrlich descubre el primer agente quimioterapéutico, llamado Salvarsan, que sería utilizado contra la sífilis.
1910	En Manchester, Inglaterra, comienza la introducción de sistemas de purificación de cloacas basados en la actividad microbiana.
1912 a 1914	Rhôm obtiene la patente de una preparación enzimática para el lavado de la ropa. Weizmann consigue producir acetona y butanol usando microorganismos
1915	Morgan publica su libro <i>Mecanismos de la herencia mendeliana</i> .
1916	Se logra inmovilizar enzimas, facilitando su empleo en procesos industriales.
1918	Más de veinte millones de personas mueren de gripe española, un número de víctimas superior al de la Primera Guerra Mundial. Se construyen los primeros biodigestores para la producción de metano (China e India).
1919	El ingeniero agrónomo húngaro Ereky utiliza por primera vez la palabra biotecnología.
1927	Muller descubre que los rayos X causan mutaciones.
1928	F. Griffith descubre la transformación, es decir, la transferencia de información genética de una cepa bacteriana a otra.
1933	Comercialización de semillas de maíz híbrido, un maíz más productivo.
1936	Obtención de ácido cítrico por fermentación.
1938	En Francia, producción comercial de un bioinsecticida ( <i>Bacillus thuringiensis</i> ).
1940 a 1950	Avances en la mecanización del trabajo agrícola.
1944	Producción a gran escala de la penicilina (descubierta por Fleming en 1928 y desarrollada por Florey y Chain).
1951	Inseminación artificial de ganado usando semen congelado. McClintock descubre la presencia de genes saltarines en maíz.
1953	Watson y Crick proponen un modelo para la estructura del ADN.
1959	Reinart regenera plantas de zanahoria a partir de un cultivo de células (callo).
1960	Aumento de la producción de ácido láctico, ácido cítrico, acetona y butanol por fermentación.
1961	Descubrimiento del código genético. La empresa danesa Novo produce una proteasa alcalina para uso en jabones para lavar ropa.
1962	Comienza en México la siembra de nuevas variedades de trigo más productivas, iniciando lo que se conocería después como Revolución Verde.
1967	Se realiza el primer trasplante de corazón en Sudáfrica. El paciente sobrevive 18 días.
1968	Producción industrial de aminoácidos utilizando enzimas inmovilizadas.
1973	Luego de desarrollar técnicas de corte y ligación del ADN, Cohen y Boyer transfieren un gen de una especie a otra. Se lanza en Brasil el programa de producción de alcohol a partir de biomasa (Pró-Álcool).
1975	Kohler y Milstein desarrollan la tecnología de hibridomas y obtienen anticuerpos monoclonales. Novo produce jarabe de alta fructosa por vía enzimática, para ser usado como edulcorante alternativo a la sacarosa. La Conferencia de Asilomar solicita al Instituto Nacional de Salud (NIH, National Institute of Health) que se establezcan normas que reglamenten los experimentos con ADN recombinante, lo que sucedería meses más tarde.
1977	Genentech, la primera empresa biotecnológica fundada un año antes por Boyer y Swanson, obtiene la proteína somatropina (hormona de crecimiento) mediante la tecnología de ADN recombinante.
1978	Nace el primer “bebé de probeta”, en Inglaterra.
1980	La Corte Suprema de Justicia de Estados Unidos aprueba el principio de patentes para las formas de vida de origen recombinante. Las primeras patentes son de Chakrabarty para un microorganismo para biorremediación de petróleo y de Cohen y Boyer por el proceso de 1973. Mullis inventa la técnica de “reacción en cadena de la polimerasa” (PCR) cuya patente será obtenida por Cetus en 1985 y vendida en

	1991 a Hoffman-La Roche por 300 millones de dólares.
1981	Se obtienen las primeras células vegetales (callos) modificadas genéticamente.
1982	Se inicia la comercialización de la insulina humana de origen recombinante de Genentech. La empresa Eli Lilly obtiene una licencia y la vende con el nombre de Humulina. Se comercializa en Europa la primera vacuna de ADN recombinante para el ganado.
1983	Se obtienen las primeras plantas por ingeniería genética (tabaco y petunia). Syntex Corporation recibe la aprobación de la FDA (Food and Drug Administration) para un test para <i>Chlamydia trachomatis</i> basado en anticuerpos monoclonales. Se aísla el virus VIH en el Instituto Pasteur (Francia) y en el Instituto Nacional de Salud (NIH, Estados Unidos).
1984	Jeffrey introduce la técnica <i>Fingerprint</i> (huella genética), que un año después sería utilizada por los tribunales para la identificación de sospechosos. Chiron clona y secuencía el genoma del virus VIH.
1986	La Agencia de Protección Ambiental (EPA, Environmental Protection Agency) de Estados Unidos aprueba la liberación de plantas de tabaco transgénicas. Un grupo de expertos en bioseguridad, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), declara que la predictibilidad de los cambios genéticos obtenidos por ingeniería genética es frecuentemente mayor que la correspondiente a las técnicas tradicionales, y que los riesgos asociados a los organismos transgénicos pueden evaluarse de la misma manera que los riesgos asociados a los otros organismos. Se aprueba la primera vacuna biotecnológica para uso humano, la Recombivax-HB, contra la hepatitis B.
1987	La Advanced Genetic Sciences libera a campo bacterias recombinantes que inhiben la formación de hielo en cultivos de frutilla, en California; la FDA aprueba el factor activador del plasminógeno obtenido por ingeniería genética, para el tratamiento de ataques cardíacos.
1988	Se patenta un ratón transgénico, desarrollado especialmente por la Universidad de Harvard para el estudio del cáncer. En la misma década los europeos obtienen la patente de otro ratón transgénico sensible a sustancias carcinogénicas. Genencor International Inc. consigue la patente de un proceso que permite producir enzimas (proteasas) resistentes a blanqueadores (proceso <i>bleach</i> ) para la fabricación de jabones para lavar la ropa.
1989	Se inicia el mapeo del genoma humano con la creación del Centro Nacional de Investigación del Genoma Humano.
1990	Primera experiencia de terapia génica para una enfermedad rara (ADA), en una niña de cuatro años. Pfizer comercializa Chy-Max, una enzima recombinante para la preparación de quesos. GenPharm International, Inc. obtiene una vaca transgénica que produce en la leche proteínas humanas para alimentación infantil. La Universidad de California y la de Stanford suman 100 patentes relacionadas con la metodología del ADN recombinante.
1992	Científicos norteamericanos y británicos elaboran una técnica que permite detectar anomalías, como la fibrosis quística y la hemofilia, en embriones <i>in vitro</i> .
1993	Se aprueba el empleo de la hormona de crecimiento bovina rBGH/rBST de Monsanto, para aumentar la producción de leche.
1994	Se lanza al mercado el tomate FlavSavr, que por la inactivación de un gen puede madurar en la planta.
1995	Se descifra el primer genoma de una bacteria, <i>Haemophilus influenzae</i> .
1996	Se completa la secuenciación del primer genoma de un organismo eucarionte, la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Se desarrolla el primer GeneChip (Stanford, Affymetrix).
1997	En el Instituto Roslin (Gran Bretaña) nace Dolly, una oveja clonada, y más tarde una segunda oveja, Polly, clonada y genéticamente modificada.
1998	Hay más de 1.500 empresas de biotecnología en Estados Unidos y más de 3.000 en el mundo. Se emplean células madre embrionarias para regenerar tejidos. Se secuencía el primer genoma animal, el del gusano <i>Caenorhabditis elegans</i> .
1999	Se completa la secuencia del primer cromosoma humano.
2000	F. Collins, del Consorcio del Genoma Humano, y C. Venter, de Celera, anuncian simultáneamente la obtención del borrador del genoma humano. Se completa la secuencia del genoma de la mosca <i>Drosophila melanogaster</i> , de una planta ( <i>Arabidopsis thaliana</i> ) y, en Brasil, de una bacteria que ataca a los cítricos ( <i>Xylella fastidiosa</i> ).
2001	Se completa el borrador de la secuencia del genoma humano, publicado simultáneamente en las revistas <i>Science</i> y <i>Nature</i> . Se secuencian los genomas de plantas de interés agronómico (arroz, banana) para los países en desarrollo. Se secuencian genomas de bacterias de importancia agronómica.
2002	Se completa el borrador del proteoma funcional de la levadura; secuenciación del genoma del agente y del vector que transmite la malaria; se identifican más de 200 genes involucrados en la diferenciación de las células madre; se descubre la participación de moléculas de ARN en la regulación de varios procesos celulares.
2003	Se vende como mascota el GloFish, un pez transgénico que brilla en la oscuridad, originalmente diseñado para detectar contaminantes. Clonan varios tipos de animales y de especies amenazadas de extinción.

2004	Entran al mercado nuevos ensayos de diagnóstico y medicamentos como el Avastin (bevacizumab).
2006	Un grupo de investigadores liderado por S. Yamanaka consigue inducir la pluripotencialidad celular (iPS).
2007	Las autoridades europeas de seguridad alimentaria concluyen que los genes marcadores de resistencia a los antibióticos no representan riesgos relevantes para la salud animal o humana, o para el medioambiente.
2008	Investigadores japoneses desarrollan la primera rosa azul, genéticamente modificada.
2010	Es autorizado en la Unión Europea el cultivo de la papa Amflora (BASF) para uso industrial. Investigadores del Instituto J. Craig Venter construyen la primera célula sintética.

Aunque Malajovich (2012) ha denominado a lo que he contenido en la tabla 6.1 como historia de la biotecnología, es un hecho que esta corresponde más a la historia de la biología ya que la palabra biotecnología (Bud, 1993) es utilizada por primera vez a inicio del siglo XX, en tanto que la palabra biología (Coleman, 2002) desde 1800. Así pues, la tabla 6.1 explícita el trasegar que la biotecnología ha tenido a partir de la biología a lo largo de la historia, aun cuando la palabra biotecnología no haya sido expresada sino hasta inicio del siglo XX, en este sentido entonces se podría entender que la autora reconoce a la biotecnología como aquello que la humanidad ha hecho por lo menos desde la antigüedad, como lo presenta en el primer periodo de tiempo –la antigüedad– de la historia de la biotecnología.

En general, en esta historia Malajovich (2012) hace mayoritariamente énfasis en los eventos relacionados con la producción de alimentos y bebidas desde la antigüedad pasando brevemente por la edad media y moderna hasta la edad contemporánea (de 1797 a 2010, tabla 6.1), este último periodo parece adecuado subdividirlo, dado que hay eventos que marcan un cambio drástico -biotecnología tradicional/biotecnología moderna- debido al desarrollo de la microscopia, técnicas e instrumentos sofisticados que complementan cada vez más la profundidad y rigurosidad de las observaciones, análisis y argumentos esgrimidos en los procesos que darían cuenta del funcionamiento, desarrollo y herencia de las características genéticas.

Según Malajovich (2012), la edad contemporánea de la biotecnología avanza en la caracterización de las células y la explicación de su funcionamiento, a la par que se desarrollan sofisticadas técnicas para su estudio, se va facilitando comprender la especificidad de las células en tanto las estructuras bioquímicas que dinamizan su existencia y su condición de viva, no solo en condiciones naturales sino las que la ciencia va implementado para conservar alimentos, producir vacunas, abordar algunas enfermedades.

Para el siglo XX e inicios del XXI (1900 a 2010), Malajovich (2012) tiene en cuenta en su historia los desarrollos de las investigaciones en biología en trasplantes de órganos –cornea, corazón-, obtención de enzimas, agentes quimioterapéuticos, manejo de agua residuales, comercialización de semillas, aumento de la producción agrícola e industrial a partir de derivados microbianos, investigaciones relevantes en la emergencia de la biotecnología y de empresas que empiezan a producir transgénicos y secuencias de genomas –incluido el ser humano-. De allí el llamado a crear una normatividad que controle y regule la investigación sobre lo vivo, su comercialización, y las patentes.

Desde luego que esta no es una historia completa, detrás de esta existen más eventos que suelen ser a veces más resaltados, esto dependen también de quién cuente la historia y desde dónde la cuente.

Así también, no es raro que las fechas y a quienes se les da reconocimiento por los avances en ciertas investigaciones se desarrollan en un horizonte de tensiones y presiones –dentro y fuera de las disciplinas- la historia no es relegada de esto, incluso esta puede ser generadora estas en otras disciplinas.

Si bien es cierto que las fechas son una fuente importante para dar reconocimiento a quien o quienes primero produjeron) un desarrollo de conocimiento quizá no sea tan relevantes aunque si necesario en tanto derechos de autor, por ejemplo, Thuillier (1976) ya indicaba que “Las fechas no proporcionan más que indicaciones aproximadas; naturalmente sería ingenuo creer que toda una colectividad científica entra de la noche al día en una “fase” completamente diferente de la precedente.” (p.11).

Luego entonces la filosofía, la historia y la sociología se entrecruzan constantemente, dejando horizontes amplios para pensar a lo que aconteció, pero quizá el aspecto que más influye en la producción de conocimiento, integrado con lo anterior, es el uso indiscriminado de palabras que muchas veces son sinónimos o simplemente no son más que el resultado de una falta de revisión respecto del campo de donde proceden los conocimientos, ya sea de la biología, biotecnología o biología molecular, por lo menos.

Por la investigación que he venido adelantando en la revisión a la pedagogía, educación, didáctica, al igual que a la aproximación entre la dinámica entre la bioquímica, biología molecular y biotecnología –un poco más adelante desarrollaré este asunto en un apartado-, es posible declarar que es recurrente que el uso de algunas palabras y fechas se desplieguen ampliamente para hacer referencia a quien lo dijo y desde que país y/o disciplina emergió. Ciertamente, el contenido de las palabras desde las que se construyen las teorías o conceptos que orientan el campo de investigación tiene efecto en el reconocimiento de los campos y a quien o a quienes se les indilga la producción de conocimiento. Desde luego que todo ello se asocia con los criterios que se pueden utilizar para la validación de conocimiento.

Continuando con lo que venía tratando sobre la historia de la biotecnología presentada por Malajovich (2012) pareciera que fue a partir del año 1900 que se dimensiona una lógica que aborda lo vivo desde un pensamiento muy diferente al que se venía teniendo sobre el estudio y el manejo de lo vivo, sin embargo, se torna necesario tener en cuenta, de una parte, otros datos no muy lejanos del siglo XX, y de otra parte, los de este mismo siglo que según Claros (2003) corresponde a la aproximación a la historia de la biología molecular, y no propiamente a la biotecnología.

Dada la particular esencia que Claros (2003) le da a la historia, claramente contrastante con la de Malajovich (2012), sin que por ello no sea relevante también, vale la pena tratar de exponerla lo más próxima a su contenido ya que ayuda a entender, complementar o incluso reafirmar algunos aspectos destacados por Malajovich (2012), al igual que evidenciar cómo se fue constituyendo un campo de investigación tan prolífico a la vez que complejo, no solo por lo que se estudia sino también por las aplicaciones del conocimiento que se produce que genera no solo presiones entre los campos de investigación sino también entre los Estados que compiten por recibir los créditos, patentes, ante los hallazgos.



### 1.2.1.2. Aproximación a la historia de la biología molecular

Siendo consciente de lo que representa escribir la historia, de las repercusiones que puede tener contarla de una u otra manera, además de lo difícil que es encontrar escritos minuciosos que cuenten la historia en lo atinente a la biología molecular, en este apartado presento la historia que Claros (2003) ha construido sobre este campo, retomo en esencia varios de sus contenidos siguiendo la lógica temporal y organización establecida por él para la presentación de los autores, solo he descartado algunos cortos contenidos del escrito, en la idea de hacer explícitos los planteamientos que considero más relevantes para la tesis en desarrollo (la intención es dar una idea de la complejidad que encierra este campo de conocimiento y lo que ellos puede implicar para la enseñanza de la biotecnología).

Además subrayo que la intención es mantener la lógica secuencial de la aproximación a la historia de la biología molecular, los conceptos y terminología utilizada por Claros (2003), solo al final del apartado me detendré para realizar comentarios de mi autoría que tienen relación con el conocimiento del profesor y la posible enseñanza atendiendo a la historia de la biología molecular.

Así pues, dando curso a lo establecido, es de decir que Claros (2003) al igual que Malajovich (2012), y muchos otros autores que se coexisten en las dimensiones de investigación sobre las características moleculares y/o la modificación de lo vivo, no solo en cuanto a esta por si sino a veces también en cuanto a la filosofía (Monod, 2000; Mayr, 2006; Diéguez, 2012), historia, reconocen a Mendel y sus experimentos como un referente clave para la emergencia del estudio de lo vivo desde otras perspectivas. Claros (2003), destaca minuciosamente a los autores que lideraron las investigaciones y los intrínquilos conceptuales que se fueron desarrollando desde la época de Mendel y después del mismo. Expone que cuando muere este genetista en 1884 se estaban descubriendo los cromosomas y el núcleo celular mediante microscopía. Dos años después, en 1886, August Weismann publica su libro *El plasma germinal: una teoría de la herencia*, en el que idea un modelo donde se meten en el mismo saco la herencia y el desarrollo.

Destaca Claros (2003) que es curioso cómo los análisis de los biólogos celulares posteriores, como Edmund Beecher Wilson y Nettie Maria Stevens -descubridores de forma independiente de los cromosomas sexuales, en 1905-, y los que analizaban la mitosis, vieron que había una segregación de los cromosomas igual a la propuesta por Mendel. Pero que no se asociaron ambas cosas hasta principios del siglo XX con los trabajos del holandés Hugo de Vries, del alemán Karl Correns y del austriaco Erich von Tschermak-Seysenegg. Los grupos de investigación de estos tres científicos redescubrieron independientemente las leyes de Mendel y asociaron los factores genéticos a los cromosomas.

La naturaleza química de los cromosomas se estaba estudiando simultáneamente a la transferencia de los genes. Entre 1868 y 1869, el suizo Friedrich Miescher, siendo estudiante de postdoctorado en el laboratorio de Friedrich Hoppe-Seyler, en Tubinga, aisló núcleos celulares a partir del pus de los vendajes usados en el hospital. Tras un tratamiento simple, comprobó que estaban formados por una única sustancia química muy homogénea y no proteica, que denominó *nucleína* -el término «ácido

*nucleico*» fue acuñado posteriormente, en 1889, por Richard Altman-. Según sus palabras, la nucleína son «sustancias ricas en fósforo localizadas exclusivamente en el núcleo celular». Era algo tan excepcional que Hoppe-Seyler decidió demorar hasta 1871 la publicación de estos resultados, a la espera de la confirmación definitiva.

Expresa Claros (2003) que E. Zacharias caracterizó en 1881 la naturaleza química de los cromosomas, comprobando que se trataba de una nueva sustancia a la que denominó nucleína. Entre 1879 y 1882 Walther Flemming y Robert Feulgen, independientemente, desarrollaron nuevas técnicas de tinción y lograron visualizar los cromosomas en división, lo que les permitió describir la manera en que se replican los cromosomas (la *mitosis*). En 1889 August Weissman asoció de manera teórica, casi intuitiva, la herencia y los cromosomas, fue hasta 1902 que Walter Sutton realizó una serie de experimentos que le permitieron proponer que los genes de Mendel son unidades físicas que realmente se localizan en los cromosomas. Parte del trabajo que permitió a Sutton proponer ese modelo se debió a su descubrimiento de la *meiosis* junto con Theodor Boveri. A su vez, Thomas Hunt Morgan realiza en la Universidad de Columbia (1909) los experimentos que hoy se consideran clásicos sobre los rasgos genéticos ligados al sexo.

En 1913, Calvin Bridges demuestra que los genes están en los cromosomas, a la vez que Alfred Henry Sturtevant, alumno de Morgan, demuestra que algunos de ellos tienden a heredarse juntos, por lo que se deduce que se colocan de forma lineal sobre el cromosoma, y elabora el primer *mapa genético* de un organismo: *Drosophila melanogaster*. En 1915 quedan definitivamente establecidas las bases fundamentales de la herencia fenotípica al aparecer el libro *El mecanismo de la herencia mendeliana*, escrito por Thomas H. Morgan, Alfred Sturtevant, Hermann Muller y Calvin Bridges. En este contexto se inicia la *teoría cromosómica de la herencia*, a pesar de no conocer su naturaleza química.

Se puede hablar de la edad de oro de la genética clásica. Con ello entonces, las investigaciones se iban a dedicar al análisis de las mutaciones, la bioquímica implicada en la transmisión de los caracteres y las bases moleculares de la herencia. Era el contexto adecuado para que, en 1926, Hermann Muller y Lewis Stadler demostraran que la radiación X inducía mutaciones en los genes.

Retomando el análisis de la naturaleza química de los cromosomas, en 1888 el bioquímico alemán Albrecht Kossel había demostrado que la nucleína de Miescher contenía proteínas; también mostró que la parte no proteica de la nucleína contenía sustancias básicas ricas en nitrógeno, y así identificó las cinco bases nitrogenadas que hoy conocemos [adenina, guanina, citosina, timina, uracilo]. Finalmente, presentó pruebas de la presencia de un glúcido de cinco átomos de carbono [ribosa].

Este trabajo fue continuado por su discípulo, el químico ruso-estadounidense Phoebus Aaron Theodor Levene, quien comprobó en 1900 que la nucleína se encontraba en todos los tipos de células animales analizadas. Más adelante, en 1909, mientras verificaba los experimentos de Kossel, puso de manifiesto que los ácidos nucleicos estaban compuestos de ácido fosfórico, una pentosa y las bases nitrogenadas. Continuando, Claros (2003) escribe que Levene demostró que la pentosa que aparecía en la nucleína de levadura era ribosa, pero tuvo que esperar hasta 1929 para identificar cómo desoxirribosa la pentosa aislada del timo de los animales. Esta diferencia le hizo proponer que

la nucleína de los animales era el *nucleato de desoxirribosa* -hoy en día llamado «ácido desoxirribonucleico» o DNA-, mientras que los vegetales contenían *nucleato de ribosa* -ácido ribonucleico o RNA-. Levene tuvo mucho peso en la química de los ácidos nucleicos, a pesar de que pronto se demostrara que era incorrecta su propuesta de que los cromosomas vegetales eran de RNA y los animales de DNA. Fruto de sus trabajos, propuso en 1926 un modelo para la conformación de los ácidos nucleicos: el *tetranucleótido plano*.

El modelo del tetranucleótido de Levene implicaba que los ácidos nucleicos estaban formados por planos apilados, que constaban de cuatro pentosas que exponían hacia el exterior las *bases* nitrogenadas (que van unidas por un enlace glucosídico a la pentosa); las pentosas se unen entre sí por fosfatos a través de enlaces fosfoéster. Esta estructura respondía a los resultados sobre la composición de los ácidos nucleicos y la naturaleza de los enlaces covalentes que los componen. Se deducía que los ácidos nucleicos eran moléculas muy monótonas, casi invariables, extremadamente rígidas. Por tanto, se descartaron rápidamente como el tipo de molécula capaz de transmitir la información genética, por lo que todo el mundo se centró en el estudio de las proteínas como moléculas portadoras de la herencia. Este error se consolidó en 1935, cuando Dorothy Wrinch observó que la información genética era lineal, por lo que se requería una molécula lineal (las proteínas) para transmitirla, y no una molécula cíclica invariable (los ácidos nucleicos).

Puntualmente, Claros (2003) escribe que:

“El modelo del tetranucleótido plano fue un lastre en el desarrollo de la biología molecular similar a lo que fueron en su día las teorías del flogisto, la fuerza vital o la generación espontánea, ya que Levene era un científico muy influyente en su época, y su opinión era poco menos que indiscutible. De hecho, no pensaba que el modelo del DNA propuesto por Watson y Crick respondiese a la realidad. Quizá por eso se desarrollaron con más éxito la genética, la embriología y la bioquímica durante la primera mitad del siglo XX.” (p.170)

Para Claros (2003), en 1938 William Thomas Astbury y Florence Bell, proponen que el DNA debe de ser una de fibra periódica, al encontrar un espaciado regular de 0,33 nm a lo largo del DNA mediante estudios preliminares de difracción por rayos X. En aquel momento Astbury veía que las bases estaban apiladas a 0,33 nm unas de otras, y perpendiculares al eje de la molécula; de hecho, era la distancia que separaba los tetranucleótidos. Astbury siguió trabajando desde el punto de vista estructural sobre proteínas fibrosas, como las queratinas, en lana.

Entre los estudios de Astbury y el final de la Segunda Guerra Mundial comienza a gestarse el grupo del físico nuclear alemán, y discípulo de Niels Bohr, Max Ludwig Henning Delbrück, que luego sería conocido como el «grupo del bacteriófago». El grupo tomó forma durante los años que coincidieron Delbrück, Salvador Edward Luria y Alfred Day Hershey. El interés de estos investigadores se centraba en entender de qué manera las moléculas transmiten información de una generación a la siguiente. Para ello utilizaron el modelo más simple que conocían, los *bacteriófagos*, o simplemente fagos, posiblemente guiados por los experimentos del franco-canadiense Félix d'Hérelle, que en 1917 demostró que los bacteriófagos infectaban, mataban y disolvían las células bacterianas en poco más de media hora, así como el hecho de que las bacterias

eran capaces de desarrollar de forma natural una resistencia al fago. Fue d'Hérelle quien acuñó el término «bacteriófago» para referirse al microorganismo antagonista del bacilo que causaba la disentería. El grupo del bacteriófago se dedicó a estudiar las mutaciones genéticas, la estructura de los genes, y los ciclos vitales de los fagos. De hecho, sus trabajos son el origen de la vertiente informacionista de la biología molecular.

En 1941, George Wells Beadle y Edward Lawrie Tatum, encontraron en el hongo *Neurospora crassa* sólidas evidencias de una correlación entre los genes y las enzimas mediante el estudio de rutas metabólicas implicadas en la síntesis de aminoácidos. Postularon por primera vez dicha correlación como «un gen, una enzima». El médico italiano Salvador E. Luria (conocido por el medio de cultivo para *E. coli*, el LB, que significa *Luria broth*) y Max Delbrück demostraron en 1943 que las mutaciones en *E. coli* ocurren al azar, sin necesidad de exposición a agentes mutagénicos, y que estas mutaciones se transmiten siguiendo las leyes de la herencia. (Claros, 2003).

En 1928 el microbiólogo Fred Griffith había descubierto cómo el *Streptococcus pneumoniae* avirulento puede transformarse en virulento al infectar un ratón sano con la cepa avirulenta viva y la virulenta muerta. Empleando esta capacidad del estreptococo, Oswald Theodore Avery (1877-1955), Colin MacLeod y Maclyn McCarty intentan desentrañar la naturaleza del material genético en el Instituto Rockefeller, durante 1944. Dominados por el modelo del tetranucleótido plano, y en contra de sus propias expectativas, demostraron que las cepas avirulentas de Griffith se transformaban en virulentas con la exposición al DNA, pero no a las proteínas. Los experimentos de Avery, MacLeod y McCarty fueron puestos en entredicho, porque asociadas al DNA podrían ir en cantidades ínfimas las proteínas portadoras de la información genética. Precisamente, uno de los más escépticos con estos resultados fue el propio Levene. Se necesitaron todavía unos años para que se demostrara claramente que el DNA era el único responsable del *principio transformante*.

Claros (2003) narra que siguiendo la línea de pensamiento abierto por Avery y sus colaboradores, en 1946 Joshua Lederberg y Edward Tatum demuestran que las bacterias también intercambian material genético. Así, al hecho de que la bacteria tome el DNA de una manera estable se lo denomina *transformación* -las bacterias avirulentas que no producían la neumonía se «transformaban» en virulentas al tomar el DNA de una virulenta-. En 1959, trabajando en Caltech (Instituto de Tecnología de California), el italiano Renato Dulbecco introdujo también el concepto de transformación para explicar que mezclando in vitro células sanas con virus productores de poliovirus y SV40 (virus del simio 40) se pudieran obtener células de aspecto oncogénico; o sea, que las células sanas se habían «transformado» en células cancerosas en contacto con los virus. Por esta dualidad de significado del término «transformación», se impuso el término *transfección* para hacer referencia a la entrada de DNA en células eucariotas.

Según Claros (2003), debido a que la mayoría de los problemas biológicos eran prácticamente inaccesibles a la experimentación directa, muchos físicos, sobre todo físicos nucleares, se interesaron por ellos, y su incorporación fue determinante para el desarrollo de la biología molecular. Una de las primeras consecuencias de que los físicos comiencen a considerar los problemas biológicos la tenemos en el desarrollo de la cristalografía mediante difracción de rayos X

sobre material biológico. Esta técnica se había comenzado a aplicar a sustancias sencillas debido a los trabajos de William Henry Bragg y su hijo William Laurence Bragg. Para interpretar los patrones resultantes propuso un modelo matemático conocido como «transformada de Fourier», que se sigue utilizando. La cristalografía daba buenos resultados con moléculas pequeñas, pero con macromoléculas biológicas los resultados eran todavía imprecisos, o bien tan complejos que supondrían un análisis que podría durar toda una vida de investigación.

A comienzos de los años treinta, el bioquímico James Batcheller Sumner había demostrado que era posible cristalizar proteínas. Su trabajo pasó desapercibido hasta que lo retomó otro bioquímico, John Howard Northrop, para obtener los primeros cristales de enzimas. Esos trabajos permitieron que, como hemos visto, Astbury pudiera analizar por difracción proteínas y DNA. La cristalización animó en 1937 a Max Ferdinand Perutz a trabajar en la estructura de la hemoglobina con esta técnica, tarea que no logró culminar hasta 1959; por su parte, John Cowdery Kendrew conoció a Perutz en 1946, lo que le animó a hacer lo mismo con la mioglobina desde entonces hasta 1959.

Prosiguiendo con la historia de Claros (2003), esta vertiente *estructuralista de la biología molecular* llega a una de sus cumbres cuando la técnica se perfecciona, y en 1951, los físicos Linus Carl Pauling y Robert B. Corey descubren en Caltech la estructura de la *hélice  $\alpha$*  de las proteínas gracias a los análisis con difracción de rayos X. En 1953, Fred Sanger consigue la primera secuencia de aminoácidos completa: la insulina. El modelo del tetranucleótido plano empieza a ponerse en entredicho seriamente cuando en 1950 el checo Erwin Chargaff, descubre las leyes de complementariedad de bases de los ácidos nucleicos. Chargaff, demuestra que la composición de los ácidos nucleicos de distintos organismos es muy diferente de lo que inicialmente se creía. La complementariedad y la composición variable eran difícilmente explicables con el modelo del tetranucleótido. Mientras tanto (1951), Barbara McClintock se adelantó a su época al proponer la existencia de elementos genéticos móviles en el genoma del maíz: los *transposones*, que tantas aplicaciones han abierto después. En 1960 se descubrió la transposición en bacterias, en 1970 se detectó la actividad «transposasa» y Watson afirmara que los transposones son algo «virtualmente inevitable».

Uno de los golpes definitivos al modelo del tetranucleótido (Claros, 2003) fue ocasionado por Alexander Robertus Todd en 1950, al demostrar que los enlaces fosfoéster en el DNA son perfectamente normales, por lo que propuso una estructura lineal y no cíclica para el DNA. En 1952 Luria y Weigle, en distintos laboratorios, descubren los sistemas de restricción a la infección viral, lo que permitirá más adelante descubrir las enzimas de restricción.

A su vez, Joshua Lederberg y su esposa Esther M. Lederberg desarrollan un método a base de réplicas de placas para demostrar que las mutaciones aparecen de forma azarosa e independiente de los procedimientos de selección. Fue él quien introdujo el término «plásmido», en 1952, para explicar la herencia extracromosómica. Ese mismo año, los trabajos realizados por Alfred Hershey y Martha Chase (que provenían del grupo del bacteriófago) demostraron que el material genético que se transmite a la progenie del fago es DNA, mientras que las proteínas que hay en la cápside no. Se empezaban a acumular demasiados resultados que el modelo del tetranucleótido no explicaba (Claros, 2003).

Precisa Claros (2003), que sin que haya un registro histórico evidente, entre 1950 y 1953 la mayor parte de la comunidad científica empieza a admitir que el material genético es el DNA, por lo que comienza una nueva ola de experimentos dedicados a conocer su estructura real. A comienzos de los años cincuenta, la química-física Rosalind Elsie Franklin abrió una línea de investigación en el laboratorio de John Turton Randall sobre el estudio de la estructura del DNA mediante difracción de rayos X. Así encontró que el DNA podía hallarse en dos formas helicoidales distintas con los fosfatos hacia el exterior (las formas que hoy conocemos como DNA-A y DNA-B). Simultáneamente, Linus Pauling propuso un modelo de triple hélice con los fosfatos hacia el interior y las bases hacia fuera, clara herencia del modelo del tetranucleótido. Es difícil entender que el Nóbél Pauling no reparara en que su propuesta era inviable, puesto que la repulsión electrostática entre los grupos fosfato desestabilizaría la estructura. Probablemente en esa época era más dificultoso encontrar una manera de colocar las bases nitrogenadas hacia el interior de la estructura sin que surgieran impedimentos estéricos a las posibles repulsiones entre las cargas de los fosfatos.

La clave de la doble hélice del DNA (Claros, 2003) la pusieron el bioquímico-genético americano James Dewey Watson y el biofísico inglés Francis Harry Compton Crick mediante la recopilación de los resultados dispersos que sobre ácidos nucleicos existían, así como reuniendo información sin publicar del laboratorio de Randall. Inicialmente propusieron un modelo parecido al de Pauling, pero después, y debido a una visión genial de las reglas de Chargaff, así como a las «inocentes confidencias» del neozelandés Maurice Wilkins, también del laboratorio de Randall, lograron elaborar el conocido modelo de la *doble hélice*. En un breve artículo de 1953 en *Nature* describen lo que hoy se conoce como DNA-B, el posible modelo de replicación del DNA, y sus mutaciones.

La elucidación de la estructura del DNA es uno de los descubrimientos esenciales no solo para la biología molecular sino a toda la biología y, en general, para la ciencia de este siglo. Como era de esperar las investigaciones no se estancaron sino que todo lo contrario se ampliaron y crecieron en varias dimensiones, teniendo influencia en varios campos de investigación y en general en la vida.

Siguiendo a Claros (2003) se encuentra que Francis Crick también propuso la existencia de la *tautomería* y la *replicación semiconservativa* del DNA; en 1955 propuso que para que el RNA sintetice proteínas debe existir una molécula acopladora de los aminoácidos a la secuencia de ácidos nucleicos (lo que Paul Berg comprobó que era el tRNA al año siguiente: un RNA que «transfería» el aminoácido correcto, y de ahí el nombre de *RNA de transferencia*); en 1956 propuso el *dogma central de la Biología Molecular*: que, en palabras del propio Crick, «el DNA dirige su propia replicación y su transcripción para formar RNA complementario a su secuencia; el RNA es traducido a aminoácidos para formar una proteína»; en 1957 propone que el código genético ha de leerse en tripletes que no se solapan ni puntúan (lo demostró en 1961, junto a Sidney Brenner); y en 1966 propone la *hipótesis del titubeo (wobble)* del tRNA al leer el mRNA.

Dejaré hasta este punto la historia, que como se puede evidenciar esta nutrida de términos sofisticados que responden a la lógica de la naturaleza de construcción del campo de la biología molecular. En la historia Claros (2003) continúan esbozando con otros autores cómo se fue

ampliando la investigación con base en el ADN, el diseño y utilización de técnicas, en lo que tiene que ver con la replicación de esta molécula, la función de RNA y la síntesis de proteínas, en cómo la experimentación con virus y las bacterias arrojan resultados de investigación que pueden ser expresados en productos y servicios aplicables a la realidad (ambiente, medicina, agricultura, economía, entre otras cosas).

Sin bien es cierto queda por contar aún mucho de los intrínquilos que se fueron extendiendo de forma aún más exponencial con el descubrimiento del ADN, quizá la historia de la biotecnología de Malajovich (2012), tabla 6.1, pueda aportar a comprender los eventos más destacadas que fueron aportando a la masificación del comercio biotecnológico en el mundo.

Con todo lo anterior, si bien es cierto no presento toda la historia narrada por Claros (2003), quizá siempre sea incompleta, y aceptando que detrás de cada avance que presenta el autor se pueden encontrar otro tanto de entramados teóricos y conceptuales que la historia no busca explicitar ya que corresponden stricto sensu al territorio per se de la biología molecular, al igual que a la idiosincrasia de Claros (2003), esta mirada permite reflejar superficialmente la complejidad que ha demandado el indagar especialmente el núcleo de la célula e ir conociendo la naturaleza del “ser vivo”.

Es interesante la especificidad y el entrelace que Claros (2003) mantiene al contar la historia que configura la biología molecular que por cierto deja ver algunas de las tensiones que se fraguan en este campo y las presiones mantenidas con otros campos. Es indudable la complejidad que se cierne al intentar contar una historia que tiene protagonistas de diversas latitudes, formación académica, a la vez que tiene múltiples aristas teóricas desde donde se contribuyó a la producción de conocimiento que se puede decir tiene implicaciones actuales en el orden de cambio de paradigma.

Son contrastantes la historia de la biotecnología y la historia de la biología molecular contadas por Malajovich (2012) y Claros (2003), respectivamente, mientras que la primera autora inicia su historia desde la antigüedad con la preparación y conservación de alimentos y bebidas, la domesticación de animales y tratamiento de enfermedades, todo en un sentido muy artesanal, Claros (2003) parte indicando que no obstante Aristóteles ya había señalado que “...«la herencia biológica implicaba alguna forma de transmisión de padres a hijos»...” (p.168), hubo que esperar varios siglos hasta los trabajos de Mendel, aparecidos en 1865. Pone de relieve que...

“Desde el nacimiento de las ciencias hasta el establecimiento de distintas disciplinas a finales del siglo XIX la vida se concibe desde un punto de vista totalmente mecanicista, reduciendo la célula a sus partes constitutivas. Gracias a este planteamiento se esclarecieron muchos procesos elementales de la fisiología celular (enzimas, rutas metabólicas, localización intracelular de proteínas y orgánulos, etc.). Sin embargo, se trata de una imagen puramente in vitro de un organismo viviente. Esta visión se ve favorecida por los estudios de la herencia y la bioquímica de finales del siglo XIX y principios del XX.” (Claros, 2003:168)

En fin, es posible declarar que la historia de Malajovich (2012) es más de corte externalista y en tanto que la de Claros (2003) es esencialmente internalista, mientras que la primera autora tiende a

realizar una lista de hechos históricos estableciendo fechas y en algunos casos autores, el otro autor se detiene a explicitar cómo se llegaron a los resultados atendiendo a los constructos teóricos que se formulaban y reformulaban por parte de grupos o autores de la investigaciones. Ciertamente, Claros (2003) se sumergió en campo de investigación y de producción de conocimiento para contar la historia de la biología molecular. Se puede decir que este campo hace que se dé un giro a la manera de pensar la biotecnología, sobre todo con el establecimiento de la estructura y función del ADN. Con la biología molecular y otros campos de investigación que buscaré poner de relieve en el siguiente apartado, es que la biotecnología emerge.

Es evidente que Malajovich (2012) y Claros (2003), tienen formas muy particulares para contar la historia sobre la biotecnología o la biología molecular, la escritura de estas historias tiene no sólo una temporalidad distinta sino que también el encausamiento de los hechos haciendo énfasis en la cuestión experimental y/o teórica puesta en tensión entre grupos de investigación o investigadores con diferente nacionalidad, son una constante.

En el escrito de Claros (2003), se pueden identificar por lo menos cuatro tensiones epistemológicas clave de hacer notar para la enseñanza:

- La primera está relacionada con el planteamiento que Leven hacía en cuanto a que el *nucleato de ribosa* -ácido ribonucleico o RNA- era contenido por los vegetales, y que el *nucleato de desoxirribosa* -ácido desoxirribonucleico o DNA- era contenido en los animales, lo cual había se había convertido en una especie de obstáculo para el avance de las investigaciones dado que Levene tenía mucha credibilidad en el campo de investigación.
- Otra tensión se evidencia con la idea de Dorothy Wrinch que sostenía que eran las proteínas y no los ácidos nucleicos los portadores de la información genética.
- Linus Pauling -premio Nóbel de química- con su planteamiento de un modelo de triple hélice con los fosfatos hacia el interior y las bases hacia fuera, generó también tensión.
- La clave de la doble hélice del DNA representa también una tensión ya que como lo escribe Claros (2003), Watson y Crick, llegaron a la tal estructura con base en el compendio de los resultados de otras investigaciones sobre ácidos nucleicos, además de haber reunido información sin publicar del laboratorio de Randall. Claros (2003) destaca que incluso Watson y Crick, en principio formularon un modelo similar al de Pauling, sin embargo por la comprensión que hicieron de las reglas de Chargaff, y por las "...«inocentes confianzas» del neozelandés Maurice Wilkins, también del laboratorio de Randall, lograron elaborar el conocido modelo de la doble hélice." (p.173)

Precisamente, con respecto a la tensión anterior tal realidad ya ha sido manifestada por Watson (2007) quien escribe que:

"...Soy consciente de que los demás participantes en esta historia [la del ADN] contarían las cosas de distinta forma, en ocasiones porque su recuerdo de lo que ocurrió es diferente



al mío y, quizá con más frecuencia, porque dos personas no ven nunca una misma cosa de la misma manera. En este sentido, nadie podrá escribir jamás la historia definitiva de cómo se estableció la estructura. No obstante, creo que hacía falta contarlo, en parte porque muchos de mis amigos científicos han expresado su curiosidad sobre cómo descubrimos la doble hélice, y prefieren una versión incompleta que ninguna. Pero además, sobre todo, porque me parece que la forma en la que se descifró el ADN constituye una curiosa excepción en un mundo científico complicado por la influencia contradictoria de la ambición y el sentido del juego limpio.” (p.9)

Así pues, Watson (2007) haciendo uso del papel de la historia para contar lo que ocurre según las posibilidades para hacerlo deja entrever las tensiones a las que se vio abocado por sus planteamientos que tuvieron contundencia entre sus colegas investigadores.

Si se revisan otras formas de hacer alusión a lo devenido sobre la historia -a veces también filosofía, sociología, antropología- de la biología molecular (Monod, 1976; Thuillier, 1976; Suárez y Barahona, 1992; Atlan y Bousquet, 1997; Suárez, 2005) o biotecnología (Bud, 1991, 1993, 2003; Fukuyama, 2003; Rifkin, 2009; Díaz, 2010), se encuentra que cada uno le pone su propio acento, impronta, sus perspectivas apoyan la comprensión, coadyuvan a tener miradas que otros no han tenido al respeto, o que ya se han tenido pero que pueden ser vista de manera distinta: seguimiento a conceptos, la relación con otras ciencias, implicaciones sociales y económicas, organismos y políticas internacionales, nuevas perspectivas para el avance de las investigaciones, la razón de ser y hacer en la educación, en enseñanza, la producción del aprendizaje.

Luego, si bien es cierto que la mirada internalista es esencial para la comprensión del conocimiento no es menos dicente que está en coexistencia con la externalista se constituyen en elementos claves para la enseñanza de la biotecnología. No sobra escribir que varios autores ya han expresado la relevancia que tiene la historia (Oliveira y Da Silva, 2011; Sousa, 2014; Tolvanen, Jansson, Vesterinen y Aksela, 2014) y la filosofía (Gil-Pérez, 1993; Höttecke, Henke y Riess, 2012; Godoy, 2015; Henke y Höttecke, 2015), la filosofía (Mellado y Carracedo, 1993; Adúriz-Bravo, Izquierdo y Estany, 2002) y la epistemología (López, 1990; Harres y Porlán, 1999; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001; Acevedo, *et al*, 2005) en la didáctica de las ciencias. En el último apartado de este capítulo intentaré elaborar algunas ideas al respecto a la enseñanza de la biotecnología en Colombia.

### **1.3. Tensiones, presiones y emergencia de campos de investigación a propósito de las características visible e invisibles de los seres vivos y su manipulación**

Se puede decir que la biología se ha diversificado en varios campos los cuales han contribuido al entendimiento y control del fenómeno vivo, algunos han sido muy afines por lo que prácticamente se han nutrido unos a otros, son varias las denominaciones que estos campos han tenido hasta la fecha, según la tradición académica del o de los investigadores que las han mantenido y hasta cierto punto defendido. Si bien es cierto algunos tiene especificidades, los resultados de sus

investigaciones caen fácilmente en otros campos más generales que suelen ser los más reconocidos, recogiendo entonces éstos los créditos que proceden de otros. Incluso puede ocurrir que dos o más denominaciones de campos investiguen asuntos muy similares, como es el caso para la biotecnología, bioquímica, biología molecular, ingeniería genética.

Aguilar (2009) ya hacía patente que desde la biología se estaba dando la emergencia de perspectivas específicas para disciplinas de diversa índole:

“Inmersa en el proceso de posmodernidad, la biología se ha hibridado con la lingüística, la información y también con el arte, después de que tradicionalmente haya estado emparentada con la economía y la sociología. La ciencia pos-moderna incorpora el prefijo *bio-* en las más variadas disciplinas. Hoy son comunes al menos 20 términos con ese prefijo: biosemiótica, biotecnología, bioestadística, bioinformática, bioingeniería, biofísica, bioquímica, biomecánica, biomedicina, biometría, biopolítica., bioeconomía, bioética, bioarte, biopsicología, sociobiología, ecobiología, bioenergética, bioantropología y biofilosofía. Este fervor biológico retrotrae al terreno de la vida toda explicación del fenómeno social, económico, político, ético o semiológico en cualquier vertiente, ya sea el propio funcionamiento de la sociedad humana, la explicación de la biología como código, información, o el propio funcionamiento de la mente según unidades análogas a los genes, como en la Teoría de Memes. Cuando el final del borrador del proyecto de secuenciación del genoma humano se publicó el 12 de febrero de 2001 en *Nature*, se produjo una panspermia de la idea de vida extensible a cualquier campo de conocimiento, lo que hace que la comprensión del fenómeno de lo vivo haya sido replanteada desde muy diversos ámbitos.” (Aguilar, 2009:359-360)

Con esto es evidente que los estudios en el territorio de la bio-logía han engendrado variedad de opciones disciplinares de conocimiento para pensar en lo vivo en la medida que se han develado las raíces que sustentan formalmente explicaciones sobre lo que hace funcionar, emerger y evolucionar una organización viviente. Como quizá no podía ser de otra forma el *Homo sapiens* ha inundado con su racionalidad lo inanimado a la vez que esto lo ha colmado de sus propias estructuras químicas para que se piense a sí mismo como vivo. Parece que los resultados de las investigaciones en la biología han diseminado otros campos de investigación al igual que lo vivo se diseminó por el planeta tierra una vez que las moléculas se organizaron “inteligentemente” para dar cuenta de tal fenómeno que desde finales del siglo XIX le *empezaría a dar un giro al pensamiento no solo sobre lo vivo y lo inerte, sino también muy lentamente a la epistemología del conocimiento biológico*. Es decir, nuestra especie, en razón de su pensamiento y características distintivas de otras especies, propendió por entenderse como diferente a lo no vivo, sin embargo esto es cada vez más matizado a raíz de las investigaciones sobre la “materia vida”, como ya lo reseñaré unos párrafos más adelante a propósito de la biopolítica y la biotecnología.

Según enuncia Aguilar (2009) en el primer año del siglo XXI se produjo una explosión de asociaciones de la idea de vida con variedad de campos de conocimiento, asunto que considero siempre ha existido, es *sine qua non* a la concreción del pensamiento sin importar si este es formal o informal -disciplina o no de conocimiento-, sin embargo, no estoy de acuerdo en ubicar el

fenómeno de lo vivo como replanteado desde diversos ámbitos –leer parte final de la cita anterior– toda vez que dicho fenómeno tiene como centro de investigación a la biología y no a otros campos. Lo cual no quiere decir, desde luego, que la biología sea la propietaria exclusiva del fenómeno como de hecho más adelante se podrá explicitar, sino que quizá lo que puede ser más adecuado señalar es que la biología ha tenido que replantear el fenómeno de lo vivo, otros campos en cambio lo que han buscado hacer es tener en cuenta las nuevas disposiciones de la biología para poder ampliar sus explicaciones según el fenómeno que tengan como objeto de estudio.

En el entendido del anuncio de Aguilar (2009) respecto a las posibles disciplinas, no concuerdo con que, por ejemplo, la bioeconomía o biofísica estudien lo vivo en el mismo sentido de la biología o más aún de la biología molecular, ya que su objeto de estudio es muy diferente, esto no niega que éstos campos se relacionen para soportar un asunto que les compete no tanto en cuanto a lo vivo *per se* como de la vida. En esto hay que declarar que son innegables los aportes de la física y la química, y de otros campos que puedan llevar el prefijo o no de bio, pero esto no quiere decir que el fenómeno en si se replantee en dichos campos de conocimiento ya que estos solo emplean la biología. Considero que el fenómeno en si es replanteado por la biología sin desconocer que para hacer esto se pueda valer de conocimientos externos. No sobra parafrasear a Reissig (1983), quien he citado unas páginas atrás, en cuanto a que son imprescindibles las leyes de la química, física, etc., sin embargo, éstas constituidas en los seres vivos adquieren nuevas propiedades, lo vivo no es posible de explicar sin tener en cuenta la lógica de la biología.

Quizá puede tener razón Aguilar (2009) al declarar que a partir del 2001 se haya dado una irradiación de la idea de vida a los campos de conocimiento lo cual explicaría la asociación del prefijo bio con otros campos, pero de todas maneras tal tendencia se venía generando desde mucho antes, generando no un vínculo entre términos sino además una concepción distinta sobre las características de cada disciplina, además de generarse el inicio de una transformación paulatina en lo que respecta a las disciplinas cerradas, puras, duras. En este sentido, en la década de los setenta del siglo XX Jacob (1976) ya avizoraba con claridad una dinámica distinta entre las disciplinas, en clave de la biología expresa:

“En el curso de los veinte últimos año, la biología ha conocido una transformación profunda por la convergencia de disciplinas mantenidas largo tiempo independientes tanto por los problemas que consideraban como por el material y la metodología que utilizaban. Tanto es así que la fisiología celular, la genética, la bioquímica, la virología, la microbiología, se han fundido en una disciplina común, que hoy se está de acuerdo en designar como bajo el nombre de biología molecular.” (Jacob, 1976:45)

Como se puede leer, Jacob (1976) entiende en su momento que la biología no es la misma como resultado de la llegada de nuevos aportes devenidos de otras disciplinas, establece que dichos aportes disciplinares conducen a una común: la biología molecular. Con base en lo anterior, analicemos pues otras tensiones y presiones disciplinares, al igual la denominación de nuevos campos, que se han desarrollado alrededor del estudio de lo vivo.

Desde luego que la transformación de las concepciones tienen razón de ser, en buena parte, por la dinámica y evolución en que se va fraguando el conocimiento en términos de los *territorios de Estado y territorios académicos*, por sus culturas, por el poder, por las tensiones y presiones entre estos, al igual que por la superación de los obstáculos epistemológicos que por siglos se hayan mantenido. Es usual que una investigación no empiece sin tener unos antecedentes obtenidos en otras investigaciones del mismo campo o de otros, o de otros países. De allí que muchas veces contar la historia del desarrollo de una disciplina se torne compleja, como ya se ha podido evidenciar con la didáctica y la pedagogía, y brevemente, por el momento, con la biotecnología y la biología molecular.

En el juego de las lógicas de las disciplinas, desde una perspectiva absolutista podría pensarse que las teorías emergentes de estas no pueden ser empleadas por otras disciplinas sino es que las emplean *per se*, por lo que entonces estas estarían condenadas a ser reducidas, afinadas en sus disciplinas de origen. En este sentido, por la inmensa posibilidad de percepciones que pueden “existir” sobre los fenómenos, objetos, problemas, etc., no es que haya teorías falsas o verdaderas sino que algunas lo son más de un lado de una disciplina que de otra (s) disciplina (s). Siendo arriesgado, toda teoría falsa tiene algo de verdadera y viceversa toda teoría verdadera tiene algo de falso.

Esto quiere expresar que la conformación de la verdad y lo falso se ubican en el terreno de lógicas que pueden ser compartidas, es decir que pueden coexistir para explicar un fenómeno, el rompimiento de la dicotomía, valga la redundancia, debe (Bachelard, 2009 y 2010) dialectizarse. Lo cual no niega que las disciplinas mantengan sus lógicas connaturales a su (s) objeto (s), como es el caso de la biología; el hecho de que se presente la conexión con otras disciplinas antiguas o nuevas no quiere decir que necesariamente el territorio académico desaparezca o que cambie de nombre como da la impresión Jacob (1976:45) en la cita anterior, quiso declarar al supeditar otras disciplinas a la biología molecular, buscando explicitar -al parecer un giro- con ello a la biología pero presentándola como molecular.

Monod (1976) y Saint-Jackes –este último, en el prefacio al libro de Monod (2000) *El azar y la necesidad. Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna-* le dan mayor reconocimiento a la biología sin desconocer lo molecular que le subyace, de hecho, Saint-Jackes declara:

“La biología ocupa, entre las ciencias, un lugar a la vez marginal y central. Marginal en cuanto que el mundo viviente sólo constituye una parte ínfima y muy «especial» del universo conocido, de suerte que el estudio de los seres vivos no parece poder lograr jamás la revelación de unas leyes generales, aplicable fuera de la biosfera. Pero si la ambición última de la ciencia entera es fundamentalmente, como creo, dilucidar la relación del hombre con el universo, entonces es justo reconocer a la biología un lugar central puesto que es, entre otras disciplinas, la que intenta ir más directamente al centro de los problemas que se deben haber resuelto antes de poder tan sólo plantear el de la naturaleza humana, en unos términos que no sean metafísicos.” (p.9)

Ante esto, y las posibles posturas, lo que se puede manifestar es que la permanencia de una ciencia en el tiempo y el espacio no debería ser un capricho sino todo lo contrario debería ser el resultado de la lógica que le subyace al fenómeno, de su constancia sustancial mantenida para ser explicado, interpretado, y desde luego que de la dinámica académica en el campo de investigación. Como quiera que sea, a veces las nuevas configuraciones del conocimiento que intentan recoger varias disciplinas en un solo territorio académico no se ajustan a la naturaleza que antecede a la lógica del fenómeno, por lo que solamente lo que ocurre es la proliferación de nuevas denominaciones que ponen en tensión y presión a los campos, tanto los que tienen más tradición como a los nuevos, que a veces también no suelen ser tales dado que lo que hacen es lo que ha hecho otro campo. Desde luego que en esto no hay, y tal vez nunca habrá, una última palabra, todos pueden tener la razón pero no necesariamente la verdad, simplemente lo que se busca es el predominio de alguna idiosincrasia ya sea individual o colectiva. De todas maneras, siempre habrá la tendencia a ser más proclives hacia una u otra tendencia. Aunque las tendencias –los énfasis- de investigación también se pueden complementar, coexistir, “nutrirse”, sus teorías pueden ser empleadas total o parcialmente.

Dando peso a lo externalista, más que a lo internalista, y a la incertidumbre en que navegan las disciplinas en cuanto a su comportamiento durante el tiempo Fourez (2006) pone de relieve que:

“La evolución de las disciplinas científicas no se corresponde con una lógica predeterminada y previsible. Más bien pone de manifiesto una historia en la que puede darse lo nuevo, bifurcaciones imprevisibles, todo ello condicionado por un conjunto de circunstancias sociales, económicas, culturales, etc., pero no totalmente determinadas por ellas.” (p.79)

En esto entonces, no existen más que aproximaciones para comprender lo que puede ocasionar que las disciplinas se ramifiquen, que algunas contengan a otras, pudiendo incluso adsorberlas, opacarlas, pero como sea no solo depende de estas, de sus miembros -sus teorías, conceptos, principios, filosofía-, sino también, quizá ahora más que nunca, del Estado y las circunstancias destacadas por Fourez (2006).

Extrapolando, la historia de la biología molecular y la biotecnología, en fin, la historia en parte de la biología, fueron emergiendo y coexistiendo campos muy cercanos entre sí, que se puede decir fueron resultado de las condiciones y circunstancias de tipo internalistas y externalistas, que fueron generando la evolución de campos tales como la biotecnología, la bioquímica, la biología molecular, la ingeniería genética. Entiendo que esto no se puede escribir tan rápidamente, por lo que en el siguiente apartado dedicaré unas páginas más. En cuanto a lo que se expresará, cabe aclarar que no trato de hacer presentación y análisis de cada uno de los campos, *stricto sensu*, tampoco pretendo establecer una clasificación o generar otra (s) denominación (es), o hacer seguimiento a cómo surgen, en cambio sí persigo poner de manifiesto las tensiones que se generaron, por las investigaciones orientadas a examinar las estructuras químicas -y su función- de las sustancias que contenía la célula, fundamentalmente.

### **1.3.1. ¿Biotecnología, bioquímica, biología molecular, ingeniería genética? Momentos de emergencia según las condiciones y circunstancias**

Con la aproximación a la historia de la biología molecular de Claros (2003), más que con la historia de la biotecnología de Malajovich (2012), se pueden evidenciar algunos resultados de investigaciones que marcaron muchas veces el proseguir de otras investigaciones o incluso investigaciones sobre un mismo aspecto desarrolladas al unísono desde campos distintos, por ejemplo: los biólogos celulares buscan establecer relación entre la división celular y la replicación de los cromosomas; los microbiólogos trabajan con bacterias y virus intentando desentrañar la naturaleza del material genético, explicando las mutaciones o como las bacterias podrían transformarse de no virulentas a virulentas; ante la imposibilidad de tratar los problemas biológicos mediante experimentación, los físicos avanzaron mediante la cristalografía mediante los rayos X en la dilucidación de la estructura que portaba la información genética, en esto los bioquímicos y los biofísicos fueron muy cercanos, como se podrá hacer patente con Vera (1990).

En fin, los resultados y avances en las investigaciones sobre el material genético no fue exclusivo de un campo aun cuando se puede expresar que algunos fueron tomando más espacio, por los problemas que imperaban y que eran más proclives de ser abordados por unos campos más que por otros.

Con la historia de Claros (2003) no es entendible una cierta acumulación o continuidad del conocimiento, todo lo contrario, los obstáculos, las equivocaciones, las tensiones y el devolverse a los antecedentes de las investigaciones demuestra cómo se generan cortes que cambian o amplían la (s) lógica (s) para pensar a la vez en otras posibilidades según las circunstancias de cada campo.

Los resultados de algunas investigaciones, en algunos momentos, han marcado nuevas lógicas generando periodos o incluso a veces campos, o el mantenimiento de otros, en Claros (2003) se evidencian: la genética clásica, la biología molecular, la ingeniería genética, la genética del desarrollo, la genómica, la postgenómica, que han propiciado maneras particulares de abordar los problemas de investigación y lo que se hace con los resultados, los últimos cuatro no son explícitos hasta donde avance con la historia de la biología molecular de Claros (2003).

Otros campos que no son muy destacados por Claros (2003) y Malajovich (2012), pero que tienen clara incidencia en la historia son la enzimología y la inmunología. En todo este sistema de coexistencias de conocimientos devenidos de varias vertientes de conocimiento, aparecen denominaciones de campos que entran con más fuerza que otras, y que algunos autores las han promocionado abarcadoras, es el caso de la biotecnología y la biología molecular.

La biotecnología ha devenido como la denominación más general para hacer alusión a la reunión de varias disciplinas que en su conjunto han participado o surgido como resultado de la investigación sobre los organismos, la célula (funciones, desarrollo y procesos) y sus componentes, entre ellos el núcleo –y sus cromosomas, sus plásmidos-, los tejidos, donde las explicaciones han trascendido en términos de estructuras moleculares.

Al hacer alusión a la biotecnología y la biología molecular se puede encontrar que estas han bebido de los contenidos de conocimiento de otras disciplinas de tradición, que tienen más tiempo de haber emergido y haberse consolidado, por ejemplo la microbiología, la inmunología, la bioquímica y la genética, que según Malajovich (2012), surgen a partir de 1850, no obstante, se han concebido contenidas en estas más jóvenes, más recientes. Como ya se citó antes, Jacob (1976) ha reconocido que bajo la denominación de biología molecular –no la de biotecnología- se ha fundido varias disciplinas, vale la pena explicitar una vez más parte de la cita que da cuenta de esto: “...la fisiología celular, la genética, la bioquímica, la virología, la microbiología, se han fundido en una disciplina común, que hoy se está de acuerdo en designar como bajo el nombre de biología molecular.” (Jacob, 1976:45)

Para el caso de la biotecnología, la bioquímica, la biología molecular y la ingeniería genética, se podrá evidenciar cómo estas entre sí se retroalimentan pero muchas veces unas toman más reconocimiento, por lo que otras tienden a ser poco reconocidas.

¿Cómo poder reconocer que un conocimiento corresponde a una disciplina y no a otra cuando tiene tanta proximidad al conocimiento que producen? ¿Por qué es tan relevante en el mundo académico identificar un territorio propio? y ¿Cuándo y por qué a veces se propende por agrupar a varias disciplinas bajo una misma denominación? Son preguntas relevantes para aproximarse a la complejidad que reviste la realidad de las comunidades de investigadores, sin embargo se explicitan aquí no para resolverlas dado lo que ello en sí implica, pero sí hacer un acercamiento a las disciplinas señaladas en el párrafo anterior a propósito de entrever el panorama que se vislumbra para enseñar biotecnología.

En la lucha por hacer prevalecer ciertas disciplinas, los investigadores pueden ser conscientes de que existen otras denominaciones de disciplinas que investigan asuntos similares pero de todos modos por tradición mantienen las que han construido en sus grupos de investigación o países. Las evidencias de esto se encuentran no solo en las disciplinas que se pondrán en análisis a continuación sino también para el caso de la pedagogía, la educación y la didáctica que fueron analizadas en el capítulo IV. Es el seguimiento a algunas publicaciones en los campos lo que mayoritariamente permite manifestar lo anterior.

Se puede inferir que a la denominación de un campo le subyace un objeto de base que en la medida que va cambiando, y dependiendo de qué tanto muta, puede generar nuevos campos o ser más reconocida entre sus pares de investigación. Para Fourez (2006) “...una disciplina científica está menos determinada por su objeto que por su objetivo. (p.79). La primera afirmación, se podrá ilustrar más adelante entre la biología y la bioquímica, y esta última con la biología molecular, a la vez que ésta con la ingeniería genética. Lo cual no quiere decir que sea un asunto de causa efecto lineal. Todas estas disciplinas beben las unas de las otras, necesariamente coexisten para ser explicadas y para ser reconocidas, en sí se retroalimentan.

En el sentido de los paradigmas de Kuhn, Fourez (2006) establece en la evolución de una disciplina elementos relacionados con lo externalista que corresponde al periodo preparadigmático, y lo internalista que corresponde al periodo paradigmático. Ante las características de la biotecnología

se podría declarar que esta está mucho más en conexión con el exterior por lo que se supondría que está en un periodo de evolución preparadigmática, no obstante, el hecho de prevalecerle tal característica no obedece del todo a que sea una disciplina joven, ya que en sí esta es recaudadora de conocimiento de otras disciplinas con más tradición y representante de intereses externos que llegan a ser internos.

En general para las disciplinas, la naturaleza de las investigaciones, por la capacidad de abordar su especificidad y recoger las otras para generalizar su especificidad, la denominación que reciba puede, en algún momento, ser declarada como la que contiene a otras denominaciones, los casos más evidentes son la biología, la biología molecular y la biotecnología, desde luego que esto está supeditado a cierta idiosincrasia. En última instancia, el reconocimiento de una denominación de una disciplina depende de las condiciones y circunstancias, internas y externas, también de la dimensión y naturaleza que adquiere el objeto y de sus objetivos. El de la biotecnología es quizá el más discutible.

Es oportuno para empezar, abordar la denominación de bioquímica que *de facto* ya pone en tensión dos campos –la biología y la química- que tienen sus propias lógicas, pero que de todas maneras hay que expresar la biología bebe profusamente de la química pero esta tiene bajo el mundo biológico un espectro más para estudiar la transformación de la materia. Pero en esta conexión ¿A qué campo se puede indilgar el conocimiento de la bioquímica, a la biología o a la química, a ambas o a ninguna? Si la respuesta es que a la bioquímica, entonces se estaría aceptando que la bioquímica *per se* responde al fenómeno vivo en tanto tal, así como a la composición y transformación de la materia solo que desde el fenómeno de lo vivo, o viceversa, que responde al fenómeno de la transformación de la materia como tal, así como al fenómeno de lo vivo solo que desde la transformación de la materia. De cualquier manera la existencia de los dos fenómenos, el de la biología y el de la química, se muestran necesarios en tanto se constituye un campo para su estudio, en la hibridación de los conocimientos que se torna esencial en su justa dimensión del objeto para la coexistencia de la química y la biología para explicar la emergencia de la bioquímica.

Pero el asunto no es tan simple ya que tanto el campo de la química como el de la biología reclamarán la posesión de los conocimientos que deriven del híbrido, incluso los miembros del campo de la bioquímica pueden entrar en la tensión a reclamar lo propio para su campo. La historia que narran Rubio (2008) y Municio (2004) sobre la bioquímica dejan en evidencia las complejidades que se desarrollaron, Rubio (2008) identifica un punto de equilibrio por lo que destaca que “El desarrollo de la Química orgánica y de la Biología en la segunda mitad del siglo XIX influyó de forma determinante en el origen de la Bioquímica.” (p.24).

Por su parte, Municio (2004) entiende en conjunto, no solo las presiones –lo externo- entre la biología y la química, sino además las tensiones –lo interno- entre la química y la química orgánica, a propósito de la bioquímica, entiende que en el desplazamiento de la continuidad, en la aparición de la discontinuidad, es cuando se presentan los rasgos más esenciales de la historia nueva: las especificidades que nacen y las formas de relación que permanecen. En concreto explícita que:



“Bajo estos planteamientos podemos ya referirnos tanto a la continuidad de la Química y de la Química Orgánica y a los límites del umbral de sus oscilaciones, como a las discontinuidades que sirvieron al origen de la Bioquímica; sin que ello quiera significar la existencia de límites definidos, tan innecesarios como imposibles de establecer cuando las grandes inercias creadoras de la Química y de la Química Orgánica fueron capaces no tanto de penetrar en un nuevo campo del conocimiento, aún inexistente, sino más bien de irlo creando al contacto de las cualidades y los fenómenos de los individuos y las poblaciones de seres vivos.” (Municio, 2004.342)

Para dirimir el asunto en cuestión, al igual que otros semejantes, que se develan desde la historia, filosofía y epistemología, no existe una jurisprudencia, solo existe la lógica, los buenos argumentos, la configuración de un objeto –resultado del azar- y “la defensa”, en el buen sentido de la palabra- que los investigadores y profesionales de cada campo usan en tanto académicos que se debaten en el mundo del conocimiento y de sus idiosincrasias, de sus culturas. Me atrevo a decir, que además de lo anterior, el mayor o menor uso de la denominación de un campo de investigación es resultado de las circunstancias y el significado que el nombre vaya adquiriendo según se haya denominado el campo y las características del conocimiento que produce. Vale decir que la validación de los conocimientos de un campo se enuncia desde su interior, en cambio el exterior identifica conocimientos bajo la denominación de un campo y los puede reconocer según lo que impliquen en lo individual y lo colectivo social. Se puede inferir que esto es lo que Fourez (2006) reconoce como el objetivo de una disciplina.

Se puede adicionar a lo anterior, la manifestación de Ball (1994) “...las posibilidades de significado y de definición están cubiertas de antemano por la posición social e institucional de quienes hacen uso de ellos...de las prácticas institucionales, de las relaciones de poder...” (p.6). Así pues, introducir y mantener una denominación y su significado, es asunto del exterior y de sus prácticas, aunque hay que señalar que esto no siempre es así ya que puede pasar que un campo de investigación esté fuertemente influenciado incluso desde su interior para ser promocionado, en este caso el poder externo ha permeado las prácticas internas del campo. Las Ciencia (s) de la Educación son un ejemplo claro, aunque la biotecnología también lo es.

Con razón, en cuanto al tema de interés aquí, Vera (1990) ya advertía que definir una ciencia tal como la bioquímica no era una tarea fácil, ante lo que continúa expresando que “Definir es encerrar en límites, delimitar. Y tratándose de una ciencia, es menester realizar tal delimitación atendiendo al objeto estudiado y al método con que se estudia.” (p.23).

En verdad que hacer alusión a una definición más que a la conceptualización, bajo las características que reviste el conocimiento en la actualidad, es permanecer incrustado en el pasado en el que se practicó vehementemente la explicación desde posturas disciplinares de conocimiento dogmático, rígido, duro, cerrado. Lo que sí parece acertado de Vera (1990) es el perseguir la concreción de un objeto, asunto que este autor considera para la bioquímica algo complejo “...porque el objeto estudiado son los organismos vivos, sin limitación alguna. Otras disciplinas biológicas se dedican al estudio de algún tipo de organismos: las plantas, los animales, los microorganismos... Pero la bioquímica no.” (p.23).

De todas maneras, Vera (1990) formula una definición: “*La Bioquímica es una forma de estudiar la Biología, que persigue dar una interpretación de los procesos vitales orgánicos en términos de la estructura y dinámica de las moléculas que constituyen un organismo vivo.*” (p.52). Ante esta declaración advierte que ésta la entiende “...en un sentido tan amplio que englobará a la Biología Molecular, y en cierto modo, a la Biofísica.” (p.52), agrega también que la definición que propone es claramente un cambio a la que usualmente se acotaba como “...la ciencia que estudia las reacciones químicas de los organismos vivos” (p.53) dado que es, continúa Vera (1990), “Pasar de estudiar un determinado aspecto de los organismos vivos, su metabolismo, a estudiar su totalidad...” (p.53).

A decir de Vera (1990), la bioquímica pasó de estudiar la composición química de los organismo vivos a cubrir la totalidad de la biología, de lo que se puede inferir que la bioquímica no es una parte de la biología sino, como lo señala este mismo autor en su definición, una forma de estudiar la biología. Adicionalmente, se denota, que ha acuñado otros campos –biofísica y biología molecular- lo que entrevé la presión que se desarrolla hacia estos en tanto propende por asirlos al suyo. Que lo logre no dependerá directamente de él, dependerá de la eventualidad de producción de conocimiento y su impacto, naturaleza que adquiere el objeto, de su capital simbólico dentro de su campo y la de los miembros de los otros campos, además de las condiciones externas: esencialmente la de otros campos, lo comercial y político, como he destacado unos párrafos atrás. Aunque también la tradición podría tener fuerte influencia, aunque no funciona igual para todos los casos.

Vera (1990), encuentra fundamental abarcar los campos de investigación –biofísica y biología molecular- que considera aportan suficientemente al de la bioquímica, ante esto se torna indispensable explicitar cuáles serían las conexiones que entiende tiene la bioquímica con los campos que reduce a ésta.

Para el caso de la biofísica (Vera, 1990) los vínculos con la biología se sostienen a través de los principios de la termodinámica de procesos irreversibles lo que permite el acceso a la interrelación espacial y temporal entre estructuras y componentes, lo que facilita describir no solo los procesos de transporte, sino también de evolución temporal de los sistemas. Continúa el autor expresando que con ello se han descrito y analizado modelos de autoorganización de poblaciones –a nivel molecular o no-, que resulta útil de aplicar en estudios de problemas ecológicos y evolutivos. La estructura de las biomoléculas también son asuntos de la biofísica si se estudia mediante la mecánica cuántica o de la termodinámica estadística. Otros asuntos están relacionados con los fenómenos de interacción radiación-materia que están en la base de la fotobiología o radiología. En todo caso, el estudio biofísico presupone un conocimiento de la base biológica y molecular (Vera, 1990).

En cuanto a la biología molecular, este mismo autor se pregunta “¿Son exactamente idénticos los conceptos de Bioquímica y Biología molecular? ¿O existen diferencias entre sus contenidos?” (p.106), ante lo que contesta que “En rigor ambos términos se refieren muchas veces a las mismas realidades.” Para soportar la respuesta se sirve de una publicación de la *Biochemical Society*, en especial de la siguiente cita: “...la Biología Molecular constituye el desarrollo natural de la

Bioquímica y no existen diferencias, en principio, entre la Bioquímica y la Biología Molecular en cuanto a sus fines...” (p.106), continúa expresando que el planteamiento en dicha publicación es correcto. No obstante, manifiesta que el uso ha generado ciertas diferencias entre sus contenidos, como por ejemplo que la bioquímica abarca asuntos como las reacciones químicas del metabolismo, aunque, citando Vera (1990) a Freifelder (1987), deja puesta una tensión cuando declara “...si una reacción enzimática se regula por un cambio en la estructura de la enzima, un biólogo molecular probablemente reclamará para sí la cuestión (aunque un bioquímico podrá no estar de acuerdo).”, de todas maneras afirma que hay otras cuestiones que no tienen discusión que pertenecen a la biología molecular: “...todas las relacionadas con las bases moleculares de la herencia...” (Vera, 1990:107).

Ahora, según Claros (2003) desde mediados del siglo XX, una vez que ya se conoce la naturaleza química del material genético, la investigación puramente mecanicista empieza a disminuir, ya que ahora se prefiere explicar los procesos biológicos en el contexto del organismo entero (*in vivo*), a ser posible, en lugar de en condiciones artificiales (*in vitro*) o en cultivos de células. Destaca que “Por eso disminuye la importancia de los descubrimientos bioquímicos y se da más importancia a todo lo relacionado con la biología molecular y la genética molecular.” (Claros, 2003 p.174). Aún más, en busca de una clara distinción entre la biología molecular y la bioquímica, afirma:

“Al igual que en su día la aparición de la revista *The Journal of Biological Chemistry* [en 1905] supuso la consolidación de la bioquímica, la aparición en 1959 de *Journal of Molecular Biology* de la mano del sudafricano Sydney Brenner, en la Universidad de Cambridge, supuso la confirmación de la biología molecular como un área de conocimiento e investigación independiente.” (Claros, 2003:174)

Si se reconoce que el capital simbólico tiene un lugar muy especial tanto en la emergencia como en la posterior consolidación de una disciplina, no obstante resulta muy arriesgado suponer que con la “aparición” de una revista ya se consolide, se torne independiente. Como ya he resaltado denodadamente con Bourdieu (2003) y Becher (2001), al asunto le subyacen muchos más elementos que no se concretan con una revista, muchas veces ni siquiera con grandes volúmenes de libros y revistas, desarrollo de eventos y formación universitaria de sus miembros, como se ha podido encontrar en la didáctica y la pedagogía.

Pero continuemos explicitando otras relaciones disciplinares. Por ejemplo, para Barahona (2004):

“La ingeniería genética se desarrolló como una rama de la biología molecular. Esta involucra el estudio de los procesos de transmisión hereditaria (duplicación, transcripción y traducción), y el estudio de las tres clases de macromoléculas (ADN, ARN y proteínas). Aquella es el conjunto de técnicas que permiten la recombinación del ADN en el laboratorio, se basa en la manipulación directa de los genes o segmentos de ADN (que codifican para una determinada proteína), y en la de sus mecanismos de expresión.” (Barahona, 2004:11)

A decir verdad, en estos dos campos no parece haber mayor incertidumbre toda vez que la perspectiva que se da en la investigación parece establecer distinción, no obstante, se encuentra

muy evidente que a la ingeniería genética, le subyacen constructos teóricos de la biología molecular, en esto estarían de acuerdo también Claros (2003) y Malajovich (2012).

Para Portnoff y Thomas (2009) la noción de ingeniería genética -a menudo “ligera”- “...adquiere todo su sentido en la mirada de los ingenieros: lo vivo no es solo materia prima o alimento sino que se convierte en factor de producción, de transformación industrial, de caracterización analítica.” (p.33). Con este anuncio la biología molecular adquiere otra connotación ante el uso de los seres vivo, el mercantilismo se hace evidente a través de la ingeniería genética, también llamada por Díaz (2010) y Malajovich (2012) “tecnología del ADN recombinante”. Rifkin (2009) reconoce que mientras la alquimia “... hizo tanto las veces de marco filosófico como de guía conceptual de la manipulación técnica del mundo natural.” (p.64), la algenia –“...significa cambiar la esencia de una cosa viva.” (p.64)- seguramente “...será el sistema filosófico y la metáfora global del siglo de la biotecnología.” (p.64).

En el sentido de la ingeniería genética Rifkin (2009) declara que “Un algenista ve el mundo vivo como un mundo en potencia.” (p.66), seguramente que para un empresario esto mismo puede significar materia prima in bruto para explotar, para obtener ganancias potenciales. En general se puede expresar con Rifkin (2009) que “El algenista es el ingeniero definitivo. Su tarea es «acelerar» el proceso natural mediante la programación de nuevas creaciones que, se cree, «rinden» más que las existentes en la naturaleza.” (p.67)

Pensando desde las ciencias biológicas, Díaz (2005) pone de relieve que estas han llegado a la industria y a la producción en general generando nuevas lógicas a los académicos: “Las universidades y los investigadores han salido de su castillo protector para mezclarse rápidamente con la industria, los negocios, los gobiernos y el comercio internacional. En otras palabras, comenzaron a crear empresas o a trabajar con ellas.” (Díaz, 2005:11). Con esto entonces la lógica de los campos ya no sólo subyace a los mismos sino que ahora de manera mucho más marcada estarán supeditados fuertemente a las presiones, incluso algunos investigadores son los emprendedores empresarios que ven en los avances de sus investigaciones moleculares y de modificación de la vida, un negocio.

En este sentido, la ingeniería genética toma mayor relevancia dado su campo de acción, no solo de investigación prometedora, sino además por la conexión que establece con lo externo. Precisamente, a propósito de lo que le puede subyacer a una disciplina en el periodo paradigmático -internalista- Fourez (2006), pone de relieve que ésta...

“...se mantiene “viva” en la medida que continúa en contacto con problemas en términos exteriores a ella (como el problema de la herencia de cara a la biología molecular). Sin embargo, la disciplina puede perder prácticamente todo contacto con asuntos “externos”: por ejemplo, identificando los problemas de la herencia con lo de la biología molecular, o diciendo –lo que viene a ser lo mismo- que la biología molecular ha resuelto el problema de la herencia.” (p.91)

Con base en esto parece que una disciplina tiende a desaparecer por el agotamiento de su objeto de investigación debido a la carencia de contacto con el exterior. Si se acepta tal declaración se estaría dando a entender que las disciplinas dependen más del exterior que de su interior, es decir que las disciplinas existan hasta que resuelvan un cuestionamiento, de allí en adelante entrarían en estado de extinción. Para Fourez (2006) existen dos posibilidades: "...o bien la disciplina se hace cada vez más inadecuada y se enfrenta con "problemas recalcitrantes", "anomalías"; o bien está relativamente dispuesta para contestar a las preguntas que se le plantean y entra en un ciclo postparadigmático." (p.91-92).

Teniendo en mente esto y las disciplinas más tradicionales se puede entender que han sobrevivido debido a la naturaleza amplia de su objeto base y la relevancia que tiene siempre que mantiene preguntas en un sentido amplio también. Por lo que, razón tiene Vera (1990) al intentar definir la bioquímica en un sentido tan amplio que englobara la biofísica y la biología molecular y no solamente la reacciones químicas de los seres vivos.

Entonces, la ingeniería genética toma relevancia como consecuencia de su quehacer en la investigación y lo que esta significa no solo para la sociedad sino sobre todo para la economía de los Estados, más que nada de algunos empresario que se apoderan de los resultados de las investigaciones. Un poco más adelante explicitaré con Ho (2001) lo que aconteció al presentar los productos devenidos bajo la denominación de ingeniería genética.

Ahora, es posible expresar que no es precisamente la biología *per se* la que se ha puesto bajo el umbral del capitalismo, como Díaz (2005) quiso subrayar al expresar que "Las ciencias biológicas han llegado recientemente...a la industria y a la producción en general, imponiendo nuevas características." (p.11). Es posible que con este anuncio incluya a la biotecnología como una ciencia de la biología, pero la realidad de la denominación que se utiliza actualmente, por lo menos para referirse al capitalismo emergente de las investigaciones en base a la ingeniería genética, es el de biotecnología.

En cuanto a esta última, Bud (1991, 2003) subraya que el ingeniero húngaro Karl Ereky (1868-1952)...

"...usó la palabra Biotecnología en 1917 en un artículo (escrito en alemán) en el que describe su planta industrializada de cerdos de engorde.<sup>59</sup> ...Dos años más tarde amplió sus ideas en un libro: *Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Großbetriebe*."<sup>60</sup> (Bud, 1991; 422)

Teniendo en cuenta las condiciones bajo las cuales fue acuñada la palabra biotecnología vale la pena realizar la siguiente cita en términos de Bud (2003):

---

<sup>59</sup> «32. "Karl Ereky, 'Die Großbetriebsmäßige Entwicklung der Schweinemast in Ungarn', *Mitteilungen der Deutschen landwirtschaftlichen Gesellschaft*, Vol. 34 (1917), 541-50." Bud (1991:449). Se traduce aquí del alemán al español [«El desarrollo de cerdos a gran escala en Hungría», Boletín de la Sociedad Alemana de Agricultura.]. La palabra "Großbetriebsmäßige" tiene variadas declinaciones.

<sup>60</sup> Traducido aquí el título en alemán al español correspondería a: "Biotecnología de la carne, la grasa y la producción de leche en las grandes empresas agrícolas"

“En tiempo de guerra en Hungría, los problemas de alimentos de origen animal en un momento en que los seres humanos clamaban por la escasez de proteína, llevó a alcanzar la eficiencia y el desarrollo del concepto animal-máquina, lo cual apoyó lo que el ingeniero Karl Ereky denomina "biotecnología". Por eso, en una serie de sus publicaciones de 1917 a 1919 puede ser considerado como quien acuñó el término. El concepto del Ereky fue recogido en Alemania, donde fue adaptado para describir el uso de microorganismos tales como levadura, como máquinas. Allí y en otros lugares de los años de la posguerra se dieron muchos intentos por hacer uso industrial de materiales agrícolas.” (Bud, 2003:2)

Así pues, la palabra biotecnología fue en principio acuñada a los animales y después a los microorganismos, en los dos casos asociada al mecanicismo clásico que entendía a los seres vivos como máquinas. De allí se encuentra que la biotecnología tiene fuertes vínculos con la producción, la industria y la posibilidad de solucionar problemas de alimentación.

Se puede afirmar que la biotecnología fue adquiriendo características muy generales que daban cuenta de múltiples resultados de investigación devenidos de varias disciplinas, me atrevo a decir que la biotecnología en sí no tiene las características propias de un campo de investigación, como por ejemplo, la bioquímica o la biología molecular, entre otros, en los que se practican experimentos y se hace seguimiento minucioso a cada resultado en aras de poder comprobarlos, sino que más bien la biotecnología es usada como receptora de los avances de las investigaciones a la vez que propenden por englobarlos en términos económicos, políticos y sociales. En el campo de la biotecnología en sí no es en donde se realizan las investigaciones sino que es una denominación que recoge varios asuntos que emergen de varias disciplinas y que adquieren una dimensión tal que puede ser vista como la promotora de las investigaciones y sus aplicaciones.

De todas maneras no sobra dejar claro que la palabra biotecnología –denominación- en sí ha pasado y pasa por varios intrínquilis. Hagamos otras aproximaciones, que puedan ayudar a abrir más el panorama que se tiene sobre la biotecnología –ya que los análisis anteriores sobre la biología y la química, para pensar en la bioquímica; y la bioquímica y la biología molecular, y la ingeniería genética, ya han dado un contexto inicial de la biotecnología-, esto sin el ánimo de resolver las complejidades que se develan, solamente se trata de dejar presente tal condición para posteriormente poder analizar lo que implica enseñarla como ha sido una de las intenciones en esta tesis doctoral.

Si se plantea que la biotecnología siempre ha existido, no obstante de que la palabra en sí no haya existido siempre, pero que cuando se hace existir la palabra entonces se propende por hacerla ver como que siempre ha existido, lo cual es válido, pues surgen cuestionamientos respecto a si se está haciendo referencia a la misma biotecnología, o se podría hacer distinción entre una antigua o tradicional y una nueva, que suele adjetivarse como moderna.

En todo caso, según Ho (2001) el debate acerca de cuáles son las características de la nueva biotecnología tiene su origen “... desde los primeros días de la ingeniería genética, en la década de 1970...” (p.25), momento en el que se empiezan a expresar las confusiones y oposiciones

paulatinamente en varios países: Austria, Noruega, Suiza, Francia, Reino Unido, India, Sur de Asia, Etiopia, Brasil (Ho, 2001).

Advirtiendo que inicialmente se promulgaron los productos y servicios derivados de las modificaciones genéticas en nombre de la ingeniería genética y no de la biotecnología, Ho (2001) pone de relieve que ante la incertidumbre, inseguridad y dilemas de tipo ético, simultáneamente, "...las industrias biotecnológicas y sus amigos, e incluso los propios consejos de investigaciones gubernamentales, distribuyeron profusamente panfletos e informes." (p.22), prosigue Ho (2001) expresando, que el fin de esto "...era promover una comprensión pública de la «modificación» genética (el término «ingeniería» había sido desterrado por los promotores, sobre la base de que sonaba demasiado inamistoso y atemorizante)." (Ho, 2001:22). Con esto entonces la promulgación de los adelantos y sus aplicaciones no debía hacerse bajo un concepto que generaba de entrada desconfianza en un asunto tan susceptible como lo vivo que durante siglos se ha mantenido bajo creencias más que todo creacionistas.

Ho (2001) escribe que buscando dar a entender que la biotecnología nueva era una continuidad de la tradicional solo que con algunos detalles de precisión en cuanto a su uso, puntualmente la autora plantea:

"La modificación genética, se nos decía, era sencillamente la última de un continuo sin fisuras de biotecnología practicadas por los seres humanos desde el comienzo de la civilización, desde la elaboración del pan y el vino pasando por el cruce selectivo de animales y plantas. La ventaja significativa de la modificación genética radicaba en que era mucho más precisa, ya que los genes podían aislarse y transferirse individualmente y a voluntad." (Ho, 2001:22).

Ante el dilema que se gestó y las intenciones que se perseguían para cambiar las concepciones respecto a la manipulación y modificación genética, Ho (2001) consideró que la palabra ingeniería debía de seguir manteniéndose para hacer referencia a la nueva biotecnología por lo que acuña la denominación de *biotecnología de ingeniería genética*. Esta autora, que mantiene una postura crítica a las investigaciones sobre la modificación genética y la implementación de los resultados por la industria para posteriormente comercializarlos, propende por poner en evidencia lo que de fondo se está movilizando con todo el andamiaje de la biotecnología desde el capitalismo sin mayores preocupaciones, por lo menos no tanto por la repercusiones ambientales, sociales, culturales, como si por la relacionadas con su inversión pecuniaria.

Así pues, la concepción inicial de Ereky en cuanto al uso de seres vivos para hacer más eficiente la producción de alimentos de manera industrial se retoma para abarcar un número amplio de productos y servicio que son o van a ser resultado de la aplicación de técnicas orientadas hacia la modificación genética que vienen de la ingeniería genética.

Desde la perspectiva de Lemkow (2000:35), señalaba que la confusión tenía sus raíces como "...consecuencia de que el término «biotecnología» es problemático en sí mismo.". Anotar esto, sería decir que el término tiene por naturaleza tal característica, es decir, que del contenido de la

bio-tecno-logia, de la articulación y relación de los sintagmas, se generaría tal problemática, esto por su descomposición. Si se reconoce que la biotecnología es originaria con la civilización humana pues tampoco se puede decir que el término en sí es problemático. Más bien lo que ha hecho que el término se complejice es la polisemia que se ha desarrollado como consecuencia de lo que implican la modificación genética y el direccionamiento que se le ha dado según los intereses de cada institución, Estado, poder.

Con Ereky, se puede encontrar que el término no fue utilizado por él al amparo del pleno desarrollo de la ingeniería genética, no obstante, Fári y Kralovánszky (2006) han subrayado que "...después de 1919, Ereky ha anticipado las posibilidades y el espíritu de la investigación molecular." (p.10), aún más presentan un fragmento de uno de los escritos de Ereky en el que identifica los ácidos nucleicos en todos los organismos vivos:

"Vemos que las proteínas, ya sea vegetal o animal en su origen, contienen los mismos aminoácidos. Lo mismo ocurre si comparamos los ácidos nucleicos que se encuentran en las plantas con los de los animales, los cuales están constituidos por purin y pirimidin más un tipo de monosacáridos y ácido fosfórico." (Ereky, 1918b). Así que ya en 1918 se proponía una unión de la biotecnología y los ácidos nucleicos." (Fári y Kralovánszky, 2006:10)

Ciertamente, la biotecnología tradicional ha tenido un giro en su significado como consecuencia de la biotecnología moderna, lo cual ha conllevado a diversas conceptualizaciones sobre la biotecnología. La razón de esto es debido, además de los intereses de diferentes instancias, de acuerdo con Malajovich (2012) y Rifkin (2009), a la acelerada producción de literatura respecto a la biotecnología desde la década de los ochenta, ya que las publicaciones fueron entretejiendo las posibles maneras de dar un sentido, dirección, significado al término, a la trascendencia que marcaban las investigaciones sobre lo vivo. Igualmente, Mendiola (2006) y Fukuyama (2003), destacan que la manera como lo vivo podría ser manipulado para mejorar características o reproducir características deseables en los mismos, abrió un espectro amplio de posibilidades para pensar los seres vivos.

Ciertamente, la biotecnología adquiere poder y valor en los discursos, connotaciones contundentes en dimensiones sociales, bioéticas, políticas internacionales y nacionales, económicas, antropológicas, entre otras. La naturaleza del conocimiento biotecnológico se fue constituyendo de tal manera que apenas si se dio espera para pensar –Rifkin (2009) y Tambornini (2003)- en la regulación de las investigaciones y las patentes de los descubrimientos. En toda la configuración de este conocimiento se fueron incluyendo conceptos, conocimientos de tradiciones científicas, como por ejemplo la química, la física, la biología, y de disciplinas como la genética, microbiología y virología (Grevechova, *et al*, 1995; Castellanos, *et al*, 1996; Fukuyama, 2003; Suárez, 2005), y de algunas disciplinas híbridas como por ejemplo la bioquímica, biología molecular. La estadística y la ingeniería, el periodismo, tienen también un papel importante.

Con ello se presentan diversos intereses, posibilidades y circunstancia proclives para la polisemia, los matices para entender la biotecnología son amplios ante las dimensiones de los problemas, necesidades y procedimientos que puede tratar. Dado que este conocimiento adquirió connotaciones



directas con la obtención de productos y servicios, los nichos industriales, empresariales,<sup>61</sup> al igual que las reuniones internacionales para empezar a regular la emergencia de investigaciones y comercio, se tornaron urgentes. Los aspectos de tipo normativo y ético - sobre todo-, requerían definir lo que era la biotecnología y otros términos que ronda a esta y que le dan la razón de fondo para su existir, unas páginas más adelante será oportuno presentar algunas de la definiciones acordadas en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992.

Definirla, o quizá sea mejor conceptualizar, era y es –si es posible y si tendría que serlo- esencial ya que en el fondo lo que se está manipulando científicamente –no artesanal o comúnmente mediante técnicas agrarias tradicionales- es el punto esencial desde el cual se contiene la materia vinculante con las características de todos los seres que están constituidos -“estructurados, organizados”-, a partir de información genética, es decir, todo aquello que puede estar o esté vivo. El asunto toma trascendencia ya que los términos vivo y vida están cargados de posturas teológicas, y variadas cosmovisiones arraigadas a las culturas.

Cuando haga algunos análisis sobre la educación en biotecnología en el último apartado de este capítulo, abordaré algunas de las definiciones que han derivado desde varios artículos -que a propósito de esta educación han enfatizado en el profesor- y lo que ello implica para la enseñanza de los contenidos de la biotecnología. Por el momento cabe destacar, quizá, la primera aproximación sobre lo que significó la biotecnología. Como se señalan Fári y Kralovánszky (2006) –citando a Bud (1989a); Bud (1989b); Bud (1991) y Bud (1993), autor reconocido por ser especialista en la historia de la biotecnología- fue Ereky, en su obra clásica "Biotechnologie", que apareció en Berlín en 1919, quien puntualizó la nueva disciplina. De acuerdo con esto, Lemkow (2000) manifiesta que Ereky la comprendió como: “Todas las líneas de trabajo con las cuales los productos son elaborados a partir de la materia prima con la utilización de organismos vivos.” (p. 35).

Otro aspecto que resulta polémico son los estatus epistemológicos que a la biotecnología se le ha dado. Se pueden encontrar casos en los que para referirse a la misma se ha acuñado términos como: disciplina (Aznar, 2000), disciplina horizontal (Puigdomènech, 2000; Díaz, 2010), disciplina multidisciplinar (Bolaños, *et al*, 2003) o interdisciplinar (Wilches, 2010). Roa y Valbuena (2009) han manifestado que se evidencia que la biotecnología se ha planteado de manera diversa: como ciencia, disciplina, multidisciplina, interdisciplina, entre otras, o simplemente no se le asigna un estatus definido.

Lo inmediatamente anterior y lo atinente con la participación de diversas ciencias y/o disciplinas científicas en la biotecnología, plantean por lo menos tres niveles para entenderla: como una simple concurrencia; como resultado de la interacción y enriquecimiento a partir de su participación de la interacción disciplinar, o como denominación para dar cuenta en general de unas investigaciones que tienen el síntoma claro de ser comercializables. Esto puede conducir a entenderla en general

---

<sup>61</sup> Según Díaz (2005) “El nacimiento de la industria biotecnológica habla de su dinamismo: en menos de diez años se había creado una industria altamente competitiva. Genentech fue creada por dos personas en 1976, menos de diez años después tenía casi mil empleados,...El fenómeno sigue: nuevos descubrimientos, nuevas empresas... ligadas a la “proteómica”; al cultivo de las células embrionarias; empresas de bioinformática; empresas “genómicas” ligadas a los usos de los resultados del Proyecto Genoma Humano, y siguen las firmas...” (p. 60 - 61).

como una ciencia o disciplina en sí misma y/o como producto de la ciencia o disciplinas con visos de ser claramente comerciable.

De Acuerdo con Roa y Valbuena (2009), se identifica así la participación de varias disciplinas que la convierten en un conocimiento diverso y disperso en teoría, no obstante, que en las prácticas científicas están presentes implícitamente. Se puede decir que hay ambigüedad sobre la identidad de la biotecnología y sobre las construcciones epistemológica y filosófica que conduzcan a la constitución de su objeto de investigación. Hasta el momento no se encuentran argumentos sólidos que presenten los fundamentos al respecto. De hecho es pertinente preguntarse, de ser posible entender la biotecnología como disciplina, ¿cuál sería su objeto de investigación o si se quiere más bien de acción?

Es posible aventurarse a escribir que incluso puede ocurrir que se use la denominación biotecnología, más por lo comercial y política que por lo que en las comunidades de investigadores se ha reconocido como tal como una disciplina de conocimiento debido a sus ampliamente conocidos avances en las investigaciones, por las características de lo que se investiga, y de la naturaleza de conocimiento de su objeto base.

Es de explicitar, que todo lo anteriormente expuesto deja ver la complejidad que puede conllevar la enseñanza de la biotecnología no solo en las escuelas o colegios sino también en las universidades. Por ahora se puede expresar, ya que en el siguiente apartado será motivo de análisis mayores a propósito de la enseñanza, que no existe un acuerdo en la comunidad académica respecto al estatus epistemológico ni a la definición de la biotecnología. Al abordar la naturaleza del contenido biotecnológico y el campo de donde deviene –la biología y/o la tecnología- implica reconocer lo problemático que puede también resultar su enseñanza y por ende el aprendizaje. En todo caso, poder disminuir el escepticismo y cambiar la percepción y actitudes sobre la biotecnología sigue siendo una de las principales metas de los grandes negocios mundiales que comercializan productos y servicios biotecnológicos (Ho, 2001). Como quiera que sea el asunto tiene un poco, mucho más para ser contado.

## **2. Desarrollo y alcance de la investigación en biotecnología**

### **2.1. La biotecnología ¿Un caso de cambio de paradigma?**

Como se puede apreciar el entendimiento del funcionamiento, forma y transformación de los seres vivos, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la fecha, ha sido ampliamente abrazado por la (s) ciencia (s) generando nuevas maneras de pensar el mundo orgánico e inorgánico, inerte y vivo, estos binomios sobre todo han empezado a ser repensados lo cual pone en discusión el ser de las cosas y su deber ser, su existencia en el sistema social, cultural, capitalista, y la razón de ser de lo vivo y de lo muerto en tanto la manipulación que el hombre hace de la materia. Quizá, los dilemas bio-éticos han representado las discusiones más importantes, por lo demás es evidente como los países, más que todo los más desarrollados, han visto en la biotecnología una de las fuentes más fructíferas para que continúen creciendo sus economías.

Las tensiones por las patentes y comercialización de los productos modificados genéticamente han revelado lo que puede implicar para los países estar a la cabeza de los avances biotecnológicos, no solo por el capital que puede acercar sino también por el control que de fondo sobre lo vivo y la vida pueden tener: en ello se zanján asuntos de biopoder y de biopolítica.

Ante los avances de las investigaciones que han marchado al unísono desde varias disciplinas convergiendo muchas en el campo de la biotecnología, las múltiples implicaciones y aplicaciones a la vida, al igual que las transformaciones en la percepción no solo sobre lo vivo y la vida, con todo lo que ello implica, sino también sobre la dinámica misma de la ciencia, ha conllevado a que algunos autores -Abrams (1993); Strelman y Karl (1997) y Strohman (1997)- reconozcan que las investigaciones sobre lo vivo estén generando una revolución científica -Kuhn- de la biología, además de las más recientes con Mendel y Darwin, y por ende de vida de las personas.

Aycardi (1986) y Sasson (1989) reconocen que el conocimiento biotecnológico derivado de las investigaciones ha impactado desde mediados del siglo XX. Agregan Rifkin (1998) y Fukuyama (2003) que se espera para el siglo XXI un desarrollo y crecimiento mucho mayor, no sólo en la naturaleza de su investigación sino también, particularmente, en sus aplicaciones a la producción agrícola, la medicina, industria alimentaria, farmacéutica, y al sostenimiento de los ecosistemas. Por su parte, Mendiola (2009) considera que “El siglo XXI comienza con innovaciones revolucionarias en el ámbito de los trasplantes genéticos a través de la ingeniería genética y de trasplantes de órganos que cambian drásticamente la estructura de la vida, así como su duración.” (p.22).

Como para darle aún más dimensión a lo anterior no sobra indicar otros aspectos que también están inmersos y que igual resultan fundamentales en el contexto del paradigma emergente y en transición, como son el caso de la política, la economía, el ambiente y la educación. Esta última suele muchas veces ser olvidada, y además cuando se considera, poco se problematiza por parte de quienes toman decisiones políticas de fondo. Lo reseñado y lo que se continuará presentando deja ver la complejidad que se fragua.

Para Hernández (2005) “La cultura paleolítica es a todas luces simple, mientras que la cultura biotecnológica es indudablemente compleja.” (p.21). Prentis (1993) considera que “La miríada de posibilidades de la biotecnología son incluso mayores que las de los circuitos integrados en electrónica.” (p.1). A decir de Rifkin (2009) “La mera idea de reordenar la materia viva mediante un número infinito de combinaciones nuevas es tan extraordinario que la mente humana apenas si puede captar la dimensión de la transición que se acerca.” (p.63-64). Roa (2008) expresa que la biotecnología, a semejanza de otros campos de conocimiento, se encuentra en expansión y aumento en complejidad, en la medida en que crece su conocimiento y evoluciona, dejando anticuadas las acotaciones disciplinares y concepciones tradicionales sobre la ciencia. Por ello, se puede considerar cada vez más abstracto su conocimiento, por lo que se debe explorar su complejidad desde las estructuras formales actuales del conocimiento y la realidad social que le da la validez.

Con válida razón, Mendiola (2009) recalca que “Cuanto más se relacionan las cosas, más circulan; cuanto más se relacionan y circulan, más interconectadas aparecen; cuanto más circulan e interconectadas están, mayor complejidad despliegan.” (p.28); en este sentido, se puede afirmar que

el caso de la biotecnología moderna es un ejemplo de las interconexiones e intercomunicaciones devenidas sistémicamente en un momento del desarrollo pleno, también de otros campos como el de la informática, nanotecnología y cibernética. No sería muy adecuado pensar en la biotecnología si no es al unísono de todas las dimensiones de la vida, al igual que de la lógica de lo vivo actual.

En este orden de ideas, vale la pena escribir lo que ha plasmado claramente Hernández (2005) “Una cosa y otra han hecho que el poder sobre la vida sea considerado el principal poder que el ser humano se dispone a ejercer a lo largo del recién iniciado siglo XXI.” (p.16), más específicamente aún expresa que “De un modo u otro, ha de ser relevante para la biotecnología el hecho de ser una forma de poder sobre la vida que se despliega a la vez que el discurso de la paleontología humana.” (Hernández, 2005:29).

Otra de las aristas que queda descubierta, es la condición que nutren el cambio de paradigma y tiene sentido en el despliegue de los análisis, es el filosófico: que se carga de gran notabilidad en tanto se vivencia en una manera distinta de pensar el mundo, en perspectiva más sinérgica, holística y compleja. Entreviendo la necesaria superación de algunas dicotomías entre lo epistemológico y ontológico, lo humano y no humano (Latour y Woolgar, 2001), lo social y lo natural (Mendiola, 2006), ciencia y naturaleza, materia e idealismo, entre muchas otras polarizaciones mantenidas y reforzadas por siglos tanto por los investigadores y profesionales como por los legos.

Esta manera particular de pensar ha sido puesta en duda por varios autores –epistemólogos, filósofos, historiadores- quienes han alertado sobre lo fundamental que resulta la dialéctica para superar obstáculos epistemológicos (Bachelard, 2010), el pensamiento complejo para comprender el todo y sus partes (Morin, 1984 y Morin, 2007), la integración del hacer de la investigación con el contexto y las circunstancias (Latour y Woolgar, 1995) y la continuidad-discontinuidad en la construcción de conocimiento (Foucault, 2010; Kuhn, 2001), la función de la razón y el conocimiento (Feyerabend, 2008), el funcionamiento de los campos/disciplinas/territorio (Becher, 2001; Bourdieu, 2003).

Estos autores han puesto de relieve muchos asuntos que en su conjunto ayudan a comprender lo que se viene gestado en el comportamiento internalista y/o externalista del conocimiento, viéndolo no solo a este sino también en varios casos a quienes lo producen y por qué y para qué lo producen. Así pues, el conocimiento va teniendo transición, va adquiriendo connotaciones con cada periodo y con sus actores. Sibilía (2006) ya ponía de relieve con uno de los pensadores más antiguos expresaba la incongruencia que percibía al buscar relacionar asuntos que en su momento no eran compatibles:

“Como Descartes intuyó hacia finales de su vida, el lenguaje de la física del siglo XVII era francamente inadecuado para abarcar toda la complejidad de la vida mental. Del mismo modo, los abordajes de la informática y la biología molecular de nuestro siglo XXI dejan entrever su ineptitud.” (p.126)

Con ello parece que la mirada de las ciencias más antiguas se va desvaneciendo, aunque tampoco las más recientes puedan abordar en su totalidad la dimensión de los fenómenos. Pero por lo menos

para nuestra época el mismo desarrollo del conocimiento, sus –nuevas- dinámicas, ha obligado a pensar de manera mucho más conjunta con otras disciplinas en la idea de poder comprender los fenómenos ya sean físicos, químicos, biológicos, sociales, naturales, económicos, pedagógicos, didácticos, psicológicos. De todas maneras no sobra resaltar que cada paradigma tiene su propia lógica y razón de ser según su momento, incluso no es posible afirmar que se pueda negar su participación en los nuevos paradigmas, lo que si puede resultar iluso es no reconocer que se pueda develar un cambio de paradigma que exige nuevas maneras de pensar, es lo que Sibilía (2006) busca resaltar para el caso de la biología molecular y la informática.

Ciertamente, la coexistencia de los conocimientos no es obligada o impuesta, sino que fluye en función de lo que se quiere interpretar o explicar ya sea un objeto o sujeto de estudio, problema o fenómeno. La evolución y revolución del conocimiento es lo que favorece comprender los nuevos discursos, nuevas lógicas, estas puestas en el campo del conocimiento biotecnológico conduce a repensar que la dicotomía entre lo social y la naturaleza, lo vivo y lo inerte, cuando menos, sean cada vez menos posible de sostener.

Cuando se piensa en lo que ha acontecido desde las disciplinas que han abordado el estudio de lo vivo a nivel celular y más que nada molecular, las características de las estructuras químicas y las posibilidades de manipularlas, se puede encontrar que en su conjunto han dado paso a la emergencia de nuevas explicaciones. Las concepciones sobre lo que significan las cosas, en tanto tales, han puesto a pensar de manera homogénea la esencia de las mismas, sea vivas o inertes, con razón Sibilía (2006) ya manifestaba que “...en el mundo contemporáneo, la escala subatómica amenaza con extrapolar el dominio del microscopio y los demás aparatos del laboratorio, pasando a construir “la esencia de las cosas”...” (p.105).

Este enunciado pone en otra circunstancia el estudio de las cosas las cuales se leen de manera distinta a como usualmente se habían leído, sin embargo, su lógica para ser leídas no son de todo lo suficientemente distantes como para separarlas, de allí que Sibilía (2006) pueda realizar las siguientes declaraciones:

“...la información adquirió una relevancia universal, se transformó en denominador común de todas la cosas (tanto vivas como inertes), y logró la supremacía sobre la materia. Cuando esta noción llegó a los dominios del ser humano, fue inevitable asumir que el cuerpo orgánico no forma parte de su “esencia”. De acuerdo con esta perspectiva, la encarnación biológica de los hombres sería un mero accidente histórico, en lugar de una característica inherente a la vida. Por otro lado y de forma concomitante, si la “esencia” de la humanidad es informática, entonces no habría diferencias sustanciales entre las computadoras y seres humanos, porque ambos compartirían la misma lógica de funcionamiento.” (p.106)

En esta causalidad de asuntos que la autora esboza se evidencia parte de lo que se entrevé tiene como fundamento la transformación de concepciones a propósito de la genética implícita en el ADN que da cuenta de la información de los seres. Aquí la distinción en cuanto a si son vivos o muertos no adquiere mayor diferencia en tanto que esta información puede ser manipulada según el o los intereses. Si se trata de seres no humanos –rocas, minerales, sustancias, bacterias, hogos,

perros, peces, arroz, maíz, etc.- la acción de manipular la materia –molecularmente- no adquiere mayor trascendencia, como sí se trata de seres humanos. En esto es claro que por no ser humanos no quiere decir que no tenga información genética, igual la información genética en sí no está viva, sin embargo, por el solo hecho de provenir de un humano, puede generar un distanciamiento del resto seres orgánicos no humanos.

De todas formas, la materia en si puede ser tomada y manipulada venga de donde venga, no obstante, el asunto no es tan sencillo ya que es precisamente el punto desde donde se podría generar la distancia entre las biotecnología tradicional y la biotecnología moderna. Así pues, mientras en esta última las distinción entre el manejo íntimo de materias de los seres vivos, en relación con el manejo que se hace de las que no corresponde con los seres vivo, se difumina cada vez más, en la biotecnología tradicional se manipula la materia viva al igual que otras materias, solo que en esta se mantenían diferencias entre la materias viva e inerte, por lo menos por tradición. Ello no quiere decir que en la actualidad no se mantengan tales diferencias, solo que las concepciones están teniendo una nueva mirada, la materia que conforman los seres vivos ha adquirido dimensiones industriales a propósito de su información genética.

Teniendo en mente la cita anterior sobre Sibilia (2006), pues no se trata solo de que no habría diferencia entre los seres humanos y las computadoras sino en general con los no humanos. Esto desde ya involucrara aspecto de corte bioético máxime cuando la información es usada para usufructuarla.

En correspondencia, la materia –viva o inerte- se puede modificar, transferir, mezclar, y se pone al servicio de la industria, la transformación de “algunos organismos” estuvo inicialmente en manos de los investigadores pero dado el alcance de los resultados ahora está principalmente en los objetivos de producción y re-producción de algunas industrias o empresas –negocios-. Luego entonces, la materia prima y parte del conocimiento profundo sobre la misma está servida para la ingeniería genética y la biotecnología.

Con esto queda la pregunta de si lo que ha hecho la bioquímica, genética, biología molecular, microbiología, ingeniería genética, entre otras, es poner al servicio del capitalismo resultados sin tener en cuenta lo que ello puede implicar para la sociedad y ambiente. O quizá sea más adecuado declara que el capitalismo ha puesto a su servicio tales disciplinas teniendo en cuenta lo que representan para ellos y conociendo las implicaciones que tiene para la sociedad y el ambiente.

Ciertamente, el que se adquiriera como propiedad y valor económico el conocimiento derivado de las investigaciones sobre el material genético, mediante patentes, para el comercio de los productos y servicio biotecnológicos, puede ser quizá el punto más crítico. En cuanto a esto, Ugarte (2005) considera que:

“Las ventajas económicas que se obtienen del dominio de formas de vida vegetal y animal, gracias a la ingeniería, serían un fenómeno secundario respecto al político, puesto que tiene más relación con las tecnologías de biopoder que con los instrumentos de la biopolítica.” (Ugarte, 2005:8).

Quizá se puede mejor decir que lo bioeconómico y el biopoder coexisten, y que difícilmente se pueden pensar aislados, el tener la posibilidad de orientar la condición de los seres vivos – cualquiera que sea- mediante su material genético es quizá el valor supremo que podría alcanzar un territorio de Estado, de aquí pues que sea deseable que los posibles territorios académicos puedan tener cierto grado de autonomía y alcance bioético respecto a los Estados, en la idea de no quedar supeditados a lo económico.

Ciertamente todo debería estar engranado, de tal manera que cualquier movimiento afecte en menor o mayor medida a todos los engranajes, no solo el territorio académicos de las investigaciones sobre lo vivo y los territorios de Estado se deberían influir sinérgicamente sino también la didáctica y la pedagogía como ciencias en donde se generan las posibilidades de entendimiento de los conocimiento emergente de otras disciplinas que no tiene como naturaleza investigar la enseñanza y el aprendizaje de sus contenidos.

Valga decir en este contexto, que no pensar enseñar la biotecnología como un metaconocimiento sería reducirla a uno o unos de sus planos, desconociendo lo que de fondo se requiere para llegar a aproximarse a lo que esta significa no solo en cuanto a la biótica, sus productos, mercados, normas, sino también en cuanto a su compleja historia, a lo epistemológico, lo antropológico, lo filosófico y poder –político y económico-.

### **2.1.1. ¿Continuidad entre la biotecnología tradicional y la moderna?**

El uso de plantas y animales, como alimento, tiene su origen antes y después de la aparición del hombre como pensante, esta posibilidad marca una nueva manera de acercarse a comprender la naturaleza de sus comportamientos, ya no tan animales, pues se genera el inicio de una o varias lógicas que empiezan a transformar al hombre por sí mismo y a su entorno. La manera de hacer uso o utilizar la naturaleza tiene intenciones de sacar el máximo de usufructo utilizando diferentes técnicas y procedimientos que cada vez se vuelven más sofisticadas como producto de la experiencia y entendimiento del hombre sobre el mundo.

A través del conocimiento y experiencia de la nueva especie animal, esta cambia constantemente la manera de relacionarse con las plantas y animales, buscando encontrar la forma de obtener mejores resultados en sus ensayos, buscando el camino que le permita alcanzar objetivos, buscando su bienestar, disminuyendo esfuerzos, fuerza, y utilizando a otros animales que la puedan suplir y que le puedan servir también de alimento. Es decir, el hombre ha manipulado lo vivo y la vida –en general la materia- desde el momento en que inicia su vida llena de razonamiento, lo cual le da una diferencia lo suficientemente clara en relación con los otros seres vivos, puesto que ahora se van a encontrar supeditados a los condicionamientos, decisiones y relaciones técnicas que el hombre quiera establecer.

En concordancia la biotecnología en sí ha existido desde que el hombre inició la domesticación de plantas y animales (Lemkow, 2000; Rifkin, 2009; Hernández, 2005) para asegurar su supervivencia, y buscó en los organismos vivos una fuente de producción de bebidas y alimentos (Roca, 2004).

Prosiguiendo, para Lemkow (2000) la biotecnología data de antiguo y se remonta muy atrás en la historia (e incluso a la prehistoria). De hecho Rifkin (2009) declara que quienes estudian la historia “...podrían argüir que los seres humanos se han interesado en mejorar la calidad y el ritmo de producción de los recursos biológicos desde que nos embarcamos en una forma agrícola de vida a principios de la era neolítica.” (p.39). En consonancia Hernández (2005) escribe que:

“La biotecnología no es sólo cronológicamente posterior a la industria paleolítica, sino que las contiene en sus rasgos básicos. No son simplemente tecnología y saberes distintos, sino que hay uno, el contemporáneo, que incluye en cierto modo al otro, al prehistórico. ¿Cómo? Mediante su presencia como objeto de saber. La cultura contemporánea incluye a la prehistoria porque posee un saber sobre ésta.” (p.29)

Luego entonces, la elaboración de la cerveza, la fermentación del yogur y la elaboración de vino representan formas de producción de alimentos que, en el sentido de los párrafos precedentes, tiene tanto tiempo como el surgimiento de los humanos, tabla 6.1. Estas primeras producciones y transformación de alimentos son consideradas como “productos naturales” –por lo que no se entran a criticar-, no obstante que tales procesos implican la manipulación humana de una materia biológica para la obtención de algunos derivados alimenticios. Igualmente, con la selección de plantas y animales según las características más deseables, lo cual implica un mejoramiento del organismo de una generación a la otra, se puede decir que ya existe en esto un direccionamiento de las especies por parte de quienes las seleccionaban.

Rifkin (2009) pone de relieve que por más de diez milenios se han domesticado, cruzado e hibridado animales y plantas, pero las prácticas han estado limitadas por las restricciones naturales por la separación de las especies. Aunque, continúa este autor, en algunas ocasiones la naturaleza ha permitido cruzar las fronteras entre las especies, las incursiones han estado siempre infranqueables. “Los animales híbridos (las mulas, por ejemplo) suelen ser estériles, y los híbridos de las plantas no conocen mejora genética.” (Rifkin, 2009:39). Esto reseñado corresponde a lo que se conoce como biotecnología tradicional. Prentis (1993) reconoce que la biotecnología tiene un grado amplio de generalidad, destaca que el término “...comprende numerosas actividades que tienen en común el que en todas se aprovecha o dirigen las facultades primordiales de los seres vivos.” (p.13)

Para Rifkin (2009) “...aunque los motivos que impulsan la ingeniería genética sean milenarios, la técnica en sí es cualitativamente nueva.” (p.39), en este sentido, enuncia que es fundamental comprender hasta qué punto “...hemos de percibir la diferencia entre la manera tradicional de mejorar los organismos biológicos y la ingeniería genética.” (p.39). Claramente este mismo autor expresa:

“La ingeniería genética supera las restricciones que imponen las especies por completo. Con la nueva tecnología la manipulación no se produce en el nivel de la especie, sino en el genético. La unidad con que se trabaja ya no es el organismo, sino el gen. Las consecuencias son enormes y de gran alcance.” (Rifkin, 2009:39)



En el contexto de dichas ideas, el autor considera que esto tiene razón de ser en tanto existe la posibilidad de recombinar caracteres genéticos que superan las fronteras naturales de apareamiento. Da tres ejemplos puntuales: cuando se insertó en 1983 unos genes humanos, de la hormona de crecimiento, en embriones de ratón, los cuales crecieron deprisa y el doble de lo normal, además que pasaron los genes de la hormona de crecimiento a su descendencia, generación tras generación. El otro ejemplo, se enmarca en el año 1984, cuando se fundieron células de cabra y oveja, e implantaron el embrión en una madre sustituta dando como resultado una quimera. El último ejemplo, se sitúa en 1986 cuando los científicos tomaron el gen cuyo producto emite la luz de las luciérnagas y lo insertaron en el código genético de una planta de tabaco, logrando que sus hojas resplandezcan.

En el análisis que Hernández (2005) hace sobre la antigua incidencia de la humanidad y la que se ejerce en la actualidad con la biotecnología moderna, expresa que:

“Contamos, pues, con una fuerza, con un poder muy superior, más perfecto en la época contemporánea que en la prehistoria, porque la vida queda ahora más alterada, más modificada, más vencidas sus resistencias cuando se ejerce la biotecnología, que es la forma actual del poder sobre la vida. Por consiguiente, lo que el poder sobre la vida consigue no son más cosas por el mero hecho de la cantidad, sino que es capaz de mayor alteración cuando más puede. Mayor poder sobre la vida es igual a mayor capacidad de alterarla, de hacerla conforme a lo humano, transgrediendo lo que ya viene dado como hecho.” (p.22-23).

Esto se puede ver igualmente reflejado en múltiples usos de los resultados de las investigaciones que ha dado paso a la conformación de miles de industrias biotecnológicas y los variados alcances en la oferta de productos y servicios, por lo que la biotecnología moderna se caracteriza por utilizar, de manera consciente, con conocimiento formal y objetivos pecuniarios altos, la información genética de los seres vivos, representada en el ADN, encontrando una nueva forma de mercado, política y de poder sobre la vida y lo vivo.

Llegar a la comprensión de cómo se comporta la expresión de las características en los seres vivos, superando las explicaciones mantenidas por siglos en el marco de la biotecnología tradicional, ha generado una diáspora de posibilidades para comprender el lugar de lo vivo en tanto recurso posible de usar para la investigación, comercialización, para la explotación del recurso bio-lógico, para alcanzar el control de la vida, de las especies.

### **2.1.2. Producción o reproducción de la naturaleza a propósito de la biotecnología**

Quizá el punto de inflexión está en que la ciencia puede producir o reproducir la naturaleza lo que usualmente se pensó solo hacia la naturaleza. Además que dicha incidencia sobre la naturaleza tiene a su vez efectos en lo social, entre otras cosas, por lo que se entiende que podría haber reciprocidad. Si la ciencia interviene en la naturaleza, entonces, como plantea Mendiola (2006) ¿Será posible hablar de una naturaleza híbrida?, todavía más se pregunta “... ¿pero es que acaso la naturaleza se

puede reproducir? ¿No designa, por el contrario, aquello que nos antecede, que no es propiamente humano?...” (p.39) vale la pena resaltar brevemente algunos de sus razonamientos.

“...la naturaleza no se produce, sino que es, por el contrario, aquello que está ahí, el entorno que nos rodea, el medio ambiente, el escenario que contemplamos o sobre lo que nos proyectamos, pero la naturaleza no puede ser producida porque ya ha sido producida por mecanismos ajenos a lo humano.” (Mendiola, 2006:40)

La naturaleza se puede producir a sí misma, esta tiene su propia lógica que no depende, por lo menos en principio, de la lógica de los humanos. Estos últimos, entonces, no han hecho otra cosa que copiar lo que la naturaleza produce pero de todos modos hemos buscado experimentar según nuestros propias maneras de pensar, por lo que cabe entonces abrir la posibilidad de cuestionarse a cerca de la “naturaleza de la naturaleza biotecnologizada” (Mendiola, 2006:39). Bajo esta premisa este autor critica la postura que contrapone lo social de lo natural, expresa que nuestros hábitos intelectuales suelen recorrer el siguiente pensamiento: “De un lado está aquello que hace, que piensa (la sociedad), del otro, está lo hecho, lo pensado (la naturaleza).” (Mendiola, 2006:40).

Con esto último, más la cita que antecede, lo que el autor está buscando manifestar es que antes de que existieran los humanos la naturaleza ya existía, que somos nosotros los que le hemos puesto realidad a la naturaleza, la naturaleza existe con o sin nosotros. Ciertamente hemos nacido en un ambiente que nos reproduce y que ha sido reproducido por nosotros en la coexistencia naturaleza-sociedad. Como quien dice, la naturaleza se produce a sí misma, nosotros hemos descubierto en ella una lógica estructural química que hemos buscado transformar en transgénicos, pinturas, casas, artefactos de diversa índole. Quizá por ello Mendiola (2006) pone de relieve que la “...coproducción de lo social y lo natural no puede seguir siendo pensado bajo el influjo de una dicotomía esterilizante que opone la sociedad a la naturaleza.” (p.41). Aceptar esta idea implica que, según Hernández (2005:14) “...el hombre viene a ser quien tiene poder sobre la vida es reconocer que mientras que los animales, incluidos los antropoides, viven en el mundo que les toca vivir, los humanos vivimos haciendo nuestro propio mundo.”

En concordancia, Mendiola (2006) manifiesta que para poder comprender “...el modo en que la biotecnología *produce* naturaleza...” (p.41) es necesario desprenderse de algunas carencias analíticas que acometen un ensalzamiento inusitado de la técnica (tecnocentrismo) o de la naturaleza (ecocentrismo) como si operasen por separado. Solo a manera de ilustración me permitiré hacer una aproximación en lo que el autor a destacada para cada una de estas.

El tecnocentrismo tiene como preceptos, la disección de la naturaleza propendiendo por la búsqueda de sus elementos constituyentes, las leyes que darían cuenta de la forma, estructura y decurso de lo natural. Esto puesto en manos de la ciencia da la posibilidad de un saber tecnocientífico que tiene por objeto adentrarse en la naturaleza para incidir en el modo en que se estructura. “...la ciencia se ha auto –con- ferido la mítica tarea de des-velar los entresijos de la naturaleza accediendo al reino de la objetividad.” (Mendiola, 2006:42), con base en ello el tecnocentrismo biotecnológico no estaría sino generando...

“... formas de vida inéditas que llevan el sello de la racionalidad tecnocientífica, unas formas de vida mejoradas, ajenas al azar propio de lo natural...La biotecnología, por ello no atentaría contra la naturaleza sino que posibilita, por el contrario, un perfeccionamiento de sus mecanismo de (re) producción. “ (p.42) [En este sentido] “...los organismo modificados genéticamente no son más que la última expresión de un discurso que posee una larga trayectoria y que afirma la supremacía de la técnica sobre la naturaleza.” (p.43)

Así pues, en la perspectiva del tecnocentrismo la tecnociencia supedita la naturaleza –disponible, manipulable, ordenable, controlable-, la sitúa en función de sus constructos conceptuales o teóricos, metodológicos de varias disciplinas, por lo que de esta forma deviene el modo de reproducir la biotecnología la naturaleza. Con el tecnocentrismo se abriga el que nos quedemos “...reducidos a materialidad ahistórica que ha de ser gestionada bajo el ropaje de una neutralidad científica que quiere evacuar reminiscencia axiológicas...” (Mendiola, 2006:47).

De otra parte, este mismo autor subraya que el ecocentrismo...

“...llevado a sus extremos, afirmarí la existencia de una esencia de la naturaleza ajena a toda interferencia humana, una esencia dotada de una sabiduría incuestionable que, si bien puede ser barruntada, ha de ser inevitablemente respetada y mantenida en los términos en los que dicha sabiduría opera...se entenderá que la ingeniería genética constituye una alteración a todas luces injustificable por lo que ésta desencadena no es sino una profunda alteración de los entresijos que conforman el propio funcionamiento de la vida. La naturaleza, pasada por el tamiz de la biotecnología, se habría convertido en un objeto a explotar, una mercancía sujeta a las leyes del mercado que desnaturaliza nuestros hábitats, arrojándonos a un escenario atravesado por la incertidumbre del que no se sabe qué deceso deparará la alteración y suspensión de las formas de hacer propias de la naturaleza.” (Mendiola, 2006:44-45)

Con esta cita se enuncia una mirada aislada de la posibilidad de existencia de la influencia de razonamiento y su aplicación a la naturaleza, por una parte, y por otra, lo que implicaría la intromisión de la tecnociencia en la esencia de la naturaleza al pensarla bajo leyes distintas a las de la naturaleza, lo cual genera incertidumbre por la evolución que estas puedan tener para la vida –de la naturaleza-. Luego, si bien es cierto que los humanos desde mucho antes hemos puesto a la naturaleza en función de nuestras necesidades, hace un poco más de medio siglo que la tecnociencia ha propendido por escudriñar la esencia de la naturaleza a niveles atómicos y moleculares, lo cual encierra un ambiente de desconfianza, máxime cuando lo que se divisa es una re-producción, fabricación a escala industrial de muchos de los productos biotecnológicos. Para Mendiola (2006) en el ecocentrismo “...solo hay significación, una significación que esencializa el propio hacerse de la naturaleza y sin negar su historicidad tiende a ubicarla en un pasado inmemorial donado por los ancestros.” (p.47)

Según Mendiola (2006), bajo estas miradas aparentemente irreconciliables “El tecnocentrismo, en definitiva, ubica la materialidad allí donde el ecocentrismo coloca la significación y, sin embargo, materialidad y significación no pueden desligarse, no puede dejar de ir juntas, enmarañadas,

trenzadas en formas disimiles.” (p.47). A decir del autor este nexo es el que afirma que la naturaleza es una exterioridad que puede ser gestionada o que ha de ser respetada, a la vez que la sociedad es lo que explica y la naturaleza lo explicado, esta dos tan abigarradas durante procesos históricos contingentes enmarañan la significación con la materialidad conformado naturalezas, produciendo la naturaleza propia de cada contexto sociohistórico.

Continúa expresando que hay que pasar de los extremos a un territorio intermedio y ver cómo acontece allí la naturaleza, es donde habitamos cotidianamente con nuestras prácticas sociales, porque es allí donde habita la quimera transgénica. Puntualmente, Mendiola (2006) expone...

“Quizás habría que insuflar algo de materialidad al ecocentrismo y algo de significación al tecnocentrismo, con el fin de comprender que la naturaleza ni es objeto (a explotar) ni es sujeto (a respetar) sino que es *el hábitat híbrido que producimos con nuestros hábitos*, el hábitat en donde lo social y lo natural quedan insoslayablemente entreverados, el hábitat en donde el sujeto y el objeto dejan de contraponerse para co-hacerse mutuamente... *la forma cambiante en que producimos el hábitat en el que habitamos y en ese hábitat, como no podía ser de otra forma, conviven lo natural y lo artificial...* la naturaleza, nuestra naturaleza, nunca ha sido ajena a la técnica.” (p.48-49)

En verdad, que este autor se ubica en un terreno que propende por superar el reduccionismo, la mirada fragmentada sobre lo que acontece en el mundo de la realidad y que desde mucho tiempo se ha sostenido pero que se está volviendo insostenible ante los máximos niveles de complejidad y de sinergia que devela su dinámica entre lo social y la naturaleza, ante la conjunción de las disciplinas que tienen conocimientos de diferente naturaleza. Foucault (2010b y 2008) ya tenía como fundamento para pensar en la biopolítica a la economía política, la filología y la biología, Mendiola (2006) por su parte identifica a la cultura, lo biológico y tecnológico, además de la política y la historia. Ante esto y para poder pasar al siguiente apartado, es oportuna la cita que sigue:

“...la naturaleza no nos antecede sino que nos acompaña, nos rodea, nos hace mientras la hacemos. Por ello, de cada naturaleza analizada habrá que indagar la forma en que lo biológico, lo cultural y lo tecnológico quedan trenzados en un proceso que es histórico y, obviamente político.” (p.51). “...*la biotecnología no es una desnaturalización de la naturaleza sino una producción específica de una naturaleza.*” (p.53)

Lo vivo, de allí que la vida sea pensada por los sabios, tiene conexión con todo, las disciplinas – constructos sofisticado de poder- por depender de quienes las habitan tienen en esencia ser pensadas por lo vivo -lo engendrado por la naturaleza-, el conocimiento no escapa a la autopoiesis en razón de que quienes lo han instituido ahora son constituidos por el mismo, al parecer ya no se tiene el control –quizá nunca se ha tenido- sobre el devenir ni de lo vivo ni del conocimiento.

Así pues, bajo la lógica de Mendiola (2006), en si la biotecnología tradicional ni la biotecnología moderna podría representar una amenaza, se podría escribir, siempre que quienes desarrollan las investigaciones tengan el suficiente grado de autonomía desde sus disciplinas como para advertir sobre las desventajas que pueden implicar la implementación de ciertos resultados biotecnológicos

para el mundo. Desafortunadamente, hay que decirlo, las disciplinas que abordan las investigaciones sobre la alteración o modificación genética, entre tantos asunto que se puedan derivar de esta, están supeditadas a grandes negocios que cada vez abarcan y monopolizan más todos los mercados. En todo caso más adelante pondré de relieve con Cano (2009), Wilches (2010) y Clive (2014) el enorme potencial y desafío, y con Uzogara (2000), Kramkowska, Grzelak y Czyżewska (2013) y otros, las preocupaciones más generales y miedos específicos.

Por consiguiente, es necesario poner de relieve que si bien los argumentos que desarrolla Mendiola (2006) en cuanto a que la naturaleza no se produce sino que se reproduce lo que implica que no hay cambios sustanciales en lo que la biotecnología hace, son preciso pensarlos en otras perspectivas también, como es en los casos de las creencias de las culturas, los elementos de análisis de naturaleza bioética, biopolítica, bioeconómica y de biopoder, que hacen que los desarrollos biotecnológicos adquieran otras connotaciones.

De hecho, el análisis que hacer Hernández (2005) sobre el poder que el hombre actual tiene sobre la vida para construir su propio mundo, es esencial de debatirlo, en el sentido de lo esbozado en el párrafo anterior. No me detendré más por el momento al referente especificado ya que buscaré hacerlo más adelante con el apartado de biopolítica y biotecnología.

## **2.2. Aproximación a algunas sectores y la aplicación de la biotecnología**

El uso de la biotecnología encierra variadas perspectivas que sin duda se conjugan pero en todo caso lo vivo y la vida están siendo supeditadas al devenir del territorio de Estado y su gobierno que tiene el poder de controlar la dinámica del comportamiento de sus integrantes no solo desde afuera sino incluso desde muy adentro, desde sus propias genéticas, pero en esto no solo están incluido los humanos sino todos los seres vivos e inertes, igual esta distinción (Sibilia, 2006) cada vez se torna más tenue.

Ante el panorama que se fraguó y se fragua sobre las investigaciones del núcleo de la célula, se puede manifestar que los avances de las investigaciones pasaron de la teoría a la aplicación de la misma, dando cuenta de nuevos productos, procesos y servicios. En este caso, ello significó que los avances iban a demandar una relación muy estrecha entre lo científico, lo tecnológico, lo comercial, lo cultural y lo social, al igual que abre múltiples oportunidades de nuevos negocios y de producción que antes con la biotecnología antigua no estaban previstos en la práctica.

Taguenca (2008) ha destaca que las nuevas biotecnologías constituyen una de las mayores esperanzas, sino la mayor, en ámbitos de relevancia socioeconómica tan importantes como la agricultura, la ganadería, la producción de alimentos, la química fina, la salud, la farmaquímica, la minería, la producción de materias orgánicas a granel y el medio ambiente. Sin entrar a detallar cada uno de los resultados que las investigaciones en biotecnología han arrojado y los variados ámbitos en los cuales son aplicados, cabe destacar los siguientes, según Bisang, *et al* (2009) y Taguenca (2008):

**Medicina:** síntesis de compuestos (hormonas, antibióticos, interferón, ciclosporina, fármacos diversos); xenotransplantes ("cultivo" de órganos animales que no provoquen rechazo en el ser humano); vectores para terapia génica; vacunas (componentes necesarios para estimular el desarrollo de la inmunidad); producción de anticuerpos monoclonales, vitaminas, polímeros, lípidos complejos, sustancias aromáticas; predadores o parásitos contra microbios productores de enfermedades.

**Agro-Alimentación:** por medio de producción de nuevas variedades de plantas que sobrevivan a sequías, heladas y otras condiciones ambientales adversas; resistan a plagas y enfermedades (virales, bacterianas, fúngicas); toleren herbicidas y plaguicidas; carezcan de ciertas toxinas o alérgenos; contengan mejor contenido en proteínas, vitaminas, aceites, almidón, etc.; tengan menores costes de almacén, transporte, etc.; sean más productivas; puedan ser cultivadas industrialmente en interiores; sean productos auxiliares sustitutos de los tradicionales; tengan mayor tasa de fijación de nitrógeno o captación de nutrientes.

**Medio Ambiente:** biotratamiento (descontaminación biológica): bacterias "comedoras" de petróleo, eliminación de residuos orgánicos y químicos; bioindicadores (acoplados a los organismos capaces de metabolizar el compuesto de interés o un marcador de fácil identificación); biolixiviado y bioabsorción (eliminación del cianuro asociado al oro).

**Industria:** combustibles alternativos al petróleo; minería por biolixiviación mediante microorganismos transgénicos; nuevos materiales producidos en bacterias o plantas (aceites, fibras, polímeros); árboles modificados para facilitar su procesamiento por la industria papelera (con más celulosa y menos lignina).

**Guerra biológica:** "superpatógenos" transgénicos para armas ofensivas; armas étnicas (agentes de guerra biológica que afectarían diferenciadamente a diversas poblaciones); clonación de genes para producir masivamente toxinas biológicas.

Lo anterior no es más que una descripción superflua de las posibilidades de uso de la biotecnología ya que su influencia tiene un espectro amplio, tanto es así que muchas veces realizar el agrupamiento de los productos y servicios bajo una sola de las nominaciones anteriores que las agrupan, resulta muchas veces difícil de hacer. Por ejemplo, lo medicinal se puede cruzar con lo industrial –en tanto una hormona o antibiótico se convierte prácticamente que en un proceso de producción a gran escala- la vez que este último con la agroalimentación –si se piensa en la producción de alimentos con alta carga de aminoácidos, vitamina, etc.- o la guerra biológica en relación con el medio ambiente, si se utiliza por ejemplo como defensa, bacterias o virus que han sido reprogramados genéticamente para asuntos bélicos.

Siendo la biotecnología un campo de conocimiento que ha adquirido y seguramente continuará adquiriendo un vasto contexto de acción, y por la naturaleza de su complejidad al establecer múltiples posibilidades de interrelación e interconexión en sectores industriales, académicos, políticos, culturales, de comunicación, investigación, derecho, entre otros, se ha convertido en una de las fuerzas económicas y de investigación más potentes para el mundo, por la manera en que es

posible, a través de lo vivo, llegar a ser eficientes y eficaces diferentes sistemas de producción y aplicaciones, al igual por lo que implica en términos del poder y control no solo de lo vivo sino también de la vida.

### **2.2.1. Puntos de presión ante el desarrollo de la biotecnología**

Sin que sea la intención presentar un balance del comportamiento económico, político o responder a cuáles son los países líderes en el campo de investigación, productores y/o consumidores de biotecnología en cada uno de los sectores que se complementan en varios sentidos, brevemente, es oportuno poner de relieve los dilemas que los organismos modificados genéticamente, que se cultivan y consumen, han despertado. Cano (2009), Wilches (2010) y Clive (2014) han señalado que los cultivos biotecnológicos transgénicos tienen un enorme potencial y desafío ante la carestía global de alimentos y la sostenibilidad, de varias formas:

- Contribuyendo a la seguridad alimentaria y a la producción de alimentos más asequibles (a precios más bajos).
- Conservando la biodiversidad.
- Contribución a la lucha contra la pobreza y el hambre.
- Reducción de la huella ecológica de la agricultura.
- Contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Contribuyendo a la producción rentable de biocombustibles.
- Contribuyendo a la obtención de beneficios económicos sostenibles.

En esta corriente, Clive (2014) expone que la experiencia de los últimos 19 años arroja resultados como por ejemplo: el número de países que plantan cultivos biotecnológicos se ha un poco más que cuadruplicado: ha pasado de 6 en 1996 a 28 en 2014; las hectáreas cultivadas han aumentado más de 100 veces, de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 181,5 millones de hectáreas en 2014; los principales cultivos biotecnológicos en orden de hectáreas son: soja, maíz, algodón y canola; otros cultivos transgénicos que van en crecimiento a 2014 son: alfalfa, remolacha azucarera, la papaya, la calabaza, el álamo, el tomate, el pimiento y la berenjena.

Haciendo alusión a los beneficios de los alimentos vegetales y animales transgénicos Uzogara (2000) da otros elementos a tener en mente:

- Mejora de las frutas y hortalizas en cuanto a la vida útil y la calidad organoléptica.
- Mejora de la calidad nutricional y beneficios para la salud.
- Mejora de la proteína y el contenido de carbohidratos de los alimentos;
- Mejora de la calidad de la grasa y de la calidad y cantidad de carne, leche y animales de granja.
- Uso de ganado modificado genéticamente para obtener órganos para trasplantes en humanos.

- Aumento de rendimiento de los cultivos, la mejora en la agricultura a través de insectos de cría, las plagas, las enfermedades y los cultivos resistentes a la intemperie y los cultivos tolerantes a los herbicidas.
- Uso de plantas transgénicas como bio-fábricas para producir materias primas para usos industriales.
- Uso de organismos genéticamente modificados en la fabricación de drogas, en el reciclaje y / o eliminación de residuos industriales tóxicos.

Ahora, así como hay fervientes defensores de los alimentos modificados genéticamente, también hay fervientes opositores (Ho, 2001 y Uzogara, 2000): los críticos de la tecnología de modificación genética incluyen los grupos de consumidores y de salud, los importadores de cereales de la Unión Europea, los agricultores orgánicos, ambientalistas, científicos interesados, especialistas en ética, grupos de derechos religiosos, grupos de defensa de los alimentos, algunos políticos y los proteccionistas comerciales. Los partidarios comprenden a las industrias privadas, científicos de investigación, algunos consumidores y agricultores, y las agencias reguladoras.

Uzogara (2000), Martín y Meghani (2008), Wilches (2010) y Kramkowska, Grzelak y Czyżewska (2013), destacan algunos de los *miedos específicos* expresados por los opositores al cultivo y comercialización de transgénicos, los cuales incluyen:

- Alteración en la calidad nutricional de los alimentos, toxicidad potencial.
- Posible resistencia a los antibióticos de los cultivos transgénicos.
- El potencial de alergenicidad y carcinogenicidad de consumir alimentos transgénicos.

Entre las *preocupaciones más generales* se incluyen:

- Contaminación del medio ambiente.
- Transferencia de genes no intencional de plantas silvestres.
- Posible creación de nuevos virus y toxinas.
- Limitado acceso a las semillas debido a la concesión de patentes sobre plantas de alimentos transgénicos.
- La amenaza para recortar la diversidad genética.
- Preocupaciones religiosas, culturales y éticas, así como el miedo a lo desconocido.

Como se puede denotar las incertidumbres ruedan por varios caminos que se entrecruzan pero que como quiera que sea tiene su esencia en la modificación genética, especialmente en lo que tiene que ver con la biotecnología moderna. Cada investigador, cada país, cada persona, cada empresario, tiene su propia lógica para pensar la biotecnología según sus intereses e idiosincrasia. La manera como conceptualizan o definen las palabras se enmarcan en estas, algunos las pueden criticar otros aceptar o ampliar, quién o quienes, o qué, regula (n) el paradigma, cuando estamos volviendo a la homogeneidad del conocimiento donde la perplejidad, complejidad y eclecticismo se conjugan, en donde el escepticismo y la incertidumbre conforman la atmósfera que se respira, poder asegurar y determinar el comportamiento que puedan tener los avances biotecnológicos, seguramente más implicaciones de las aplicaciones, es muy azaroso dado que el fenómeno de lo vivo se tomó en las



manos y parece que es difícil ahora no moldearlo y controlarlo según lo que signifique para quien lo tiene y puede manipularlos para usufructuar.

Ciertamente, llegar a acuerdos sobre las responsabilidades para quienes destinen investigación de corte biotecnológico, a propósito de los acuerdos sobre lo que significan algunas palabras conexas a esta, fue una de primeras medidas que se dispusieron mundialmente. Abordando el asunto, Artunduaga (1999) escribía que:

“El desarrollo de las técnicas de la moderna Biotecnología, que trajo consigo un inusitado aumento del valor estratégico y económico de los recursos genéticos, junto con la promulgación de marcos regulatorios internacionales, como la Convención de Biodiversidad, realizada en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, cambió los parámetros tradicionales bajo los cuales se les consideraba a éstos como “patrimonio común de la humanidad” y los sitúo como patrimonio de los Estados, asignándoles a éstos el deber y la responsabilidad por su cuidado y preservación.” (p 3).

Vale la pena resaltar puntualmente la conceptualización sobre biotecnología, diversidad biológica, material genético y recursos biológicos, entre otros, acordados en el Convenio sobre la diversidad biológica, realizado en el marco de las Naciones Unidas en 1992, explicitados en el artículo 2:

“...Por "*biotecnología*" se entiende toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos... Por "*diversidad biológica*" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas... Por "*material genético*" se entiende todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia... Por "*recursos biológicos*" se entienden los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad.”

Ante la relevancia que toman las investigaciones sobre el material genético y el impacto que puede tener en el mundo es evidente que se busca tener claridad sobre quiénes son los responsables al manipularlo al igual que quienes tienen derechos soberanos sobre sus recursos biológicos. Así pues, acordar algunos significados y establecer las condiciones para la conservación y utilización y responsabilidad de recursos biológicos, entre otras cosas, es “prever y prevenir”. Como se puede entender el convenio propende, por una parte, una gran responsabilidad por parte de los Estados en el entendido de utilizar los recursos genéticos de manera sostenible, y más aún, si es un país que tiene alta diversidad biológica, pero por otra parte, también representa la posibilidad de realizar investigación y generar conocimiento científico y tecnológico avanzado.

En este sentido, los países con mayor biodiversidad tienen en sus territorios una riqueza que debe ser proyectada según sus propias idiosincrasias, si es que es posible. Los países están ante un

panorama que se encuentra en la constante de la transformación de concepciones no solo sobre lo vivo y la vida, sino también sobre democracia, economía, al igual que de educación, aunque hay que advertir desde ya que esta aún se mantiene anquilosada en pensamientos muy arraigados a tradiciones y paradigmas que marcaron la manera de pensar siglos atrás.

En este sentido, la toma de decisiones políticas (biopolíticas) sobre la manera como se asumirá el manejo de la biodiversidad en los países tiene implicaciones de tipo bioético y normativo (patentes, bioseguridad, transporte de OMG, etc.), la competitividad entre los mercados –economías- está servida para continuar en la transformación de las características de los seres vivo y de las concepciones que por siglos se han mantenido sobre los mismos y la vida misma, llegando incluso a pasar estos a un plano que ya puede no ser tan importante como la economía.

En congruencia con esto último Mignolo (2009) expresaba con anterioridad, a saber: “...se mantiene el principio de que hay que atender el crecimiento económico, la vida del planeta y la vida humana vienen después. Si hay algo que sacrificar, se sacrifica la vida, no las ganancias...” (p.194-195). Seguramente, esto no hay que recordárselo a los capitalistas.

En clave de esto vale reseñar lo importante que es para los países que cuentan con alta biodiversidad tener en mente el lugar que ocupan los seres vivos y la economía, tal es el caso de por ejemplo países como Brasil ocupa el primer puesto entre los países con más diversidad en plantas con flores y anfibios, y Colombia que se encuentra en el segundo puesto en diversidad de plantas con flores y en primer puesto en aves (Roca, 2004). Según el informe elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia, en el año 2014, Colombia ocupa el 0,22 % de la superficie terrestre y alberga cerca del 10% de las especies conocidas actualmente, lo que la cataloga, a nivel mundial, como territorio megadiverso dentro del grupo de los 14 países que alberga el mayor índice de biodiversidad en la tierra.

Ahora, aunque en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992 se abordó la conceptualización de diversidad biológica, entre otros conceptos, es pertinente tener en cuenta la enunciada por Arbeláez (2013): “La diversidad es quizá el atributo más evidente de la vida en la Tierra. El concepto biodiversidad es amplio e incluye todos los tipos y combinaciones de la variación natural en todos los ámbitos de organización biológica...” (p.166). Es entonces extrapolable, a la luz de lo que he esbozado sobre la biotecnología, que los países que tienen una alta diversidad biológica cuentan con una riqueza que es muy deseada por otros países para sus investigaciones y crecimiento económico.

### **2.2.2. Biopolítica y biotecnología**

Parecen indisociables directamente la biopolítica –y bioeconomía- y biopoder de la biotecnología, máxime si se reconoce que ésta última tiene su origen con las posibilidades prístinas del hombre (biotecnología tradicional). Desde la misma relación que el hombre establece con la naturaleza, con su entorno, con su espacio y consigo mismo, crea condiciones para la vida y para su vida. Si se reconoce que la biotecnología deviene desde la prehistoria (Lemkow, 2000), del periodo neolítico

(Rifkin, 2009) o paleolítico (Hernández, 2005), como ya se había expuesto antes, pues se puede atisbar a decir que hemos tenido la posición decisoria para hacer con la vida lo que se ha dado por nuestra capacidad de pensantes. La posibilidad de transformar la materia viva o muerta siempre ha estado a disposición del hombre, sólo que la posibilidad para hacerlo cada vez es mucho más sofisticada y controladora. Como lo explícita Hernández (2005):

“El hombre, de nuestra especie, tiene en la actualidad un poder nunca antes visto. Comienza a ser capaz, de manera creciente, de fabricarse así mismo, de producir sus propios constituyentes. Su actividad más importante como humano ya no se limita a añadir más objetos al mundo, a la vida. Su actividad culminante es hacer él mismo aquello de que está hecho, construir sus propios elementos, modificar la vida biológica.” (p 15).

Es evidente que la biotecnología tradicional tiene un giro extraordinario con el anuncio de una biotecnología moderna, se puede decir que no es contraria pero de todas maneras esta última obliga a pensar de otra manera, las condiciones y posibilidades de hacer, y ser de esta biotecnología, tiene características propias del conocimiento desarrollado no solo en la biología molecular, ingeniería genética o bioquímica, sino también en otras como microbiología, la estadística, la tecnología, la filosofía, la antropología, la economía, la zoología, la virología, etc. La materia ha sido lo que se ha estudiado, se había establecido que en general la materia podía ser diferenciada como viva – material biológico- o muerta, esta distinción cada vez se torna más difícil de mantener siempre que lo vivo esté al servicio del capitalismo, para que este pueda transformar, “mejorar” la materia, para que adquiera un valor económico, que redunde en riqueza y poder.

Es decir, lo vivo y la vida adquieren un valor, esto no es nada nuevo, sin embargo, esto se pone en tensión si se trata de los seres humanos quienes comparte con otros seres vivos estructuras químicas que denotan información genética para ser re-construidos y reproducidos -fabricados-. La materia sea cual sea es manipulable, modificable, la materia de la que están hecho los seres humanos no es la excepción, hasta este punto de la historia –inicio del siglo XXI-, de acuerdo con Hernández (2005) el hombre de nuestra especie inicia a ser capaz de fabricarse así mismo.

Con base en lo que por el momento he buscado expresar es posible entonces manifestar que la biotecnología, desde una perspectiva social y comercial, es la denominación más utilizada para hacer referencia a los avances y aplicaciones sobre las investigaciones alrededor del ADN, función y manipulación de la genética de los seres vivos al igual que para hacer referencia, más que nada, a un sector –quizá campo- económico grande y potencial. Por las implicaciones e impacto que tiene la biotecnología la biopolítica no puede ser desconocida como tampoco el biopoder que subyace de fondo, desde luego que tampoco los aspectos bioéticos, entre otras cosas.

En congruencia, la biotecnología y la biopolítica –en el sentido de la capacidad instrumental de los Estados para direccionar la vida- se tornan coexistentes en tanto se acompañan mutuamente, la biopolítica no solo para dar línea a la financiación de investigaciones sino también en los resultados que se puedan obtener de la biotecnología para continuar orientando las políticas, y la biotecnología no solo para obtener resultados sino también para tener poder que alimente la continuación de sus

investigaciones. Este es un ejemplo de cómo las disciplinas de conocimiento se retroalimentan con los Estados.

Ugarte (2005) desde su perspectiva enuncia:

“Desde la reflexión biopolítica ni se afirma ni se niega la libertad, lo que se intenta es estudiar los mecanismos por los que el Estado, administrando la vida, acrecienta su potencia y recursos y los utiliza para fortalecer la población que gobierna. La vida ha dejado de ser un asunto del azar, si se quiere el regalo concedido por la divinidad, para convertirse en una consecuencia de la intervención política, y por ello es puesta en juego en la práctica cotidiana del poder. No sólo la vida, también la naturaleza humana se modifica con alguna de las medidas de gobierno...” (9)

La biopolítica hoy más que nunca tiene muchos que decir dado que los recursos biológicos, cualquiera que este sea, y la vida misma están sujetos a ser observados como un capital de mucho valor sobre el cual se toman decisiones que pueden llevar a todos o algunos, o quizá en última a ninguno, a mantener la vida durante “el tiempo destinado para vivirla”. El poder, el control y la regulación de la vida y lo vivo está cada vez más claramente supeditado a la racionalidad del hombre y su deseo de encontrar un orden, una explicación, “disminuir la incertidumbre sobre el origen y mantenimiento de la vida”, pero sobre todos para aumentar el usufructo de lo material, para el caso de algunos. No se trata de administrar la vida sin un sentido, orientación, en el fondo deben existir preceptos que movilizan la práctica del biopoder.

A juicio de Mendiola (2009):

“La focalización de las reflexiones sobre la biopolítica en cuestiones que se remiten al modo en que la racionalidad occidental regula la vida, la población, a través de todo un entramado de prácticas que abarcan desde las distintas bio(tecnologías) que se proyectan en prácticas médicas reguladoras del cuerpo deseante-reproductor-enfermo o en la producción agrobiotecnológica de alimentos transgénicos, hasta la regulación de unos sujetos trabajadores que han de sujetarse y acomodarse a lo que las exigencias productivas dictaminen (ya sea bajo el manto del trabajador taylorista explotado hasta su muerte, ya sea bajo la figura posfordista del «trabajador contento» que hace suyas las premisas productivas), pasando por cuestiones diversas como pueden ser el urbanismo, en tanto que gestión política del espacio habitado, o el consumo entendido éste en un sentido amplio como plasmación de formas de estar en el mundo mediadas por imaginarios que acotan el campo de lo deseable o posible, trazan, en su mutua interacción, los límites temáticos del escenario sobre el que se ha volcado la biopolítica concebida como un proyecto multidimensional de gestión e implementación de la gubernamentalidad.” (p.58)

A la luz de este horizonte, la biopolítica adquiere el carácter de omnímodo y omnipresente pero de todas maneras en una perspectiva muy antropológica aún sí se tiene en mente la biotecnología y su alcance no solo en y para la humanidad sino en sí para los Estados como responsables de la vida, de lo que se hace con lo vivo y con su material genético. Es decir, la biopolítica del Estado no solo está

direccionada hacia lo antropológico, como Ugarte (2005:8) sostiene al subrayar que "...gobernar la vida entera, desde sus ritmos de crecimiento (fertilidad, nupcialidad, natalidad y mortalidad) hasta la actividad de cada individuo, tanto en las horas de trabajo como en las de ocio." Aún más, Ugarte (2005) argumenta que la biopolítica es una forma de racionalidad que confía en que al potenciar la vida, más las capacidades que su número, se puede desarrollar las facultades de conocimiento (ciencia) y poder (tecnologías).

Es claro que Mendiola (2009) en la cita anterior con su entender de que cada uno de los elementos que abordaría la biopolítica se establece en una mutua interacción que regula la vida, incluyendo las prácticas de la biotecnología, los sujetos trabajadores, la gestión del espacio y el manejo de los imaginarios de consumo, está entendiendo con las prácticas de la biotecnología una manera mucho más amplia de concebir la biopolítica, ya no solo pensada en tanto el hombre. Hernández (2009) que se detiene a realizar análisis sobre el poder en el pasado y el presente, sobre la vida, amplía el panorama al escribir que:

“Contamos, pues, con una fuerza, con un poder muy superior, más perfecto en la época contemporánea que en la prehistórica, porque la vida queda ahora más alterada, más modificada, más vencidas sus resistencias cuando se ejerce la biotecnología, que es la forma actual del poder sobre la vida.” (Hernández, 2009.23)

Nótese que el autor no hace directa relación a la política sino al poder, y que este ya no lo percibe como *sine qua non* a lo antropológico sino que lo encuentra entendible en un sentido mucho más amplio al destacar un poder sobre la vida y no sólo sobre el hombre. Con ello se está extendiendo cada vez más la imposibilidad de empezar a analizar, a distinguir los seres vivos de los muertos en tanto materia prima que tiene como base la biotecnología no solo para investigar sino además para comercializar. El andamiaje está puesto en matices que cada vez se ven más tenues, como resalta Hernández (2009) “En la era de la biotecnología no hay fronteras que no se puedan transgredir, no hay territorios inexpugnables, no hay cosas que no se puedan hacer...” (p.35).

En orden a lo antedicho, referirse a la biopolítica como una forma de racionalidad que agrupa la vida únicamente haciendo parte a la especie *Homo sapiens* dejando relegados otros grupos de seres vivos que tienen vida es una visión muy reduccionista en principio para un Estado. Bioquímicamente, los hombres sapientes al igual que otros seres vivos deberán ser vistos en su conjunto desde la biopolítica. La biología estudia la vida, lo vivo en general, es decir, no reduce su estudio a los seres vivos racionales sino que contempla a todos, ya sean acuáticos, social, patógenos, microscópicos, etc., de tal manera la biopolítica debería contemplar a todos los seres vivos.

En concordancia, Varas (2006) explícita:

“La biopolítica... identifica para los seres humanos y los seres no humanos una nueva arena o un nuevo “espacio” de deliberación colectiva, donde no son los intereses exclusivos de la vida humana lo que se busca que trascienda, ni tampoco se busca solamente una renovación del orden antropológico, sino que busca proposiciones de orden a partir de las relaciones

entre todos los sistemas vivos y vivientes como una interacción global, proposiciones que puedan ser inteligibles en el nivel de las restricciones antropocéntricas.” (p.54).

Por su parte, Ugarte (2005) escribe.

“Una racionalidad autónoma, que en sus formas biopolíticas idea la vida en su totalidad y usa técnicas que la generan, se despliega a lo largo y ancho del mundo en que habitamos. La biotecnología, como forma paroxística del poder sobre la vida en que el hombre contemporáneo reconoce su propia esencia, consiste en una manifestación de esas formas biopolíticas de la racionalidad.” Ugarte (2005:42).

Así pues, teniendo en cuenta lo anterior, se puede señalar que el hombre además de ser un medio de la biopolítica (instrumento, quien la plantea) es también un fin (producto, resultado de la misma, de su racionalidad) lo cual no puede conducir a entender la biopolítica como fin exclusivo de lo humano, máxime cuando precisamente de las plantas, bacterias, animales, etc., dependen en gran parte de la vida de los humanos, tanto en términos de alimento, salud, como económica, sobre todo, si se tiene en cuenta lo que representa la biodiversidad para los Estados que particularmente la ostentan.

En consecuencia, no es posible pensar que un país separe la biopolítica de la biotecnología que no sólo investiga a los humanos (Proyecto Genoma Humano, células madre, por ejemplo) sino también a otros seres vivos de los cuales, como ya se presentó, se pueden obtener múltiples productos. Es decir, la biopolítica no debería enfocarse únicamente en el hombre *per se* pues la vida es mucho más amplia, y la dinámica que se entreteje tiene como base el material genético de las especies y de cada individuo que al fin y al cabo tienen en su ADN los mismos constituyentes químicos, que siguen por lo general unos principios estructurales en sus pares de bases nitrogenadas (A-T, G-C) en el ADN, pero que varían en la manera como estos están ordenados.

Como lo expresó Ugarte (2005) en la cita anterior, el hombre reconoce su propia esencia –pero no sólo la suya diría yo- como resultado de su racionalidad “autónoma” aplicada desde la biotecnología, la cual se ha dispersado en el mundo y se ha manifestado en “formas biopolíticas de racionalidad”. Si se acepta que las diferencias entre los seres vivos y muertos son cada menos contrastantes, dado que son manipulables como cualquier otra materia, pues no será necesario hacer referencia a la bio-política sino solamente a la política.

Así las cosas no habría mayor necesidad de hacer diferencia entre si es materia viva o muerta, simplemente es materia. Pero si se ponen las estructuras química que configuran lo vivo en función de un sistema viviente que se manipula desde las mismas estructuras químicas, entonces la mirada no solo se mantiene en lo químico sino que se amplía a biológico. Por lo que la política se torna bajo una visión biológica que tiene como instrumento a la biotecnología –con todo y los conocimientos de los que depende- para un hacer que se representa ante la investigación y mercantilización de lo vivo y de la vida.

De todas maneras no sobra tener en mente lo que López (2009) destacaba a propósito de la vida y la muerte, más que lo vivo y lo muerto, “Vida y muerte dejan...de ser conceptos científicos para pasar a ser conceptos políticos. La novedad de la biopolítica moderna, nos dice Agamben, es que todo lo biológico es político y a la inversa.” (p.172).

Ahora, es claro que los humanos en tanto tales, y no obstante de compartir constituyentes básicos y funcionales con otros seres vivos, tienen predisposición a expresar características diferentes, sustanciales, como también otros seres vivos, que los configuran como una especie con la capacidad de retroceder y adelantarse en el tiempo, de pensar y tomar decisiones, ha construido unos sistemas de creencias y valores, y moral que los obligan a tomar posturas en defensa de las mismas. Precisamente, la biotecnología ha influido en estos sistemas por lo que ha despertado variados dilemas de corte bioético que se mecen entre quienes están completamente polarizados, opositores o defensores, o entre quienes están parcialmente de acuerdo en algunos avances y aplicaciones de la biotecnología. No me detendré más en este asunto, lo cual no quiere decir que no sea relevante, pues es claro que de allí derivan muchos asuntos que tienen que ver con el conocimiento que de la biotecnología cada quien tenga y de las posturas que tome según su idiosincrasia. Precisamente este asunto puesto en manos de la enseñanza toma dimensiones de complejidad que muchas veces no son alertados desde los colegios, ni las universidades que forman profesionales de la enseñanza de las ciencias.

En concreto, la biodiversidad representa una de las riquezas para los territorios de Estados y un recurso muy valorado por la biotecnología para sus investigaciones. La biopolítica y la biotecnología están intrínsecamente relacionadas por su implicancia en las lides de la vida y lo vivo, la primera por construir en camino, objetivos, las normas, las leyes, principios que orientan, regulan, controlan y sancionan, en tanto, la biotecnología estaría supeditada al marco declarado por la biopolítica, la cual señala hasta dónde puede llegar la investigación y comercialización con seres vivos según los principios rectores éticos que se tengan sobre las mismas en cada Estado.

Abordar la política atendiendo a prefijo bio, obliga a tener una mirada más amplia, por lo menos no solo desde lo antropológico sino también, entre otras disciplinas, desde lo biológico, desde el material genético, desde las posibles especies, desde los territorios de Estado, desde la globalidad. Al respecto, López (2009) ya hacía alusión a que “Hoy, en la medida en que vivir es participar de una movilización global que reproduce esta realidad obvia y a la vez capitalista en la que estamos, cambia radicalmente el estatuto político de la vida.” (p.177).

Todo lo anterior tiene altos intereses económicos, por lo que se pueden encontrar tensiones entre los que aprueban o desaprueban, o están de acuerdo en algunas investigaciones y comercialización. De cualquier manera los colegios y universidades tiene un papel fundamental en la formación bioética, biopolítica y biotecnológica de las personas, son quienes en última instancia, mediante la formación, tiene el biopoder de enseñar las lógicas que de fondo existen en la biotecnología que se ha convertido en uno de los campos de investigación más promisorios para el desarrollo de conocimiento, su conocimiento tiene un alto valor económico y significado para las sociedades puesto que se propone el consumo de sus productos y servicios, y el uso de la materia prima, biodiversidad.

Desde luego que lo anterior en la perspectiva del metaconocimiento que he buscado describir en el capítulo V para las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, y por ende para el conocimiento profesional del profesor, que como se hace evidente es esencial, por lo menos para la enseñanza de la biotecnología.

Prosiguiendo, la biotecnología, a pesar de ser un campo joven de investigación, ha venido filtrando las sociedades, economías y política de los países, que han visto en ellas un área estratégica para la competitividad. En tal sentido, se ponen en marcha biopolíticas que promueven, entre otras cosas, el desarrollo de productos y servicios biotecnológicos desde diferentes sectores tales como la salud, la agricultura y el ambiente.

En este manto de asuntos se están configurando lógicas a las que no estamos acostumbrados por lo que el paradigma que se encuentra en marcha para el cambio –por lo menos desde la segunda mitad del siglo XX-, mediante el movimiento de las concepciones ya reiteradas en este escrito, deberá ser puesto en sus justa dimensión en la enseñanza, analizados consecuentemente para la misma. Por lo que se percibe de varias lecturas sobre la biotecnología analizada desde varias perspectivas, incluida la de la educación, que se presentará en el apartado que sigue, el pensamiento en términos de las dicotomías: epistemológico y ontológico; lo humano y no humano (Latour y Woolgar, 2001); lo social y lo natural (Mendiola, 2006); biotecnología y biopolítica (bioeconomía, biopoder)/lo humano y los seres vivos (Hernández, 2005; Ugarte, 2005; Varas, 2006; Mendiola, 2009); la enseñanza y aprendizaje, pedagogía y didáctica, considero posibles de superar a través de la dialéctica (Bachelard, 2010 y 2009).

### 3. Curso de la investigación sobre la educación en biotecnología

En este apartado se abordan los artículos sobre educación en biotecnología, para esto se desarrollan tres niveles de análisis como se muestra en la tabla 6.2. Así pues, en el primer nivel se presentan resultados generales y cuantitativos de todos los artículos (n=181) en cuanto al año, cantidad de artículos publicados individualmente y en conjunto, etc. En el segundo y tercer nivel se avanza en el análisis a profundidad a 48 artículos que enfatizan en el profesor los cuales fueron seleccionados de los 181 artículos anteriores.

En el segundo nivel se hacen explícitos los datos contenidos en las preguntas, objetivos, metodologías, resultados –en la perspectiva de los profesores en ejercicio y los profesores en formación inicial- y sugerencias, estos aspectos son analizados según la categoría y subcategorías presentadas en la tabla 6.2. En el tercer nivel de análisis se avanza en aspectos relacionados con los datos obtenidos de la introducción, antecedentes y justificación específicamente, estos aspectos se analizan de acuerdo a las categorías y subcategorías escritas en la tabla que sigue.

**Tabla 6.2:** Estructura y niveles de análisis realizados a los artículos sobre educación en biotecnología, y de estos los que enfatizan en los profesores

Artículos de educación en biotecnología (n=181) y de estos, 48	Artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor (n=48)
--	---



artículos que enfatizan en el profesor													
Primer nivel de análisis					Segundo nivel de análisis					Tercer nivel de análisis			
Años	Cantidad de publicaciones individuales y en conjunto	País	Cantidad y agrupación de revistas	Autor	Preguntas	Objetivos	Metodologías	Resultados		Sugerencias	Introducciones	Antecedentes	Justificaciones
								Profesores en ejercicio	Profesores en formación inicial				
					<p><b>Categoría</b> (Educación en biotecnología), <b>subcategorías:</b> currículo y contenidos, profesores, formación, estudiantes, factores exógenos y endógenos que inciden en los profesores, actitudes, género, materiales para la enseñanza, instrumentos de investigación. (tabla</p>						<p><b>Categoría</b> (Referentes epistemológicos de la biotecnología), <b>subcategorías:</b> definición de biotecnología; posibles maneras de clasificar la biotecnología; y enfoques de la biotecnología. <b>Categoría</b> (Educación en biotecnología), <b>subcategorías:</b> política, referentes socioeconómicos; concientización, justificación.</p>		

### 3.1. Primer nivel de análisis: características generales de las publicaciones

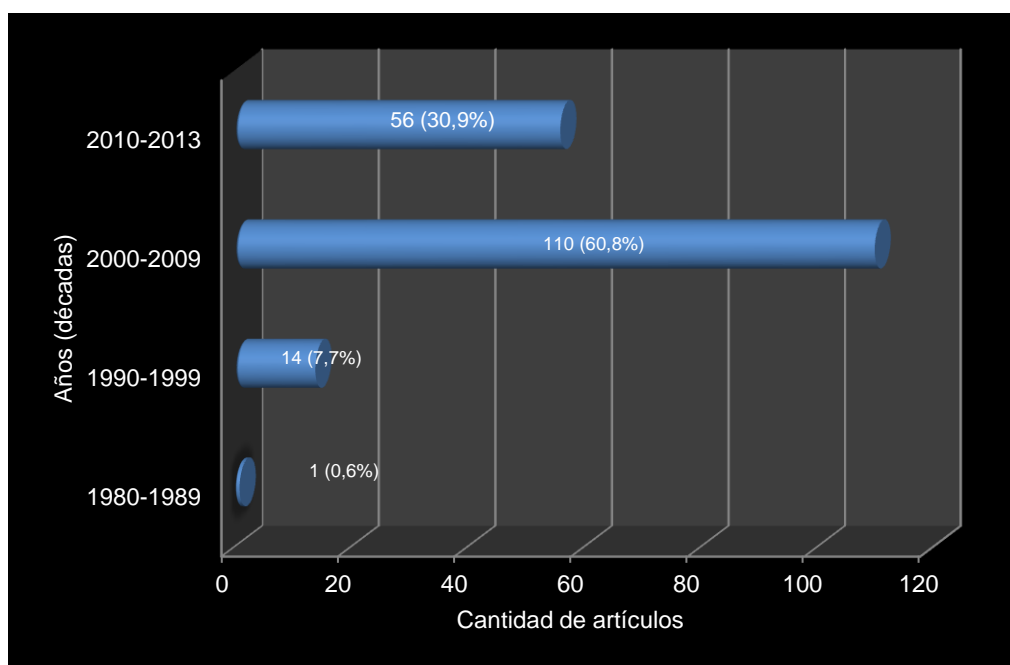
#### 3.1.1. Intervalo de tiempo para la selección y sistematización de datos de artículos y, aproximación a la producción de artículos por décadas

Se precisó el intervalo de tiempo entre los años 1987 y 2013; ya que corresponde al año de la publicación más antigua a que se tuvo acceso (1987) y a las publicaciones del año más reciente establecido para esta investigación. No obstante, el seguimiento realizado a la bibliografía, no solo de artículos sino además a libros y tesis sobre biotecnología y la educación, da la pista sobre las dos publicaciones más antiguas sobre educación en biotecnología.

Las dos publicaciones más antiguas encontradas fueron, por una parte, la de Wymer (1990), quien referencia un informe de trabajo de la Royal Society en 1981 titulado “*Biotechnology and education*” publicado en *Journal of Biological Education* (1982), 16 (1), 10-12. De otra parte, la de Lui y Chan (1999) quienes hacen otra cita de la Royal Society también de 1981, solo que bajo el

título de *“Biotechnology – an interdisciplinary curriculum for schools”*, publicado en *School Science Review* (1981), 68: 699-701. Según esto, en la Royal Society, en el año 1981 se elaboraron dos escritos sobre educación en biotecnología con títulos distintos y publicados en revistas diferentes en los años 1981 y 1982 teniendo como autor en los dos casos a la Royal Society.

Se concretó un total de 181 artículos (anexo 1), como se observa en la gráfica 6.1, en la década de los ochenta se encuentra 1 artículo (0,6%), en los noventa del siglo XX, 14 artículos (7,7%), en la primera década del siglo XXI aumenta considerablemente a 110 artículos (60,8%), en tanto que en los primeros cuatro años de la segunda década de este siglo ya se evidencian 56 artículos publicados (30,9%).



**Gráfica 6.1:** Cantidad y porcentaje de artículos sobre educación en biotecnología por décadas

Con esto entonces, es notorio el incremento de las publicaciones en torno a la educación en biotecnología, por lo que se puede establecer que existe un fuerte interés por éstas, especialmente a partir de los noventa, lo cual puede tener relación, por una parte, con los alcances de la biotecnología en cuanto a experiencias con terapia génica; comercialización de enzimas recombinantes; la obtención experimental de la primera vaca y oveja transgénica; el descifrar el primer genoma de una bacteria *-Haemophilus influenzae-*; el completar la secuenciación del primer genoma de un eucarionte, la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y del primer cromosoma humano; además de las más de 1.500 empresas de biotecnología en Estados Unidos y más de 3.000 en el mundo hacia el año 1998, entre otras cosas (Malajovich, 2012), y por otra, aunque como consecuencia de la anterior, por las políticas internacionales que disponían la necesidad de incluir la biotecnología en las escuelas y en capacitar a los profesores al respecto (McInerney, 1990).

### 3.1.1.1. Cantidad de artículos publicados por país

En la tabla 6.3 se observa que son 36 los países que han publicado individualmente, si se tienen en cuenta otros 18 países que han publicado en conjunto con otros países (Austria, Alemania, Bélgica, Botswana, Dinamarca, Eslovaquia, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Israel, Italia, Kenia, Líbano, Luxemburgo, Nigeria, Suecia, Sur África), sin repetir los que ya han publicado individualmente, se obtienen entonces 54 países de donde provienen los 181 artículos seleccionados.

De los 181 artículos, 163 corresponden a países que han publicado individualmente (90%), los restantes 18 artículos son de países que han compartido la publicación con otros países (10%). Entre los países que tienen la mayor cantidad de artículos publicados individualmente se encuentran Argentina, Australia, Turquía y Estados Unidos de América que tienen entre 13 y 41 artículos (tabla 6.3). Solo estos 4 países, de 36, cubren 81 artículos de 163 publicados individualmente, esto es aproximadamente el 50%.

**Tabla 6.3:** Distribución, por países, de artículos sobre educación en biotecnología (n=181 artículos)

<b>Artículos de países que ha publicado individualmente (n=163 artículos)</b>	<b>País*</b>	<b>Cantidad de artículos</b>
	1. Alemania	1
	2. Chile	1
	3. China	1
	4. Chipre	1
	5. Cuba	1
	6. Francia	1
	7. Lituania	1
	8. Polonia	1
	9. Puerto Rico	1
	10. Rumania	1
	11. Suiza	1
	12. Tailandia	1
	13. Taiwán	1
	14. Uruguay	1
	15. Canadá	2
	16. Corea del Sur	2
	17. Eslovenia	2
	18. Holanda	2
	19. Hong Kong	2
	20. Japón	2
	21. Noruega	2
	22. Malasia	3
	23. México	3
	24. Portugal	3
	25. Venezuela	3
	26. India	4
	27. Reino Unido	4
	28. España	5
	29. Brasil	6
	30. Israel	6
	31. Colombia	7

		32. Nueva Zelanda	9
		33. Argentina	13
		34. Australia	14
		35. Turquía	14
		36. Estados Unidos de América	41
<b>Artículos de países que han publicado conjuntamente (n=18 artículos), se agrupan según el que más predomina.</b>	Estados Unidos de América	Argentina y Estados Unidos de América	1
		Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, España Luxemburgo, Holanda, Suecia, Portugal, Suiza, Reino Unido y Estado Unidos de América	1
		Israel y Estados Unidos de América	1
		Eslovaquia y Estados Unidos de América	1
		Estados Unidos de América y Corea del Sur	1
		Reino Unidos y Estados Unidos de América	1
	Turquía	Turquía, Líbano, Lituania y Eslovaquia	1
		Turquía y Eslovaquia	3
		Turquía y Reino Unido	1
	Reino Unido	Reino Unido y Francia	1
		Suiza y Reino Unido	1
		Taiwán y Reino Unido	1
	Argentina	Argentina y Canadá	1
		España y Argentina	1
		Kenia y Sur África	1
	Nigeria y Botswana	1	

\*Corresponde al país explicitado por el o los autores en el artículo, es decir, es el país de origen de la publicación.

En cuanto a los países que han publicado artículos conjuntamente, se evidencia el predominio de países como Estados Unidos de América, Turquía, Reino Unido y Argentina; 3 de los anteriores coinciden con algunos de los que han realizado publicaciones individuales: Estados Unidos de América, Turquía y Argentina. Se puede reconocer que el primer país tiene entonces 47 publicaciones entre las individuales (41) y las conjuntas (6) con Corea del Sur, Reino Unido, Israel, Argentina, Eslovaquia, la Unión Europea; Turquía tiene 19 publicaciones, 14 individuales y 5 en conjunto con Lituania, Líbano, Reino Unido y Eslovaquia. Argentina cuenta con 15 publicaciones, 13 individuales (7 corresponden a tres memorias de eventos académicos realizados habitualmente en este país) y 2 en conjunto con otros países, Canadá y España.

El Reino Unido cuenta con 4 publicaciones individuales, no obstante, se encuentra dentro de los que predominan con las publicaciones conjuntas con Suiza, Taiwán y Francia; de todas maneras es claro que además comparte publicaciones con dos de los países más predominantes resaltados unos renglones atrás: Estados Unidos de América y Turquía.

Prosiguiendo con los artículos compartidos por los países, se observa en la parte final de la tabla 6.3 que dos publicaciones provenientes, por una parte, Kenia y Sur África, y por otra, Nigeria y Botswana, no son agrupadas por otros países ni tampoco agrupan a otros, ninguno de estos países figura con publicaciones individuales. Otros países que no aparecen con publicaciones individuales son: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Suecia, Líbano y Eslovaquia, sin embargo, se encuentran haciendo parte de una publicación compartida con varios países de la Unión Europea.

Llama la atención que Eslovaquia no figura en la tabla 6.3 con publicaciones individuales, no obstante, tiene 4 publicaciones compartidas, 3 en dúo con Turquía, y una en conjunto con Líbano, Lituania y Turquía. Se observa que con Estados Unidos de América –siendo este el país que agrupa- Eslovaquia tiene una publicación compartida. En concreto, Eslovaquia es tendiente a publicar de forma conjunta con otros países.

Se ha resaltado aquí sólo a Eslovaquia por la conexión y la cantidad de veces que se expresa en particular para publicar de manera conjunta con otros países, pero igual es evidente que hay países que tienen publicaciones compartidas y no individuales- es el caso de los países africanos: Kenia y Sur África, y por otra, Nigeria y Botswana- o que tienen publicaciones individuales pero no en conjunta con otros países, por ejemplo: Australia, Nueva Zelanda, Colombia, Israel y Brasil -que tienen entre 6 y 14 publicaciones individuales-, entre otros con menos cantidad de publicaciones. La otra opción consiste en los países que tienen tanto publicaciones individuales como compartidas, el ejemplo más evidente es Estados Unidos de América, Turquía, Reino Unido y Argentina, otros países son: Corea del Sur, Canadá, España, Holanda, Portugal.

En términos generales, se puede decir que de los 181 artículos, por lo menos el 50% de las publicaciones corresponden a Estados Unidos de América, Turquía, Australia y Argentina, el restante 50% está distribuida entre 50 países que ha publicado entre 1 y 9 artículos, siendo mayoría la cantidad de países que han publicado entre 1 y 2 artículos. Ante esto queda la pregunta respecto a ¿Qué ha hecho que algunos países tengan mayor o menor interés por investigar sobre la educación en biotecnología?

La cantidad de artículos publicados que corresponden al portugués, inglés y español, fue de 3 (1,7%), 145 (80,1 %) y 33 (18,2 %) respectivamente, con ellos es evidente que el idioma que predomina es el inglés. El portugués es el idioma en que menos se encuentran publicaciones para esta investigación (anexo 1). No obstante, que la investigación no contempló otros idiomas – francés, alemán y chino, por ejemplo- como criterios para la selección de los artículos, en general, se puede decir que los 181 artículos seleccionados abarcan una muestra importante de países (54). No es casual que las investigaciones referentes a la educación en biotecnología hayan empezado desde la década de los ochenta y que se hayan incrementado en las siguientes décadas. Las razones tienen relación, entre otras cosas, con el cultivo y lanzamiento al mercado de productos o derivados de organismos modificados genéticamente, las patentes otorgadas, la necesidad de contar con recurso humano para la investigación, y lo representa todo esto en el marco de las economías de los países.

Se puede inferir, atendiendo a las características de la biotecnología y lo que esta puede representar para diferentes sectores políticos, sociales, económicos, defensores ambientales, que las investigaciones alrededor de la educación y la biotecnología se tornan necesarias para comprender como estas pueden ser pensadas o están siendo pensadas. Esto puede ser entendido atendiendo lo que la biotecnología podría significar –o significa ya- en algunos países, en tanto la relación directa de la biotecnología con la vida y lo vivo, pero más que nada con lo económico, como impulsora de un cambio de paradigma.

### 3.1.1.2. Distribución y cantidad de artículos en revistas y memorias, y propuesta de agrupación de las revistas según la relaciones entre campos

En la tabla 6.4 se explicita que las 181 publicaciones están cubiertas por 102 revistas (163 artículos) y 14 memorias de eventos (18 artículos), de la cuales 78 revistas y 12 memorias han publicado cada una un artículo, 78 y 12 respectivamente, que corresponden a un total de 90 artículos. Los restantes 91 artículos están distribuidos en 24 revista (85 artículos) y las memorias de 2 eventos (6 artículos), (tabla 6.4).

**Tabla 6.4:** Distribución de los artículos sobre educación en biotecnología en revistas y memorias de eventos

		Revistas	Memorias	Total
<b>Cantidad de revistas y memorias (fuentes bibliográficas)</b>		102	14	116
<b>Cantidad de artículos</b>		163	18	181
<b>Artículo (s) publicado (s)</b>	<b>Uno</b>	78 (78 artículos)	12 (12 artículos)	90
	<b>Más de uno</b>	24 (85 artículos)	2 (6 artículos)	91

Así pues, en la tabla 6.4 se observa que los artículos sobre educación en biotecnología tienen una amplia distribución en revistas. Se evidencia que de 14 eventos, 12 publicaron cada uno un artículo, en tanto que dos eventos publicaron 6 artículos. Por el momento se puede declarar, según los resultados hasta ahora alcanzado en esta investigación, no existe una clara especificidad en cuanto a las revistas que publican sobre educación en biotecnología. Lo que sigue puede aportar a la comprensión del comportamiento del campo de producción de capital simbólico.

Realizando el ejercicio de clasificar las revistas -sin tener en cuenta las memorias- que han publicado artículos sobre educación en biotecnología, sin buscar profundizar en la naturaleza del conocimiento que busca publicar cada una de las revistas y atendiendo e infiriendo únicamente a partir de lo que indican sus nombres, se pueden agrupar como se muestra en la tabla 6.5.

**Tabla 6.5:** Agrupación de revistas por campos de investigación

Agrupación de revistas por campos de investigación		Ejemplo revistas
<b>1. Educación</b>	<b>a) General</b>	<i>Creative Education; Cukurova University Faculty of Education Journal; Educational Sciences: Theory &amp; Practice; Education Research International; Revista Educación y Educadores; Educare; y School Science Review.</i>
	<b>b) Campo específico</b>	<i>Biochemical Education; Journal of Technology Education; Journal of Agricultural Education; Journal of Biological Education; Cell Biology Education; y CBE—Life Sciences Education, Science Education; Science Education International; entre otras.</i>

	<b>c) Enseñanza</b>	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias; Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia; Teaching Science; Teaching Education, entre otras.</i>
	<b>d) Profesor</b>	<i>Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development; Journal of Industrial Teacher Education; Revista Educación y Educadores; The American Biology Teacher; y The Journal of Education Hong Kong Teachers' Association, entre otras.</i>
<b>2. “Diferentes a la educación”</b>		<i>International Journal of Technology; International Journal of Computer Theory; Briefings in Bioinformatics; Genome Research; Journal of Biotech Research; Journal of Commercial Biotechnology; Nature Biotechnology; New Biotechnology; Plant Biotechnology; Plant Cell, Tissue and Organ Culture; Science and Engineering Ethics, y Social Responsibility Journal; entre otras.</i>
<b>3. Coexistencia de campos</b>	<b>e) Entre la educación y los campos diferentes a la educación</b>	<i>Biotechnology Research and Education; Journal of Microbiology &amp; Biology Education; Journal of Science Education and Technology; Biochemistry and Molecular Biology Education; Journal of International Agricultural and Extension Education; Ciência &amp; Educação (Bauru); International Journal of Environmental &amp; Science Education, entre otras.</i>
	<b>f) Entre campos distintos a la educación</b>	<i>Journal of Industrial Microbiology &amp; Biotechnology; International Journal of Science and Mathematics; Biotechnology, Agronomy, Society; World Journal of Microbiology and Biotechnology; Procedia Social and Behavioral Sciences, entre otras.</i>

En cuanto a los nombres que reciben las revistas (anexo 2), era esperar que el nombre se ajuste a las características del conocimiento que la revista en sí recauda y que se entiende busca circule entre miembros del campo de conocimiento. Sin embargo, esto no es así, ya que lo que se puede entender de lo contenido en la tabla 6.5 es que los artículos producto de las investigaciones sobre la educación en biotecnología tienen acceso a pluralidad de campos de producción de conocimiento, con lo cual se percibe que las tensiones y presiones, por lo menos en el campo y entre los campos, no parecen fraguarse ya que las posibilidades de revistas para publicar son amplias. Por consiguiente, el derecho de admisión de los autores de los artículos está instalado en cualquier campo.

Lo anterior sería una mirada que deja ver las posibilidades que se ciernen para buscar establecer el conocimiento bajo ciertas lógicas que en principio, y a juzgar por los nombres que reciben las revistas, tienen que ver con la coexistencia de campos de conocimiento que se configuran según las tradiciones académicas y cercanías entre los campos. Al parecer la educación en sí tiene que ver con todos los campos –microbiología, biología celular, biología molecular, matemática, bioquímica, biotecnología, agricultura, bioinformática, entre otros, (tabla 6.5, campo 2)-. Si bien es cierto que también se encuentran revistas especializadas en la educación, (campo 1), no es muy claro el por qué otras revistas que no explicitan en sus nombres aspectos del campo de la educación –por ejemplo: enseñanza, aprendizaje, profesor, etc.- o su coexistencia con ésta, publican artículos atinentes a este.

En este sentido, la educación en biotecnología se encuentra en el contexto de pluralidad de campos de diferente naturaleza de conocimiento. Así pues, campos de investigación distintos a la educación, no obstante de tener objetos específicos de investigación, se inclinan a investigarla e incluso a realizar publicaciones sobre este campo de conocimiento en sus revistas.

Ahora, en la tabla 6.5 se hace explícito que hay casos de algunos nombres de revistas -*Revista Umbral; Revista de Investigación; Nordina; Paradigma; Scientific Research and Essays; y VEsC*- que son poco dicentes respecto a quiénes va dirigida y cuáles son sus intenciones de producción de conocimiento, por lo menos en un primer acercamiento al nombre que reciben. Desde luego que el nombre no tiene porqué ser condición *sine qua non* para conocer en un primer plano el tipo de revista y el tipo de conocimiento que publica.

Por consiguiente, se puede declarar que la educación general es de interés –también general- de varios campos, sin embargo, la educación, la pedagogía y la didáctica, como campos de producción de conocimiento, no son las más recurrentes, de hecho, se pueden encontrar revistas (tabla 6.5), que abordan la educación en ciencias en general (agrupación a); en tanto que las revistas que buscan publicar conocimiento específico sobre la educación en bioquímica, tecnología, entre otras, (agrupación b), se vuelven una asociación de construcciones de conocimiento que pueden estar más cerca de sus maneras de pensar la realidad de la producción de conocimiento en un sentido de constituir objetos más ceñidos a la naturaleza del conocimiento de educación que se aborda.

Se evidencia en la tabla 6.5, que se tornan mucho más específicas las revistas que abordan la enseñanza (agrupación c) o al profesor (agrupación d) que corresponde al campo 1 de investigación sobre educación. Se observa en la tabla 6.5 que en la agrupación del campo de investigación denominado “diferentes a la educación” (2) también se evidencia lo específico de sus conocimientos ya que abordan *per se* la tecnología, el genoma, la bioética, la ingeniería y la biotecnología –en cuanto al comercio, plantas, células, tejidos, órganos-, entre otras especificidades.

En cuanto a las revistas agrupadas porque su nominación incluye una especie de coexistencia con otros campos consistentes con la educación o con otros (agrupación e), o aquellas que en su nominación incluyen dos campos distintos a la educación (microbiología y biotecnología; matemáticas y ciencia), (agrupación f), se refleja una intención explícita en el nombre de las revistas al hacer coexistir la educación y un campo distinto a la misma, por lo que reciben publicaciones devenidas de la educación en biotecnología. No ocurre lo mismo con las revistas que explicitan la coexistencia entre campos distintos a la educación y aun así recaudan artículos de educación en biotecnología.

Es mucho más cercana la educación específica en la cual el nombre de la revista no se considera de manera *disyuntiva o conjuntiva* sino que el sustantivo y el adjetivo se instituyen como un todo (educación en...), verbigracia, la agrupación b. Desde luego que la agrupación de revistas mucho más específica del campo de investigación 1 –educación-, como ya se señaló, corresponde a los nombres de la revista que contiene palabras como enseñanza o profesor.

Otro aspecto que vale la pena resaltar, aunque no se tuvo en cuenta en las agrupaciones de la tabla 6.5, es el de las revistas que en su nombre tienen una aparente ubicación de territorialidad ya no solo académica sino además de Estado o Región, como por ejemplo: *European Journal of Educational Studies; African Journal of Biotechnology; Journal of Baltic Science Education; Revista Electrónica Iberoamericana; Indian Journal Microbiology; Revista Colombiana de*



*Biotecnología; Innovative Romanian Food Biotechnology; Journal of Turkish Science Education.* Así pues, no quiero dejar de poner de manifiesto que las presiones entre los Estados y/o las regiones son una constante no menos importante que las presiones entre los campos de conocimiento.

Prosiguiendo con los análisis, en la tabla 6.6 se realiza una aproximación a la cantidad de artículos publicados por revista y memorias (anexo 2), se muestran solamente las que tienen dos o más publicaciones sobre educación en biotecnología. En este sentido, en la tabla 2 se observan 24 revistas (85 artículos) y unas memorias de un evento académicos que recogen 6 artículos. Si se compara esto con las 102 revistas y 14 memorias (tabla 6.4), pues es evidente que la mayoría de revistas (78) y memorias (12) han publicado un solo artículo, lo que indica y ratifica todavía más la dispersión de los artículos.

**Tabla 6.6:** Nombre de revistas o memorias de eventos que ha publicado más de un artículo sobre educación en biotecnología entre los años 1987 y 2013

Nombre de la revista	Cantidad de artículos
<i>African Journal of Biotechnology</i>	2
<i>BEE-j</i>	2
<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	2
<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	2
<i>Journal of Industrial Teacher Education</i>	2
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	2
<i>Revista Colombiana de Biotecnología</i>	2
<i>Revista Educación y Educadores</i>	2
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>	2
<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia</i>	2

<i>The Science Education Review</i>	2
VESC	2
<i>Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*</i>	2
<i>Biochemical Education</i>	3
<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i>	3
<i>Journal of Technology Education</i>	3
<i>Scientific Research and Essays</i>	3
<i>Journal of Agricultural Education</i>	4
<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i>	4
<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*</i>	4
<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i>	4
<i>Research in Science Education</i>	4
<i>The American Biology Teacher</i>	4
<i>Journal of Biological Education</i>	6
<i>International Journal of Science Education</i>	11
<i>Electronic Journal of Biotechnology</i>	12

\* Artículos publicados en memorias

Ciertamente, es notable que las dos revistas que más publicaciones tienen respecto a la educación en biotecnología corresponden cada una a un campo específico, por una parte, al de educación en ciencias -*International Journal of Science Education*- (11 artículos), y por otra, al de biotecnología -*Electronic Journal of Biotechnology*- (12 artículos). Así también, son notorios los 4 artículos publicados en solo un evento (*X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*) desarrollado en Argentina. También se han incluido dentro de los artículos a analizar algunos escritos de las ponencias o conferencias de varios eventos dado que sus contenidos resultaban relevantes, al tiempo que sus autores tienen varias publicaciones sobre la educación en biotecnología.

La concentración de las publicaciones en pocas revistas, puede favorecer la convergencia de conocimiento que puede constituirse en un campo especializado en la investigación de la educación en biotecnología. Se puede considerar que el campo más próximo y adecuado para publicar estas investigaciones está en la educación en biología, bioquímica o biología molecular, pero los campos de la biología, bioquímica o biotecnología *per se*, no son afines con los de las ciencias de la educación, de las didácticas y pedagogías, en virtud de establecer la enseñanza, el aprendizaje, el currículo y los contenidos, y la evaluación, como objetos de estudio, y a los profesores y estudiantes, como sujetos de estudio desde diferentes perspectivas teóricas.

No se trata de que la producción de conocimiento necesariamente se encuentre concentrada en una sola revista rotulada como investigación en la enseñanza, educación o didáctica de la biotecnología, pero si conservar un vínculo más cercano con las características del conocimiento que se está investigando. De hecho, hace un poco más de dos décadas que la especificidad –por lo menos en el nombre- de una revista al respecto de la *educación en biotecnología* ya se había dado, aunque eso sí, justificada su emergencia más por el avance de las investigaciones en el campo de la biotecnología, que las de la educación en la misma.

Precisamente, comentan Wymer y Micklos (1990), el primer autor miembro de la *National Centre for School Biotechnology* (UK), y el segundo autor del *DNA Learning Centre, Cold Spring Harbor Laboratory* (USA), en dos párrafos cortos, bajo el título de *New Educational Journal Biotechnology Education*, que ya se había fundado dicha revista, a saber:

“El primer volumen de *Educación en Biotecnología* apareció en octubre de 1989. En el primer editorial, el editor comenta que existe una clara necesidad de los estudiantes y el público para estar más informados acerca de los desarrollos biotecnológicos tanto para que haya consenso sobre la dirección de la actualidad y el trabajo futuro como para proporcionar el personal para llevarlo a cabo. La educación en biotecnología tiene como objetivo facilitar este proceso...” (p.57)

Wymer y Micklos (1990) continúan el siguiente párrafo expresando que Watson y Crick, en el primer volumen, señalaron que había crecido la comunidad de científicos que investigaban el ADN. Al momento de esta publicación de Wymer y Micklos, se había contemplado una revista especializada en educación en biotecnología, precisamente cuando se estaban iniciando las publicaciones al respecto. Sin embargo, en el seguimiento realizado a la revista en cuestión, no se evidencian volúmenes o números publicados sobre el tema después del anuncio de los autores.

En todo caso, en el conjunto de los artículos sobre educación en biotecnología seleccionados para esta investigación, se observa que las fronteras de este conocimiento publicado tienden a no tener un campo, o una (s) revista (s) especializada (s). Quizá, la educación más que la biotecnología, es tan amplia que sus posibilidades para publicar propuestas, reflexiones o investigaciones resultan viables para varias revistas y campos de conocimiento. Aunque es necesario declarar que del campo de investigación de la biotecnología han emergido revistas especializadas, como: *Electronic Journal of Biotechnology*; *African Journal of Biotechnology*; *Revista Colombiana de Biotecnología*; *Journal of Biotech Research*; *Journal of Commercial Biotechnology*; *Nature Biotechnology*; entre otras.

Una de las publicaciones en las que se ha logrado materializar la unión entre la biotecnología y la educación es: *Biotechnology Research and Education*. Caso similar al que sucede con publicaciones como: *Biochemistry and Molecular Biology Education*; *Journal of Microbiology & Biology Education*; entre otras, (agrupación d, tabla 6.5).

### **3.1.1.3. Autores por país con más de un artículo publicado sobre educación en biotecnología**

En la tabla 6.7 se observan los autores que tienen dos o más publicaciones realizadas sobre educación en biotecnología y el país, es evidente que en algunas ocasiones los autores tienen publicaciones compartidas con otros autores de otros países. Unas páginas más atrás ya se habían resaltado 18 artículos que habían sido publicados de manera conjunta con otros países (tabla 6.3), el caso que se va a desarrollar ahora, tiene como base a los autores principales para establecer el número de artículos y el país de donde proceden las publicaciones.

Los autores que más publicaciones tienen son Ocelli (6) y Kidman (5), de Argentina y Australia, respectivamente. Ocelli tiene un artículo como única autora, los restantes 5 son coautorías con Valeiras N. (2009 y 2010); García, L y Masullo, M. (2012); Vilar, M y Valeiras, N. (2011) y Vázquez-Abad, J. (2010), (tabla 5). Esta autora lidera las publicaciones en el campo referido en este estudio en Argentina. En cuanto a Kidman, se observa que tiene 4 artículos con única autoría y un artículo con Hoban, G. en el 2009, luego tiene 5 publicaciones de 8 que aparece para Australia, las tres restantes son de Dawson, quien tiene un solo artículo como único autor, y 2 en coautorías con Schibeci, R. (2003) y Venville, G. (2009), (tabla 6.7).

Continuando, en la tabla 6.7 se observa que, en Estados Unidos de América, Wells tiene 3 artículos publicados, en tanto que Zeller, Montgomery y Dunham cuentan cada uno con dos publicaciones. Wells también aparece como coautor en los artículos de Dunham, mientras que Montgomery y Zeller aparecen cada uno con sus publicaciones de forma individual. Como se mencionó en la tabla 6.3, este país tiene en total 47 artículos -41 individuales más 6 compartidas con otros países- que si se comparan con los 9 artículos de la tabla 6.7, que presenta a los autores con más de un artículo, se encuentra en general que la mayoría de las investigaciones para este país se han realizadas de manera individual.

En Nueva Zelanda, se evidencia en la tabla 6.7 que France tiene 3 artículos, 2 como única autora y uno en coautoría con Bay, J. (2010). Para el caso de Turquía se observa que Darçin tiene 3 artículos -2 en coautorías Türkmen, L. (2006) y Güven, T. (2008)-, Sürmeli, H y Şahin, F. (2010, 2012) tienen 2 en coautoría, en tanto que Erdoğan que tiene 2 publicaciones en coautoría y de manera conjunta con otros países-Líbano, Lituania y Eslovaquia-; así mismo puede verse que Erdoğan, Darçin y Sürmeli, no están compartiendo publicaciones (tabla 6.7).

Cabe recordar que Turquía, junto con Estados Unidos de América, Australia y Argentina, es uno de los países que más publicaciones tiene, y que además sigue a Estados Unidos de América en la tendencia a realizar publicaciones en conjunto con otros países, especialmente con Eslovaquia. Otros países -Brasil (Pedrancini), Eslovenia (Šorgo), España (Cabo), India (Narasimharao), Israel (Yarden) y Reino Unido (Wymer)- tienen autores que han publicado cada uno dos artículos (tabla 5).

En lo descrito hasta este momento, sale a flote la dinámica que han tenido las publicaciones sobre educación en biotecnología en cuanto a la década en las que se iniciaron y aumentó la producción de artículos al respecto, los países más predominantes por la cantidad de artículos publicados en conjunto con otros países o individualmente, las revistas que más artículos han recaudado, lo contrastantes que son los campos que explicitan los nombres de las revistas que reciben las publicaciones, los autores de un mismo país que más han publicado, así como los que lo han hecho en conjunto con otros países, también se avizoran los autores que han realizado publicaciones de forma individual o con autorías de investigadores de su mismo país, o con investigadores de otros países.

**Tabla 6.7:** Agrupación de autores con dos o más artículos

por país sobre educación en biotecnología<sup>62</sup>

Autor (es)	Cantidad de artículos	País
Occelli, M. (2012)	6	Argentina
Occelli M y Valeiras N. (2010)		
Occelli, M; García, L y Masullo, M. (2012)		
Occelli, M; Valeiras, N. (2009)		
Occelli, M; Vilar, M y Valeiras, N. (2011)		
Occelli, M y Vázquez-Abad, J. (2010)		Argentina y Canadá
Dawson, V. (2007)	3	Australia
Dawson, V and Schibeci, R. (2003)		
Dawson, V and Venville, G. (2009)		
Kidman, G. (2007, 2008, 2009, 2010) (4)*	5	
Kidman, G y Hoban, G. (2009)		
Pedrancini, V; Corazza-Nunes, M; Bellanda, M; Rosas, A y Ribeiro, A. (2007)	2	Brasil
Pedrancini, V; Corazza-Nunes, M; Bellanda, M; Rosas, A y De Carvalho, W. (2008)		
Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J. (2009)	2	Eslovenia
Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M. (2012)		
Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J. (2005)	2	España
Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J. (2006)		
Dunham, T; Wells, J and White, K. (2002)	2	Estados Unidos de América
Montgomery, B. (2003, 2004) (2)*	2	
Zeller, M. (1994, 2002) (2)*	2	
Wells, J. (1994, 1999) (2)*	3	
Wells, J and Kwon, H. (2008)		
Narasimharao, B. (2009, 2010) (2)*	2	India
Yarden, H and Yarden, A. (2006, 2010)	2	Israel
France B and Bay, J. (2010)	3	Nueva Zelanda
France, B. (2007, 2000) (2)*		
Wymer, P. (1992)	2	Reino Unido
Wymer, P and Micklos, D. (1990)		Reino Unidos y Estados Unidos de América
Sürmeli, H y Şahin, F. (2010, 2012)	2	Turquía
Darçin, E and Türkmen, L. (2006)	3	
Darçin, E y Güven, T. (2008)		
Darçin, E. (2011)		
Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanaukas, V; Uşak, M and Prokop, P. (2012)	2	Turquía, Líbano, Lituania y Eslovaquia
Erdoğan, M; Özel, M; Uşak, M y Prokop, P. (2009)		Turquía y Eslovaquia

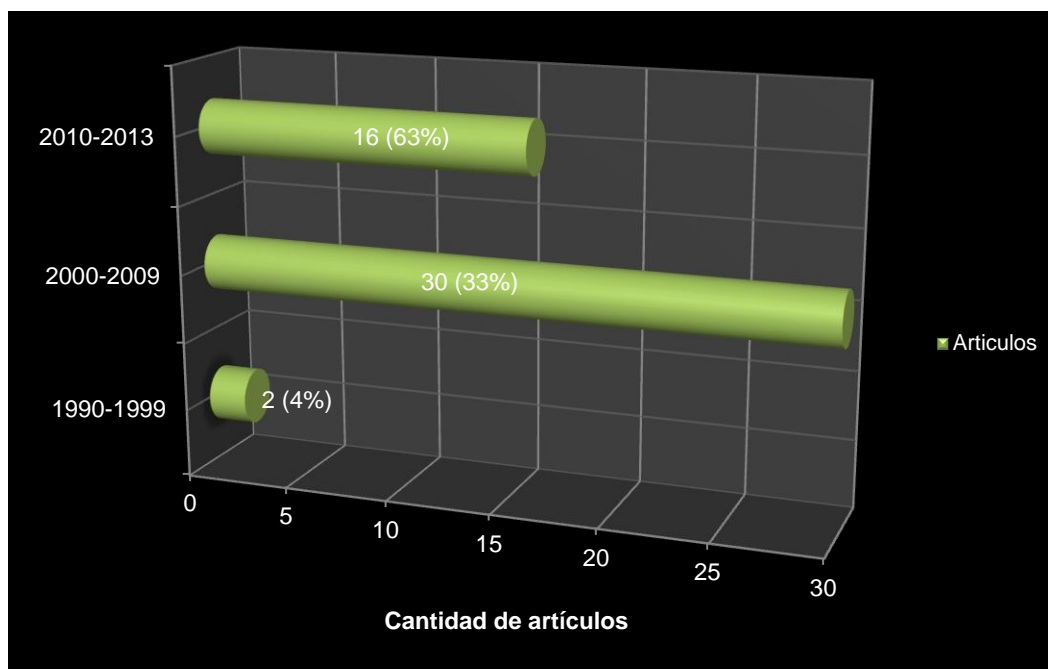
\* Indica el número de publicaciones con un solo autor

### 3.1.2. Características de publicaciones que abordan específicamente al profesor

<sup>62</sup> Se estableció para la investigación tener en cuenta a los autores que hayan publicado dos o más artículos ya que se puede considerar que estos autores tienen intereses no circunstanciales en las publicaciones, es decir, han tenido continuidad en la investigación sobre la educación en biotecnología.

### 3.1.2.1. Cantidad y comparación, por décadas, de artículos sobre educación en biotecnología y de los que enfatizan en el profesor

En la idea de continuar con la descripción en un nivel pormenorizado y que aproxime al estado de las investigaciones sobre educación en biotecnología que han tenido como sujeto de estudio al profesor, se seleccionaron de los 181 artículos anteriores, 48 artículos que respondían al criterio señalado (anexo 3). Como se observa en la gráfica 6.2, desde mediados de la década de 1990 (1995 aproximadamente) se encuentran apenas 2 artículos que tienen como referente de estudio a los profesores, es muy notorio el aumento con el paso a la siguiente década 2000-2009, 30 artículos, y en lo recorrido del 2010-2013, se registran 16 artículos. Con estos últimos cuatro años se observa que ya se han publicado por lo menos la mitad de artículos de la década anterior.



**Gráfica 6.2:** Cantidad y porcentaje de publicaciones sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor, por décadas

Los 48 artículos corresponden al 27% de los 181 artículos seleccionados en un primer momento, el 73 % restante son 133 publicaciones que no tienen como sujeto de estudio a los profesores. En la tabla 6.8 se visualiza que el comportamiento porcentual por años –décadas- de los 181 artículos es semejante al de los 48 artículos, esto es más cierto para la primera década del 2000 (61 % y 63 %) y la fracción de cuatro años de la década del 2010 (31 % y 33 %).

**Tabla 6.8:** Comparación por décadas, cantidad y porcentaje, entre artículos que enfatizan en el profesor (n=48) y los que no lo hacen (n=181)

Años (periodo)	Artículos sobre educación en biotecnología (n= 181)	Artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en los profesores (n= 48)
1990-1999	15 (8 %)	2 (4 %)

2000-2009	110 (61 %)	30 (63 %)
2010-2013	56 (31 %)	16 (33 %)

En esta investigación, la primera publicación que se referencia sobre el profesor, a propósito de la educación en biotecnología, pertenece Zeller, M. (1994). *Biotechnology in the High School Biology Curriculum: The Future Is Here!* *American Biology Teacher*, 56 (8), 460-464, aunque no se puede asegurar que este sea el primer artículo publicado.

### 3.1.2.2. Cantidad de artículos publicados por país

En la tabla 6.9 se explicita que son 17 los países que han realizado publicaciones sobre educación en biotecnología de manera individual, en tanto que si se tienen en cuenta los países que han publicado con otros países (tabla 6.9), emergen otros países como Eslovaquia, Líbano y Canadá, para un total de 20 países.

Se observa en la tabla 6.9, que son 14 los países que han publicado entre 1 y 3 artículos individualmente, lo cual concentra el 51,2%, 22 de 43 publicaciones individuales. Los otros 21 artículos, es decir el 48,8%, se distribuyen entre Australia, Turquía y Estados Unidos de América que han publicado 5, 7 y 9 artículos, respectivamente, lo cual ubica a estos tres países en un nivel de producción muy cercano al de los 14 restantes.

Estados Unidos de América, Turquía y Australia, en su respectivo orden, son quienes más publicaciones han tenido tanto en los análisis sobre artículos sobre biotecnología en educación en general como en los que hacen énfasis en el profesor.

**Tabla 6.9:** Distribución, por países, de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en profesores (n=48 artículos)

	<b>País</b>		<b>Cantidad de artículos</b>
<b>Artículos de países que han publicado individualmente (n=43)</b>	Brasil		1
	Corea del Sur		1
	Hong Kong		1
	Lituania		1
	Nueva Zelanda		1
	Portugal		1
	Venezuela		1
	Argentina		2
	Colombia		2
	Eslovenia		2
	Israel		2
	Malasia		2
	México		2
	España		3
	Australia		5
	Turquía		7
	Estados Unidos de América		9
<b>Países que ha publicado conjuntamente (n=5), se agrupan según el que más predomina</b>	Eslovaquia	Turquía, Líbano, Lituania	1
		Estados Unidos de América	1
		Turquía	2
		Argentina y Canadá	1

Retomando los 5 artículos que corresponden a publicaciones realizadas por dos o más países, en la tabla 6.9 se observan dos agrupaciones, la primera, constituida por 4 artículos en los que Eslovaquia predomina al compartir las publicaciones con otros países: dos con Turquía, uno con Lituania, Líbano y Turquía, y el otro lo comparte con Estados Unidos de América. La segunda agrupación corresponde a una publicación de Argentina y Canadá.

Aunque Turquía no agrupó a otras publicaciones aquí, como sí ocurrió en análisis anteriores, es el país que mayor conexión tiene con Eslovaquia. De esto se hace explícito que este último país y Turquía, tienen interés por investigar aspectos relativos al profesor, de hecho, Turquía aparece en la tabla 6.9 con 7 artículos publicados individualmente sobre profesores, que sumados a los 3 compartidos, son 10 artículos sobre el profesor. Lo cual representa un número igual a los de Estados Unidos de América que ha publicado 9 individualmente y uno compartido con Eslovaquia.

En la tabla 6.9 se observa que son 5 los artículos publicados conjuntamente por los países, los cuales contrastan con los 18 artículos sobre educación en biotecnología en general (tabla 6.3).

Si bien se encontró en análisis anteriores, que los 181 artículos fueron cubiertos por 54 países, en el caso de los escritos que se refieren específicamente a aspectos relacionados con el profesor, este número de países llegó a 20. De acuerdo con los datos obtenidos se muestra una reducción considerable en el número de publicaciones referidas al tema. Sin que sea una obligatoriedad tener que adelantar investigaciones sobre los profesores, se puede inferir que este tipo de desarrollo de investigaciones, por el momento, no es del interés de todos los países. A juzgar por la cantidad de publicaciones sobre educación en biotecnología en algunos países, incluso en los que



comparativamente se observa mayor cantidad de artículos, se puede decir que todavía este campo de investigación está por desarrollarse.

### 3.1.2.3. Distribución y nombre de revistas y memorias sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, y agrupación por campos de investigación

Prosiguiendo, en la tabla 6.10, se encuentra que los 48 artículos están cubiertos por 30 revistas (40 artículos) y 7 memorias de eventos (8 artículos), de la cuales 21 revistas (21 artículos) y 6 memorias de eventos (6 artículos), que corresponden en total a 27 artículos, han publicado un solo artículo; las restantes 9 revistas (19 artículos) y 1 memoria de un evento (2 artículos), han publicado dos o más artículos.

**Tabla 6.10:** Distribución de los artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor en revistas y memorias de eventos

		Revistas	Memorias	Total
<b>Cantidad de revistas y memorias</b>		30	7	37
<b>Cantidad de artículos</b>		40	8	48
<b>Artículo publicado (s)</b>	<b>Uno</b>	21 (21 artículos)	6 (6 artículos)	27
	<b>Más de uno</b>	9 (19 artículos)	1 (2 artículos)	21

Ahora, si se seleccionan los nombres de las revistas que incluyen palabras como profesor y/o enseñanza, de los 181 artículos sobre educación en biotecnología antes analizados, se encuentran los siguientes 9: *The Journal of Education Hong Kong Teachers' Association*; *Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development*; *Journal of Industrial Teacher Education*; *Revista Educación y Educadores*; *Teachers. Journal of Turkish Science Education*; *Teaching and Teacher Education*; *Teaching Education*; *The American Biology Teacher*; *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.

Si se comparan los nombres de las revistas anteriores con las 30 revistas encontradas para los 48 artículos sobre profesores, se establece que 8 coinciden (en la tabla 6.11 se ha señalado con negrilla), la revista que falta es *The Journal of Education Hong Kong Teachers' Association*. Lo que indica que varios de los artículos sobre educación en biotecnología que tienen como sujetos de estudio a los profesores han sido direccionados para ser publicados en revistas afines a dichas investigaciones. En si los artículos que se ha publicado en estas 8 revistas corresponden a 9. Los otros 31 artículos -de 40, tabla 6.11- han sido publicados en otras revistas que no tienen la especificidad en la enseñanza o en el profesor.

En la tabla 6.5 se plantearon 7 posibles maneras de agrupar por campos de investigación 102 revistas, que realizaron 163 publicaciones, con la intención de dar una idea sobre cómo los artículos están distribuidos en varias perspectivas de campos de investigación, tarea que resulta muy compleja pero que permite dar un acercamiento al comportamiento que surte el capital simbólico

descrito en esta investigación en cuanto a la producción de conocimiento y las perspectivas que se van reflejando.

Si se hace el ejercicio de situar las 30 revistas que han publicado sobre los profesores, en las agrupaciones de la tabla 6.5, es evidente que por lo menos las 8 revistas que resultaron del ejercicio anterior podrían estar entre las agrupaciones c y d, enseñanza y profesor, respectivamente. Es importante aclarar que se han anunciado dos posibles agrupaciones ya que si bien es cierto en algunos casos es sencilla la ubicación de la revista, ejemplo: *The American Biology Teacher*, y *Teachers. Journal of Turkish Science Education*, en la agrupación d, o *Teaching Education*, en la agrupación c. Por lo menos una de las 8 revistas -*Teaching and Teacher Education*- resulta más difícil de agrupar ya que contiene en el nombre de la revista tanto a la enseñanza como al profesor.

Como se puede evidenciar en la tabla 6.11, únicamente la revista *The American Biology Teacher* ha publicado 2 artículos, las otras 7 han publicado 1 artículo.

En la tabla 6.11 se presentan las posibles agrupaciones a 30 revistas y se destaca la cantidad de artículos publicados para cada una. Las 7 memorias de eventos académicos y las revistas en que no es explícito lo que se pretende publicar o el horizonte de producción de conocimiento en un campo o entre campos –puntualmente, *VEsC*; *Scientific Research and Essays*; y *Publicaciones*-, no se agruparon pero si se indica la cantidad de artículos para cada una.

Sin la intención de presentar todas las posibles agrupaciones detalladamente con los nombres de las revistas, vale la pena resaltar algunas, como por ejemplo: las que tienen relación con el agrupamiento de revistas específicas (b): *Cell Biology Education*; *Journal of Technology Education*; *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*; *Journal of Agricultural Education*; *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*; y las especializadas en campos distintos a la educación o la enseñanza (campo 2): *African Journal of Biotechnology*; *Journal of Biotech Research*; *Journal of Technology Studies*; *Life Science Journal*; *Procedia Social and Behavioral Sciences*; *Electronic Journal of Biotechnology*.

Según la tabla 6.11, se encuentra que la agrupación 2 –campos diferentes a la educación- no solo tiene mayor cantidad de revistas sino también de artículos (nueve en total). Las agrupaciones a, b y d –educación general, campo específico, y profesor, respectivamente- tienen igual cantidad de revistas, sin embargo, tienen diferencias en la cantidad de artículos, 7, 5 y 6, respectivamente. Las agrupaciones que tiene menor cantidad de revista son la e –coexistencia de campos entre la educación y diferentes a esta- y c -enseñanza-, 2 y 3 respectivamente. Se destaca de la agrupación e, que contiene 5 artículos, en tanto que la c tiene 2. Para la agrupación f –coexistencia entre campos distintos a la educación- no se evidencia revistas.

**Tabla 6.11:** Cantidad de artículos, nombre de revistas y de memorias de eventos que han publicado artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en los profesores

Nombre de la revista y memorias de eventos	Cantidad de artículos	Posible campo
<i>African Journal of Biotechnology</i>	1	2
<i>Journal of Biotech Research</i>	1	2
<i>Journal of Technology Studies</i>	1	2
<i>Life Science Journal</i>	1	2
<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i>	2	2
<i>Electronic Journal of Biotechnology</i>	3	2
<i>Cukurova University Faculty of Education Journal</i>	1	a
<i>Educare</i>	1	a
<i>Journal of Baltic Science Education</i>	1	a
<i>International Journal of Science Education</i>	2	a
<i>Research in Science Education</i>	2	a
<i>Cell Biology Education</i>	1	b
<i>Journal of Technology Education</i>	1	b
<i>Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología</i>	1	b
<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	2	b
<i>Journal of Agricultural Education</i>	2	b
<b><i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i></b>	1	c
<b><i>Teaching Education</i></b>	1	c
<b><i>Teaching and Teacher Education</i></b>	1	c y d
<b><i>Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development</i></b>	1	d
<b><i>Journal of Industrial Teacher Education</i></b>	1	d
<b><i>Revista Educación y Educadores</i></b>	1	d
<b><i>Teachers. Journal of Turkish Science Education</i></b>	1	d
<b><i>The American Biology Teacher</i></b>	2	d
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	1	e
<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	2	e
<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i>	2	e
<i>Publicaciones</i>	1	----
<i>Scientific Research and Essays</i>	1	----
<i>VEsC</i>	1	----
<i>Enseñanza de las Ciencias. Número Extra*</i>	1	----
<i>Asi-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*</i>	1	----
<i>Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era*</i>	1	----
<i>Proceedings of the NARST Annual Meeting*</i>	1	----
<i>Revista EDUCyT. Volumen extraordinario*</i>	1	----
<i>The World Conference on Science and Technology Education*</i>	1	----
<i>Memorias Jornadas Nacionales y Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología (2001 y 2012)/Jornadas sobre investigación en educación a distancia y nuevas tecnologías en la UNC*</i>	2	----

\* Corresponde a memorias de eventos

A la luz de las revistas y los artículos sobre la educación en biotecnología que enfatizan sobre los profesores se puede manifestar que no solo han sido publicados en revistas que hacen referencia a la enseñanza, al profesor, o la educación, sino también en revistas que, se podría decir, tienen objetos o sujetos de investigación distintos a la enseñanza, aprendizaje, profesor, estudiante, currículos,

evaluación, etc. Por lo que tiene sentido concretar, que el nombre de la revista no es requisito para que solo se realicen publicaciones según el campo o campos de conocimiento que se expliciten, ya que como se ha demostrado los artículos sobre educación en biotecnología, que han enfatizado en el profesor, tienen pluralidad de revistas para presentar sus resultados de investigación.

### 3.1.2.4. Autores más recurrentes en artículos de investigación sobre la educación en biotecnología con énfasis en el profesor, por país

Páginas atrás se realizó una aproximación general al comportamiento que tienen las publicaciones sobre educación en biotecnología teniendo en cuenta a los autores que más artículos han publicado al respecto en su país –por lo menos dos- y las posibles publicaciones compartidas con otros autores/países (tabla 6.7). En la tabla 6.12, se sigue la misma lógica sólo que ahora con artículos que enfatizan en el profesor.

**Tabla 6.12:** Agrupación de autores con dos o más publicaciones por país sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor

Autor (es)	Cantidad de artículos	País
Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J. (2005)	2	España
Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J. (2006)		
Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J. (2009)	2	Eslovenia
Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M. (2012)		
Darçin, E and Türkmen, L. (2006)	3	Turquía
Darçin, E y Güven, T. (2008)		
Darçin, E. (2011)		
Sürmeli, H y Şahin, F. (2010, 2012)	2	Turquía, Líbano, Lituania y Eslovaquia
Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanauskas, V; Uşak, M and Prokop, P. (2012)	2	
Erdoğan, M; Özel, M; Uşak, M y Prokop, P. (2009)		
Kidman, G. (2007, 2009, 2010)	3	Australia

Como era de esperar la cantidad de autores en este caso disminuyen en relación con los autores que no han hecho énfasis en el profesor.

Así pues, se denota que son dos los autores que más publicaciones tienen: Darçin y Kidman, cada uno con 3 artículos, esta última autora, de Australia, no aparece compartiendo sus artículos en coautoría ni con otros investigadores ni con otros países. Mientras que Darçin, no solo comparte artículos con otros autores, al igual que tiene uno individual, sino que en su país se observan otros autores principales, como son, Sürmeli y Erdoğan, que tienen 2 artículos cada uno, es decir, estos tres autores -Darçin, Sürmeli y Erdoğan- en conjunto tienen 7 artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor.

En Turquía algunos autores tienen un particular interés por investigar al profesor. En la tabla 6.12 se observa que el conjunto de los 7 artículos de Darçin, Erdoğan y Sürmeli, son los mismos que se observan en la tabla 6.7, lo mismo ocurre con los dos artículos de Šorgo (Eslovenia) y los dos de Cabo (España). Esto quiere decir que estos autores, y Kidman, son quienes más se han concentrado en investigar a los profesores en el contexto de la producción de conocimiento alrededor de la educación en biotecnología.

Es contrastante que Estados Unidos de América, siendo el país con más cantidad de artículos sobre educación en biotecnología, no presente autores que tengan más de un artículo sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor. En este país son 9 los autores que han publicado cada uno un artículo. En tanto que en Turquía de 9 artículos (sumados los 7 individuales, tabla 6.9, y dos en conjunto con países, tabla 6.12) 7 corresponden a 3 autores -Darçin, Sürmeli y Erdoğan, tabla 6.12- que ha publicado dos o más artículos.

Mientras que en la tabla 6.12 no aparecen Argentina y Estados Unidos de América, en la tabla 5 aparecen con 6 artículos (Ocelli) y 9 artículos (distribuidos entre, Dunham, Montgomery, Zeller y Wells), respectivamente. Por lo tanto, estos dos países, han realizado investigaciones sobre educación en biotecnología pero no se evidencian autores que se hayan concentrado en estudiar al profesor.

Por los datos cuantitativos encontrados para los 48 artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor se puede expresar que este campo de investigación se encuentra hasta ahora en emergencia, esto no es menos cierto para la investigación de la educación en biotecnología en general.

Si bien es cierto que varios países han realizado estudios y los han publicado, y que algunos de ellos van a la vanguardia en la cantidad de publicaciones, no siempre esto es indicador de convergencias en la investigación sobre el profesor, la excepción es Turquía y en parte Australia y Eslovaquia; no obstante, este solo hecho no sería suficiente ya que habría que hacer un análisis pormenorizado respecto a las citas que se realizan en los artículos no solo al interior de un país sino entre estos.

De los 48 artículos seleccionados sobre el profesor como sujeto o problema de investigación ya se pueden identificar autores de algunos países que han realizado dos o más publicaciones al respecto. De todas maneras en los 181 artículos sobre educación en biotecnología en general también se encuentran algunos autores y sus países que tienen dos o más publicaciones pero no tienen como énfasis al profesor.

### **3.1.3. Segundo nivel de análisis: inspección a las preguntas/objetivos, metodologías, resultados y sugerencias**

No obstante la complejidad que se puede expresar al abordar lo que el subtítulo de este apartado indica, busqué tomar los datos de cada aspecto –preguntas, objetivos, etc.- de cada uno de los 48 artículos. Cada aspecto fue analizado el general para todos los artículos (anexos: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y

3.5). Siguiendo la lógica propuesta en la tabla 6.2 para este segundo nivel de análisis, a la vez que presento las características de las preguntas, objetivos metodologías, etc., pongo en juego las subcategorías -currículo y contenidos, profesores, formación, estudiantes, factores exógenos y endógenos que inciden en los profesores, actitudes, género, materiales para la enseñanza, instrumentos de investigación- según se haga evidente para cada una. En la tabla 6.13 se explicita el sistema de categorías y subcategorías y la conceptualización para cada una según los datos que contienen.

**Tabla 6.13:** Sistema y conceptualización de categorías y subcategorías emergentes de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor

Categoría	Subcategorías
<p><b>Referentes epistemológicos de la biotecnología</b></p> <p>Corresponde a las posturas adoptadas por diferentes autores para entender el conocimiento biotecnológico y su devenir en cuanto a su naturaleza, aplicación y finalidad <i>per se</i>.</p>	<p><b>Definición de biotecnología</b></p> <p>Manifestación realizada por un organismo nacional o internacional o institución que busca delimitar y establecer con exactitud lo que abarca el término biotecnología –dar identidad-. Por lo general, puede tener en cuenta aspectos relacionados con lo que usa –materia-, lo que se obtiene mediante procedimientos y la utilidad de lo que se obtiene.</p>
	<p><b>Posibles maneras de clasificar la biotecnología</b></p> <p>Consiste en la diferenciación, clasificación o reunión de la biotecnología particularmente en la tradicional (antigua o clásica) y la moderna o nueva –incluso otras taxonomías- con fines de promover la educación, comercialización o investigación en biotecnología y lo que podría abarcar. De estas posibles agrupaciones se fraguan polémicas que derivan negativa o positivamente hacia la biotecnología.</p>
	<p><b>Enfoques de la biotecnología</b></p> <p>Señala los posibles enfoques de la biotecnología -ambiente, educación, economía y sociedad- y se abordan asuntos relacionados con su origen como campo de investigación, la relación con otras disciplinas y su status epistemológico.</p>
<p><b>Educación en biotecnología</b></p> <p>Hace alusión a los aspectos que han emergido para dar cuenta de la educación en biotecnología en varios países ante lo que representa para las economías y sociedades. Se esgrimen razones para la enseñanza y aprendizaje del conocimiento biotecnológico de profesores y estudiantes, su investigación, la</p>	<p><b>Política</b></p> <p>Representa expresiones que entrevén las políticas de educación en biotecnología adoptadas por algunos países con el fin de promover el desarrollo de planes de educación fundamentalmente para la secundaria.</p>
	<p><b>Referentes socioeconómicos</b></p> <p>Se entiende como las posibles interrelaciones que se generan entre la biodiversidad, la formación de talento humano –profesores, estudiantes e investigadores- y el acelerado crecimiento de conocimiento biotecnológico y de las industrias relacionadas con este. La investigación, lo social y lo económico, en tanto consumo y producción de conocimiento, se entremezclan dejando ver la necesidad de la educación en biotecnología.</p>
	<p><b>Concienciar</b></p> <p>Se hace el despliegue respecto a la necesidad de que el público en general y los estudiantes en específico tengan suficiente conocimiento de la biotecnología para la toma de decisiones, por consiguiente se hace alusión a responsabilidad que tiene la educación en biotecnología para hacer que los presentes y futuros ciudadanos comprendan la biotecnología y participen en los consecuentes debates. Se reconoce que la biotecnología puede ser abordada desde las denominaciones alfabetización</p>

<p>incorporación de posibles contenidos de biotecnología en el currículo de las escuelas y universidades, y se explicitan los posibles contenidos y el interés por formar ciudadanos que entiendan la biotecnología.</p>	<p>científica; relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad; y cuestiones sociocientíficas.</p>
	<p><b>Justificación</b></p> <p>Son las expresiones que aducen la importancia de la educación en biotecnología, a propósito de las características, condiciones o estado de investigación, ya sea de la biotecnología y/o de la misma educación de la biotecnología –enfoques, instrumentos de investigación-. Las justificaciones pueden estar relacionadas con lo público, estudiantes y profesores –actitudes, creencias, conciencia, conocimiento, intereses, contenidos de enseñanza, formación-, lo económico, la salud, el ambiente, la alimentación, el debate ético, relaciones entre los resultados de investigación en educación en biotecnología.</p>
	<p><b>Currículo y contenidos</b></p> <p>Se explicita la importancia de incluir los contenidos de biotecnología en el currículo de ciencias, esto puede ir desde la formación inicial de los profesores, pasando por los que están en ejercicio, hasta la educación en las escuelas en la primaria y/o secundaria. Se polemiza sobre el lugar de la biotecnología en las asignaturas para la enseñanza de conceptos.</p>
	<p><b>Profesores</b></p> <p>Menciona aspectos que tienen que ver con el profesor, a decir: actualización en técnicas, procedimiento y conocimientos en biotecnología; diagnóstico de sus actitudes, conocimientos y creencias de los profesores en formación inicial o en ejercicio; definición de competencias para su formación; direccionamiento y condición bioética para la enseñanza; razones de por qué estudiar al profesor que enseña biotecnología.</p>
	<p><b>Formación de profesores</b></p> <p>Se refiere a las capacitaciones que han sido propuestas o desarrolladas con profesores en formación o en ejercicio.</p>
	<p><b>Estudiante</b></p> <p>Alude a los estudiantes en tanto la necesidad de que ostenten conocimiento biotecnológico actualizado que les posibilite la comprensión y participación en debates sobre el mismo. Los estudiantes surgen como sujetos de estudio como parte de las investigaciones realizadas con profesores.</p>
	<p><b>Factores exógenos y endógenos que inciden en los profesores</b></p> <p>Son los aspectos externos o internos que median en la formación de concepciones, creencias, actitudes, opiniones, conocimiento en los profesores en formación o en ejercicio.</p>
	<p><b>Actitudes</b></p> <p>Alude a los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos para medir la disposición hacia, aplicaciones o temas de la biotecnología en profesores en formación y/o ejercicio, o estudiantes de bachillerato.</p>
	<p><b>Género</b></p> <p>Corresponde al seguimiento que algunos investigadores hacen a los profesores en formación inicial y/o en ejercicio con el fin de conocer el comportamiento de la medición de actitudes, creencias o conocimientos, entre mujeres y hombres.</p>
	<p><b>Materiales para la enseñanza</b></p> <p>Tiene relación con el uso o propuestas para diseñar materiales para la enseñanza de la biotecnología.</p>

	<p><b>Instrumentos de investigación</b></p> <p>Esta subcategoría hace referencia a los instrumentos que algunas investigaciones han diseñado y/o implementado para tomar datos a profesores en ejercicio o en formación inicial.</p>
--	--

Las categorías y subcategorías son producto de construcciones y reconstrucciones constantes, son en su conjunto la idea de la configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico para la enseñanza de la biotecnología. Sin duda, que hacer referencia a la idea de configuración en esta tesis doctoral ha conducido a dimensiones del conocimiento que tienen diferentes maneras de ser pensadas, lo que obliga a repensar las lógicas que se movilizan y lo que estas representan en tanto el estatus de las profesiones y las disciplinas de investigación.

No sobra subrayar, que *para la conceptualización de las categorías y subcategorías* de la tabla 6.13 tuve como fundamento para su construcción los artículos analizados sobre la educación en biotecnología que tenían como sujeto de estudio a los profesores. Busqué mantener coherencia entre los datos que pueden contener una categoría y la subcategoría y la conceptualización que obtuve para cada una, los datos y categorías propenden por corresponderse. Detallando aún más, los datos construyen las categorías y subcategorías a la vez que estas los representan, consecuentemente, las categorías tienen sentido en tanto los datos se la dan. Por dato entiendo, al conjunto de palabras que interconectadas tienen sentido y significado y tributan con su contenido de manera aproximada a una categoría y subcategoría.

La emergencia de lo anterior, es resultado de las características de quien elabora los análisis e interpreta los artículos -su contenido-, quien tiene concepciones previas que conjugadas con las de los artículos dan cuenta de la conceptualización de las categorías y subcategorías y de la selección y conducción de los datos derivados de los artículos hacia las categorías y subcategorías. Así pues, la lógica que se está manteniendo tiene su razón de ser, no solo en lo que sigue sino en todos los capítulos, en los elementos de codificación abierta, axial y selectiva, en los términos metodológicos en la teoría fundamentada en los datos, como se presentó en el capítulo II.

El ejercicio de sistematización de datos una vez analizados los artículos seleccionados, derivados de diferentes países, modos de investigar y de plasmar objetos de estudio en los mismos artículos, permite evidenciar las complejidades que se ciernen al constituir las categorías y subcategorías, y en la ubicación de los datos, en buscar darle un nombre a la categoría y subcategoría. En el ejercicio de codificación, sobre todo en el inicial –en el de codificación abierta- las categorías están en constante transformación tanto en su nominación como en la conceptualización.

Por la experiencia que he obtenido en esta investigación se puede sostener que, en la actividad de sistematización, algunos datos obtenidos de los artículos resultan, en términos generales y sobre todo inicialmente en la codificación abierta, posibles de ubicar en más de una subcategoría, así como en otros casos en ninguna de las subcategorías, por lo que se da la emergencia a una nueva subcategoría. En otros casos es muy dicente la ubicación del dato en una de las subcategorías.



Cabe señalar, que ni las categorías ni las subcategorías son entendidas como “islas”, como grupos de datos que no tiene relación con otros datos. El hecho de que tanto los datos como las categorías y subcategorías se correspondan a la vez que todas estas las entienda como interconectadas en múltiples maneras, da cuenta del papel y naturaleza del sistema para el análisis del contenido de conocimiento que surge de los artículos. En estas condiciones, el sistema de categorías lo que hace es dar estructura y favorecer una organización de los datos para poder realizar análisis e interpretación (es) de los mismos. Lo cual admite entender mejor que la dinámica que se genera en el sistema de categorías y subcategorías, y de estas con los datos, se afectan mutuamente.

Como quiera que sea, la interacción que como investigador mantengo con los datos, las categorías y subcategorías y las tesis que he propuesto, al igual que con el problemas y objetivos, que he intentado poner en reflexión a propósito de los conceptos y teorías expuestos en los capítulos III, IV y V, y los anteriormente presentados en este capítulo, tienen como objetivo dar cuenta de la configuración que sustenta el conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesores de ciencias. La interacción con los datos es una constante dinámica para pensar el significado y sentido que tiene la enseñanza de la biotecnología según la sistematización de los mismos, haciendo referencia al país, a los autores y revistas de donde derivan los datos.

Si se reconoce que un dato, además de lo dicho antes, tiene contenido de conocimiento con sentido y significado que es susceptible de interpretación, pues encuentro cierta semejanza con lo que se denomina proposición, en el sentido de que insinúa, sugiere, expone algo, que sea falso o verdadero, depende de la condición de la proposición y su relación con otras proposiciones -o datos- y de quien las aborda. Con razón Latour (2001) pensaba y escribía que:

“Lo que distingue a las proposiciones entre sí no es la existencia de un *único* abismo vertical entre las palabras y el mundo, sino la existencia de *muchas* diferencias entre ellas, sin que nadie pueda saber de antemano si esas diferencias son grandes o pequeñas, provisionales o definitivas, reductibles o irreductibles. Esto es precisamente lo que sugiere la palabra «pro-posiciones». No son posiciones, cosas, sustancias o esencias que pertenezcan a una naturaleza compuesta por un conjunto de objetos mudos enfrentados a una lenguaz mente humana, son *ocasiones* que las distintas entidades tienen para establecer contactos. Estas ocasiones para la interacción permiten que las entidades modifiquen su definición en el transcurso de un acontecimiento...” (p.169-170).

En estas condiciones, el sistema de categorías y datos no son simples contenidos de conocimiento sino que en la práctica de la investigación están constantemente interrogando, no sólo a qué categoría o subcategoría corresponde, sino también lo que el autor busca expresar y establecer en cuanto a hasta qué grado de extensión el dato –la proposición- es explícito, da la fundamentación para la construcción a partir de la fragmentación del contenido de los artículos, para configuración del conocimiento.

El investigador según sus intereses con el conocimiento, conceptos y teorías, puestas en escena en la práctica dentro de un contexto social, político, económico y cultural – en este caso Colombia- inscribe sus ideas, constituye su objeto de estudio, lo orienta y da sentido en todo momento en la

medida que interactúa de manera sistémica con todos los elementos. Así pues, la práctica – interacción en el contexto y con los datos- y la teoría se encuentran en constante dinámica para pensar el significado y sentido que tiene la enseñanza del conocimiento biotecnológico a propósito de los contextos –países- en donde se realizan las investigaciones, a su vez que para buscar problematizar en general para el contexto colombiano.

### 3.1.3.1. Sobre las preguntas y objetivos

Con esto en mente, empezaré con dos de los aspectos, **preguntas/objetivos**, que suelen ser por los que se estructuran las investigaciones y sus escritos, esto sin desconocer el papel que la metodología tiene en el planteamiento o replanteamiento de estas (os). He puesto en asociación directa las preguntas/objetivos, por una parte, dada la complementariedad y/o consonancia que se evidencia al describirlos para algunos artículos, y por otra, ya que no siempre se encuentran este binomio en los artículos, a veces se hacen explícitos los objetivos pero no las preguntas y viceversa (anexo 3.1), en todo caso siempre se hace manifiesto alguno (a). Lo cual indica que los objetivos y preguntas son la razón de ser no solo de una investigación y escrito, sino también del pensamiento.

Podrá pensarse entonces que las preguntas tienen como atributo lo indeterminado, lo desconocido, en tanto que los objetivos lo que se pretende alcanzar, ambos o cada uno pueden tener diferentes maneras de ser entendidos según el o los objetos de investigación, los referentes teóricos, epistemológicos, según la metodología de investigación.

Dado que en un mismo artículo se pueden plantear preguntas y/o objetivos con diferentes intenciones, las y los he intentado disgregar y agrupar con los de otros artículos que sean coincidentes, tablas 6.14 y 6.15. Inicialmente, en estas tablas se recogen las preguntas y objetivos por separado, para posteriormente identificar las perspectivas de investigación que se puede deducir han orientado el campo de investigación.

**Tabla 6.14:** Agrupaciones de preguntas obtenidas en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor.

Codificación	Agrupaciones de preguntas
1	Las percepciones éticas relacionadas con dilemas sobre los estudios de clonación (Sürmeli y Şahin, 2012), hacia la práctica de la biotecnología o en general las actitudes hacia cuestiones bioéticas (Chan y Lui, 2002).
2	Los conocimientos y actitudes hacia la biotecnología de estudiantes de secundaria y profesor de formación inicial de primaria (Usak, Erdogan, Prokop y Ozel, 2009).
3	El nivel o grado de conocimiento (Turkmen y Darcin, 2007; Prokop, Lešková, Kubiátko y Dirand, 2007; Erdoğan, Özel, BouJaoude, Lamanauskas, Uşak y Prokop, 2012) y comprensión de la biotecnología (Boone, Gartin, Boone y Hughes, 2006) o de las competencias –validez en el campo de la tecnología (Scott, Washer y Wright, 2006)- para la enseñanza de la biotecnología (Chan y Lui, 2002) y las ciencias agrícolas (Wilson, Kirby y Flowers, 2002).
4	La relación entre el conocimiento y las actitudes (Prokop, <i>et al</i> , 2007; Usak, <i>et al</i> , 2009; Boone, Gartin, Boone y Hughes, 2006) u opiniones (Cabo, Enrique, García-Peña y Cortiñas, 2005); Sürmeli y Şahin, 2012) hacia la biotecnología
5	Actitudes hacia los procesos (Chabalengula, <i>et al</i> , 2011) y aplicaciones biotecnológicas (Cabo, <i>et al</i> , 2005)
6	Diferencia de conocimiento entre profesores de primaria y secundaria (Turkmen y Darcin, 2007) y según la diferencia de conocimiento de los profesores entre países (Erdoğan, <i>et al</i> , 2012), entre

	estudiantes de secundaria y profesor de formación inicial de primaria (Usak, <i>et al</i> , 2009).
7	Los factores exógenos -como por ejemplo, disponibilidad de los materiales, tiempo para preparar clases, nivel de curso, enseñanza de temas, fuentes de información- (Brown, Kemp y Hall, 1998; Miron, <i>et al</i> , 2007; Chabalengula, <i>et al</i> , 2011) y endógenos que inciden en los profesores -por ejemplo, la edad, la experiencia de instrucción y cualificaciones- (Chan y Lui, 2002; Steele y Aubusson, 2004; Leslie y Schibeci, 2006) y la incidencia en la enseñanza de la biotecnología (Fonseca, Costa, Lencastre y Tavares, 2012), las ciencias agrícolas (Wilson, <i>et al</i> , 2002), en las diversas aplicaciones biotecnológicas (Miron, <i>et al</i> , 2007).
8	La definición de la biotecnología y la relación con tecnología, y la organización de los contenidos (currículo) para la enseñanza en la tecnología (Brown, <i>et al</i> , 1998; Scott, <i>et al</i> , 2006; Kwon y Chang, 2009) o la biotecnología en la secundaria (Wilson, <i>et al</i> , 2002; Leslie y Schibeci, 2006; Chan y Lui, 2002; Kidman, 2010).
9	La importancia de tener en cuenta a los estudiantes de bachillerato para que sean ciudadanos informados (Hark, 2008; Kidman, 2010) para que continúen sus estudios en biología a nivel universitario presentándoles los problemas y técnicas de la biotecnología (Lewis, <i>et al</i> , 2002; Firdaus-Raih, <i>et al</i> , 2005)
10	La necesidad de incluir la biotecnología en la formación inicial (Rengifo, 2012) y permanente de los profesores de biología (Roa, García y Chavarro, 2008), dado el desconocimiento de esta (Bossolan, Da Silva y Beltramini, 2010).
11	El PCK y su documentación mediante el CORE para conseguir perfiles conceptuales (Garritz y Velázquez, 2009).
12	“¿Qué consecuencias tienen los resultados, en cuanto a la formulación de políticas, el desarrollo y formación de profesores, las prácticas de enseñanza y la investigación?” (Chan y Lui, 2002:140).
13	La falta de que los instrumentos centrados en la medición de las actitudes hacia la biotecnología en estudiantes profesores sean rigurosamente validados (Erdogan, Özel, Uşak y Prokop, 2009).
14	Diferencias entre géneros respecto a las actitudes, los conocimientos, las percepciones y las opiniones (Chan y Lui, 2002; Prokop, <i>et al</i> , 2007; Turkmen y Darcin, 2007; Özden, Usak, Prokop, Türkoğlu y Bahar, 2008; Chabalengula, <i>et al</i> , 2011; Erdoğan, <i>et al</i> , 2012).

**Tabla 6.15:** Agrupaciones de objetivos obtenidos en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor

Codificación	Agrupaciones de objetivos
A	Conocer el conocimiento, percepciones, opiniones y actitudes (Chan y Lui, 2002; Boone, <i>et al</i> , 2006; Cabo, <i>et al</i> , 2006; Mujica y Reyes, 2007; Lamanuskas y Makarskaitė, 2008; Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009; Usak, <i>et al</i> , 2009; Chabalengula, <i>et al</i> , 2011; Darçin, 2011; Erdoğan, <i>et al</i> , 2012;), creencias hacia la biotecnología (Cabo, <i>et al</i> , 2006), los desafíos que presentan (Fonseca, <i>et al</i> , 2012).
B	Determinar la relación de las actitudes e intereses sobre biotecnología de estudiantes y profesores (Kidman, 2009), en particular con los temas y procesos biotecnológicos (Kidman, 2007; Surmeli y Sahin, 2010; Darçin, 2011).
C	Identificar la percepción de los profesores sobre el uso de estrategias de enseñanza al usar modelos para representar biomoléculas (Bossolan, Da Silva y Beltramini, 2010). Estudiar la contribución del profesor en la promulgación de animaciones en clase, mientras que estudia métodos biotecnológicos (Yarden y Yarden, 2010).
D	Presentar el PCK y dimensiones en relación con el currículos (Falk, Brill y Yarden, 2008), mejorarlo y describir sus componentes (Moreland, Jones y Cowie, 2006). Explorar las ideas clave e intereses de profesores y estudiantes para la construcción del currículo (Kidman, 2010), conocer el conocimiento de los profesores para apropiarse de los contenidos de biotecnología para el currículo de biología y métodos de instrucción (Zeller, 1994). Articular multidisciplinar y transdisciplinariamente los espacios curriculares de química, biotecnología, didáctica y recursos tecnológicos (Puebla, Yrazola y Mercadal, 2012). Analizar por qué las asignaturas optativas relacionadas con la biotecnología se eligen o no son elegidas por los estudiantes y profesores (Steele y Aubusson, 2004).
E	Explorar la existencia de una contribución de los factores exógenos (Leslie y Schibeci, 2006) y endógenos que modulan las decisiones de los profesores con respecto a la educación de la biotecnología (Fonseca, <i>et al</i> , 2012) agrícola (Wilson, <i>et al</i> , 2002).
F	Investigar la disposición a aceptar organismo genéticamente modificados (Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009), plantas / alimentos; modificación genética de animales; modificación genética de genes humanos (Chabalengula, <i>et al</i> , 2011) y la relación con emociones básicas, inteligencia verbal y procesal (Šorgo, <i>et al</i> , 2012).
G	Determinar el nivel de conocimientos sobre asuntos populares de la biotecnología, tales como la

	tecnología de células madre, y modificados genéticamente de organismos (Darcin y Türkmen, 2006), hormona química (Özden, <i>et al</i> , 2008), explorar y debatir críticamente los dilemas y temas bio-éticos (Garrity y Velázquez, 2009; Sürmeli y Şahin, 2012).
<b>H</b>	Formación de profesores sobre biotecnología para generar confianza en la enseñanza (Aziz, Tegegne y Wiemers, 2009), o capacitarlos para dar a conocer prácticas para la enseñanza de la biotecnología (Duarte, Noguera y Martínez, 2012), para abrir el debates sobre temas de biotecnología (Occelli y Vázquez-Abad, 2010). Detectar cuáles son las necesidades de formación inicial y continúa en esta temática (Jalil, Occelli y Acevedo, 2010; Gelamdin, Alias y Attaran, 2013), al igual que conocer los desafíos al enseñar biotecnología (Chan y Lui, 2002; Moreland, Jones y Cowie, 2006; Kwon y Chang, 2009). Intervenir y hacer seguimiento a los conocimientos y práctica de profesores en formación inicial en cuanto a la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología. (Rengifo, 2012). Identificar, desarrollar y validar críticamente las competencias de biotecnología para profesores de tecnología en formación inicial y en ejercicio (Scott, <i>et al</i> , 2006; Puebla, Yrazola y Mercadal, 2012). Realizar un proyecto que promueve la formación tanto académica como cívica en biotecnología (Hark, 2008).
<b>I</b>	Diseñar e implementar una encuesta sobre temas e intereses relacionados con la enseñanza de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes sobre la biotecnología en el aula (Kidman, 2010). Desarrollar un instrumento válido y confiable para medir las actitudes de profesores en formación hacia la biotecnología (Darçin y Güven, 2008) y sus aplicaciones (Erdogan, <i>et al</i> , 2009).
<b>J</b>	Comparación de actitudes, conocimientos, percepciones y opiniones entre géneros respecto a la biotecnología: Prokop, <i>et al</i> (2007); Turkmen y Darcin (2007); Lamanuskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008); Özden, <i>et al</i> (2008); Erdogan, <i>et al</i> (2009); Kwon y Chang (2009); Usak, <i>et al</i> (2009); Chabalengula, <i>et al</i> (2011); Erdoğan, <i>et al</i> (2012); Şorgo, <i>et al</i> (2012); Sürmeli y Şahin (2012).

En el conjunto de las tablas 6.14 y 6.15, se construyeron 24 agrupaciones, en la de objetivos se observan 14 y en la segunda 10 agrupaciones, estas buscan mantener el sentido que los autores de las publicaciones han dado a las preguntas y objetivo. Con el reagrupamiento de las preguntas y los objetivos, según sus coincidencias, se identifican 11 perspectivas de investigación, tabla 6.16, de los 48 artículos de educación en biotecnología -años 1994 y 2013 (gráfica 6.2)- que han hecho énfasis en el profesor.

La tabla 6.16 presenta las perspectivas emergentes, están organizadas de arriba hacia abajo según la cantidad de artículos que las soportan. En este sentido, entre las perspectivas de investigación más nutridas se encuentran las relacionadas con la medición de actitudes, percepciones y opiniones hacia la biotecnología de profesores -18 artículos- y la formación de futuros profesores y en ejercicio sobre la biotecnología, 14 artículos. Los 32 artículos encontrados en estas dos perspectivas representan el 66,6 % de 48 artículos analizados.

**Tabla 6.16:** Perspectivas de investigación identificadas en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor (n=48)

<b>Agrupación de preguntas y objetivos</b>	<b>Referencias/cantidad de artículos</b>	<b>Perspectivas</b>
2, 4, 6, A, B	Chan y Lui (2002); Cabo, <i>et al</i> (2005); Boone, <i>et al</i> (2006); Cabo, <i>et al</i> (2006); Kidman (2007); Mujica y Reyes (2007); Prokop, <i>et al</i> (2007); Turkmen y Darcin (2007); Lamanuskas y Makarskaitė (2008); Kidman (2009); Şorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009); Usak, <i>et al</i> (2009); Sürmeli y Şahin (2010); Chabalengula, <i>et al</i> (2011); Darçin (2011); Erdoğan, <i>et al</i> (2012), Fonseca, <i>et al</i> (2012); Sürmeli y Şahin (2012). <b>18 artículos</b>	Abordaje de las actitudes, conocimiento, percepciones y opiniones hacia la biotecnología, sus relaciones y diferencias entre profesores de primaria y bachillerato en un mismo país o entre países; entre profesores y estudiantes de bachillerato.

10, 12, H	Chan y Lui (2002); Moreland, <i>et al</i> (2006); Scott, <i>et al</i> (2006); Hark (2008); Roa, <i>et al</i> (2008); Aziz, <i>et al</i> (2009); Kwon y Chang (2009); Bossolan, <i>et al</i> (2010); Jalil, <i>et al</i> (2010); Occelli y Vázquez-Abad (2010); Duarte, <i>et al</i> (2012); Puebla, <i>et al</i> (2012); Rengifo (2012); Gelamdin, <i>et al</i> (2013). <b>14 artículos</b>	Formación de futuros profesores y en ejercicio sobre la biotecnología (formulación de políticas) y desafíos de la enseñanza, formación cívica.
8, D	Zeller (1994); Brown, <i>et al</i> (1998); Chan y Lui (2002); Wilson, <i>et al</i> (2002); Steele y Aubusson (2004); Leslie y Schibeci (2006); Moreland, <i>et al</i> (2006); Scott, <i>et al</i> (2006); Falk, <i>et al</i> (2008); Kwon y Chang (2009); Kidman (2010); Puebla, <i>et al</i> (2012). <b>12 artículos</b>	Organización de los contenidos de la biotecnología para la enseñanza de la tecnología o la biotecnología.
14, J	Chan y Lui (2002); Prokop, <i>et al</i> (2007); Turkmen y Darcin (2007); Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008); Özden, <i>et al</i> (2008); Erdogan, <i>et al</i> (2009); Kwon y Chang (2009); Usak, <i>et al</i> (2009); Chabalengula, <i>et al</i> (2011); Erdoğan, <i>et al</i> (2012); Šorgo, <i>et al</i> (2012); Sürmeli y Şahin (2012). <b>12 artículos</b>	Comparación entre géneros en cuanto a actitudes, conocimiento, percepciones y opiniones hacia la biotecnología, sus relaciones y diferencias.
3, G	Chan y Lui (2002); Wilson, <i>et al</i> (2002); Boone, <i>et al</i> (2006); Darcin y Türkmen (2006); Scott, <i>et al</i> (2006); Turkmen y Darcin (2007); Prokop, <i>et al</i> (2007); Özden, <i>et al</i> (2008); Garritz y Velázquez (2009); Erdoğan, <i>et al</i> (2012); Sürmeli y Şahin (2012). <b>11 artículos</b>	Nivel, grado o comprensión de la biotecnología y las competencias para la enseñanza de esta o de la tecnología o la agricultura.
7, E	Brown, Kemp y Hall (1998); Chan y Lui (2002); Wilson, <i>et al</i> (2002), Steele y Aubusson (2004); Leslie y Schibeci (2006); Miron, <i>et al</i> (2007); Chabalengula, <i>et al</i> (2011); Fonseca, <i>et al</i> (2012). <b>8 artículos</b>	Incidencia de los factores endógenos y exógenos en el conocimiento de los profesores.
1, G	Chan y Lui (2002), Darcin y Türkmen (2006), Özden, <i>et al</i> (2008), Garritz y Velázquez (2009), Sürmeli y Şahin (2012). <b>5 artículos</b>	Aspectos bioéticos relacionados con la biotecnología.
5, F	Cabo, <i>et al</i> (2005); Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009); Chabalengula, <i>et al</i> (2011); Šorgo, <i>et al</i> (2012) <b>4 artículos</b>	Actitudes hacia los procesos y aplicaciones de la biotecnología.
11, 13, I	Darçin y Güven (2008); Garritz y Velázquez (2009); Erdogan, <i>et al</i> (2009); Kidman (2010). <b>4 artículos</b>	Construcción de instrumentos y metodología para abordar el estudio de la biotecnología en profesores y/o estudiantes de bachillerato o primaria.
9	Lewis, <i>et al</i> (2002); Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005); Hark (2008); Kidman (2010). <b>4 artículos</b>	Inclusión de los estudiantes de bachillerato en la biotecnología para que sean ciudadanos informados, para que puedan continuar sus estudios en esta perspectiva.
C	Bossolan, <i>et al</i> (2010); Yarden y Yarden (2010). <b>2 artículos</b>	Uso de estrategias para la enseñanza de la biotecnología por parte de los profesores.

Seguidas a estas perspectivas se encuentran tres perspectivas de investigación -las primeras dos con 12 artículos, la tercera con 11 artículos-, que denotan asuntos relacionados con el currículo y contenidos en los colegios, comparación entre géneros en cuanto a las actitudes; y el nivel, grado o comprensión y enseñanza de la biotecnología de los profesores. Posteriormente se encuentran otras seis perspectivas de investigación que tiene entre 8 y dos artículos. De estas, las que tienen 8 y 5 artículos hacen referencia a los factores que pueden incidir en el conocimiento de los profesores, y a los aspectos bioéticos, respectivamente; 3 perspectivas que tienen cada una 4 artículos, responden a investigar las actitudes hacia procesos y aplicaciones en biotecnología; construcción de instrumentos para abordar las actitudes de profesores o para abordar el estudio de su conocimiento sobre la biotecnología y la enseñanza; y la que enuncia la necesidad de incluir los estudiantes de bachillerato para que sean ciudadanos informados sobre la biotecnología y/o para que elijan estudio superiores sobre este campo. La última perspectiva de investigación tiene 2 artículos, su objeto es abordar el uso que los profesores hacen de las estrategias para la enseñanza de la biotecnología.

En general, si se tienen en cuenta las perspectivas en las que tiene lugar las actitudes, ya sea dirigidas hacia medir la biotecnología o sus procesos y aplicaciones, elaboración de instrumentos, o comparación entre géneros –agrupaciones: 2, 4, 6, A, B, 18 artículos; 14, J, 12 artículos; 5, F, y 11, 13, I, cada una 4 artículos, tabla 6.16- se puede evidenciar que estas encuentran en 38 artículos, que representan el 79 % de 48 artículos analizados. Esto indica que existe un interés marcado por conocer las actitudes, percepciones, etc., sobre los profesores; en tanto que si concentran las perspectivas sobre la formación de profesores, futuros o en ejercicio, y la del nivel, grado o comprensión de la biotecnología de los profesores –agrupaciones: 10, 12, H y 3, G, respectivamente-, suman 25 artículos que pueden contener estas perspectivas de investigación en un 52 %. La perspectiva sobre la organización de los contenidos de la biotecnología para su enseñanza en el bachillerato, asunto de tipo curricular –agrupación 8, D, 12 artículos- representa el 25%.

Luego entonces, si bien he realizado el ejercicio de encontrar posible perspectivas de investigación, es un hecho que estas tienen conexiones entre sí, por lo que he propendido es por poder distinguir cuales han sido los cursos de las investigaciones sobre los profesores a propósito de la educación en biotecnología.

Si bien es cierto que los objetivos y preguntas dan cuenta de los elementos conceptuales que se han buscado alcanzar o problematizar, cuando aborde las sugerencias se hará aún más elocuente la necesidad de continuar las investigaciones sobre la educación en biotecnología.

### **3.1.3.2. Sobre las metodologías**

Para el análisis de las metodologías que los artículos sobre educación con énfasis en el profesor han desarrollados en las investigaciones –cuantitativas y/o cualitativas-, tengo en mente fundamentalmente las características de los sujetos de estudio, el tamaño de las muestras, instrumentos de investigación para recolección de datos o información y la mención a pruebas estadísticas que han adoptado (anexo 3.2), en la medida que sean evidentes en los artículos abordados.

En cuanto a los **sujetos de estudio** se encuentra que se hace explícito si son futuros profesores o son profesores en ejercicio, la mayoría de las veces se especifica el campo de conocimiento (tabla 6.17), excepto para los casos de los profesores en formación inicial de primaria (Turkmen y Darcin, 2007; Darçin y Güven, 2008; Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008; Erdogan, *et al*, 2009; Usak, *et al*, 2009; Chabalengula, *et al*, 2011), o los que están en ejercicio, también en primaria (Cabo, *et al*, 2005; Miron, *et al*, 2007; Bossolan, *et al*, 2010; Šorgo, *et al*, 2009). El campo para estos profesores no tiene nominación en una ciencia o disciplina sino en un nivel escolar: primaria o bachillerato (comprende la educación secundaria, 6º a 9º, y educación media 10º y 11º).

Otros casos tienen que ver con el grado de generalidad con el que se alude al sujeto de estudio, algunos ejemplos son los siguientes (tabla 6.17): cuando sólo se hace la alusión al profesor sin especificar su campo, ya sea para bachillerato (Cabo, *et al*, 2005; Cabo, *et al*, 2006; Moreland, *et al*, 2006; Miron, *et al*, 2007; Aziz, *et al*, 2009 y Gelamdin, *et al*, 2013) o la formación inicial (Moreland, *et al*, 2006; Šorgo, *et al*, 2012 y Gelamdin, *et al*, 2013).

También es posible encontrar autores que hagan referencia a los sujetos de estudio como profesores de ciencias, sin explicitar la especificidad de la ciencia. Esto es notorio (tabla 6.17) cuando se refieren tanto a profesores en ejercicio -de bachillerato- (Brown, *et al*, 1998; Steele y Aubusson, 2004 y Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009) como a profesores en formación inicial (Darcin y Türkmen, 2006; Mujica y Reyes, 2007; Turkmen y Darcin, 2007; Özden, *et al*, 2008, Surmeli y Sahin, 2010; Darçin, 2011 y Erdoğan, *et al*, 2012).

En razón a lo anterior parece existir una lógica que tiene que ver con las concepciones arraigadas a tradiciones académicas respecto a la naturaleza del conocimiento y objetos de investigación, pues como se puede hacer notorio muchas veces la especificidad no es relevante o puede tener diferentes matices dependiendo de quién investigue y que investigue o a quién investigue. También puede ser que como se trata de la biotecnología con un marcado interés a medir actitudes hacia ésta, más que indagar sobre los conocimientos de los profesores, pues resulta coherente que la especificidad del campo no sea un requisito para aplicar una encuesta. En cuanto a los profesores en formación inicial o en ejercicio en primaria, queda la pregunta sobre cuál sería el campo de conocimiento de estos, ¿Se podría dar el estatus de ciencia o disciplina a la formación del profesor de primaria?

**Tabla 6.17:** Descripción del campo de acción o de formación de los sujetos de estudio en artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor

Referencia	Profesores en ejercicio		Profesores en formación inicial o formadores de profesores*
	Primaria	Bachillerato <sup>5</sup>	
Aziz, <i>et al</i> (2009)		(no especifica campo)	
Boone, <i>et al</i> (2006)		Agricultura	
Bossolan, <i>et al</i> (2010) <sup>1</sup>	(no especifica campo)	Biología, química y matemáticas	
Brown, <i>et al</i> (1998) <sup>1</sup>		Agricultura, ciencias y tecnología	
Cabo, <i>et al</i> (2005)	(no especifica campo)	(no especifica campo)	
Cabo, <i>et al</i> (2006)		(no especifica campo)	
Chabalengula, <i>et al</i> (2011)			Primaria

Chan y Lui (2002) <sup>1</sup>		Biología	
Darçin (2011)			Ciencias
Darçin y Güven (2008)			Biología, matemáticas, primaria y ciencias aplicadas y literatura.
Darcin y Türkmen (2006)			Ciencias
Duarte, <i>et al</i> (2012)			Biología
Erdogan, <i>et al</i> (2009)			Biología, primaria y de humanidades
Erdoğan, <i>et al</i> (2012)			Biología y ciencias relacionadas, de humanidades y ciencias sociales.
Falk, <i>et al</i> (2008) <sup>1</sup>		Biología	
Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005) <sup>1</sup>		Biología y química	
Fonseca, <i>et al</i> (2012)		Biología y geología	
Garritz y Velázquez (2009)		Biología	Biología*
Gelamdin, <i>et al</i> (2013) <sup>1</sup>		(no especifica campo)	(no especifica campo)
Hark (2008)		Biología	Biología
Jalil, <i>et al</i> (2010)			Biología
Kidman (2007) <sup>1</sup>		Biología	
Kidman (2009) <sup>1</sup>		Biología	
Kidman (2010) <sup>1</sup>		Biología	
Kwon y Chang (2009)		Tecnología	
Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008)			Biología, educación primaria, preescolar, pedagogía de la educación física y el deporte.
Leslie y Schibeci (2006).		Biología y física	
Lewis, <i>et al</i> (2002) <sup>1</sup>			Biología*
Miron, <i>et al</i> (2007)	(no especifica campo)	(no especifica campo)	
Moreland, <i>et al</i> (2006) <sup>1</sup>		(no especifica campo)	(no especifica campo)
Mujica y Reyes (2007)			Ciencias
Ocelli y Vázquez-Abad (2010)		Biología y química	
Özden, <i>et al</i> (2008)			Ciencias
Prokop, <i>et al</i> (2007)			Biología y ciencia humanas.
Puebla, <i>et al</i> (2012)		Tecnología	
Rengifo (2012)			Ciencias Naturales
Roa, <i>et al</i> (2008)			Biología
Scott, <i>et al</i> (2006) <sup>2</sup>		Tecnología	Tecnología (en formación y en ejercicio) <sup>3</sup>
Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)	(no especifica campo)	Ciencias	
Šorgo, <i>et al</i> (2012)			(no especifica campo) <sup>4</sup>
Steele y Aubusson (2004)		Ciencias	
Surmeli y Sahin (2010)			Ciencias, biólogos y médicos.
Sürmeli y Şahin (2012)			Ciencias (biología, química, física, y ciencias en general).
Turkmen y Darcin (2007)			Ciencias y primaria
Usak, <i>et al</i> (2009) <sup>1</sup>			Primaria
Wilson, <i>et al</i> (2002)		Agricultura	
Yarden y Yarden (2010)		Biología	
Zeller (1994)		Biología	

<sup>1</sup> Autores que en sus investigaciones que han conformado la muestra con profesores en ejercicio o en formación inicial y estudiantes de bachillerato.

<sup>2</sup> Participan diferentes disciplinas y sectores interesados en la biotecnología (industria de la biotecnología, las organizaciones y los funcionarios gubernamentales, facultades de formación de profesores de tecnología, profesores de tecnología de educación secundaria y un estudiante de egresados).

<sup>3</sup> Incluye a médicos y otros profesionales.

<sup>4</sup> Incluye a psicólogos

<sup>5</sup> Se utiliza aquí en término bachillerato en un sentido general que comprende la educación secundaria y media.



Por lo demás, se observa en la tabla 6.17 cierta especificidad –por lo menos al nombrarlos- en 14 artículos que indagan a profesores de biología de bachillerato, se avizora que 9 de estos artículos tienen como sujeto de estudio exclusivo al profesores de biología, los restantes 4 artículos son muestras conformadas en conjunto con profesores de química, física, geología, matemáticas. Ciertamente estos campos de investigación son muy cercanos, comparte elementos conceptuales, teóricos para explicar sus objetos de investigación.

No sobra resaltar que en los estudios sobre profesores en ejercicio en bachillerato, tres artículos tienen como sujetos de estudio a profesores de agricultura (Brown, *et al*, 1998; Wilson, *et al*, 2002 y Boone, *et al*, 2006) estos dos últimos lo hacen exclusivamente para estos profesores, en cambio Brown, *et al* (1998) conformó una muestra con profesores de tecnología y de ciencias. También se observa tres artículos que abordan exclusivamente a profesores de tecnología en bachillerato (Scott, *et al*, 2006; Kwon y Chang, 2009 y Puebla, *et al* (2012), uno más lo hace en conjunto con otros campos (Brown, *et al*, 1998), como ya se explicitó.

En la formación de futuros profesores de biología son 9 los artículos que los abordan, de estos sólo 3 artículos (Hark, 2008; Jalil, *et al*, 2010 y Duarte, *et al*, 2012) los tienen como sujetos únicos de estudio, los restantes corresponde a artículos que abordan el estudio del futuro profesor de biología en conjunto con otros profesores en formación, por ejemplo, ciencias humanas, sociales, aplicadas y naturales, literatura, preescolar, pedagogía de la educación física y el deporte, física, química. Dos artículos referencia en la investigación a profesores de biología universitarios. Es notorio también que sólo un artículo (Scott, *et al*, 2006) tenga en cuenta a los profesores de tecnología en formación inicial y en ejercicio, aunque no propiamente para entenderlos como sujetos de estudio sino como partícipes, entre otras personas, en la construcción de estándares para la educación en biotecnología.

Así mismo, se encontraron como sujetos de estudio también a biólogos y médicos (Surmeli y Sahin (2010), psicólogos (Šorgo, *et al* (2012) o la participación de profesores universitarios de biología ya sea como sujetos de estudio (Garritz y Velázquez, 2009) o como parte del proceso de investigación (Lewis, *et al*, 2002). A juzgar por los estudios representativos por la pluralidad de campos de conocimientos de donde devienen los sujetos de estudio en la formación inicial de profesores, como son los casos de Darçin y Güven (2008), biología, matemáticas, primaria y ciencias aplicadas y literatura; Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008), biología, educación primaria, preescolar, pedagogía de la educación física y el deporte; Surmeli y Sahin (2010), ciencias, biólogos y médicos; Erdoğan, *et al* (2012), biología y ciencias relacionadas, de humanidades y ciencias sociales; Surmeli y Şahin (2012), ciencias (biología, química, física, y ciencias en general), sin que me haya detenido a cuantificar para contrastar con los profesores en ejercicio, se puede decir que la investigación sobre los profesores se extiende mucho más para abordar disciplinas o ciencias de diversa naturaleza para formación inicial de profesores que para la investigación de profesores en ejercicio. Para estos últimos no se observan casos como los ya destacados.

Como se evidencia, las investigaciones sobre la educación en biotecnología han comprendido a profesores en formación inicial en lo atinente al preescolar (Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008) pasando por la primaria hasta disciplinas o ciencias de diferente índole, hasta

investigaciones de profesores en ejercicio en primaria y bachillerato. Ahora, también es posible identificar que 20 artículos han tenido como sujeto de estudio la formación inicial de profesores, 28 artículos han abordado a profesores en ejercicio, de estos, 4 artículos han conformado muestras en conjunto con profesores en ejercicio de primaria y bachillerato (Cabo, *et al*, 2005; Miron, *et al*, 2007; Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009 y Bossolan, *et al*, 2010).

Adicionalmente, se puede evidenciar que de los 28 artículos, 3 tienen muestras conformadas de profesores en ejercicio y en formación inicial (Moreland, *et al*, 2006; Hark, 2008 y Gelamdin, *et al*, 2013), 1 con profesores en ejercicio y con profesores formadores de profesores (Garritz y Velázquez (2009). Un artículo más (Scott, *et al*, 2006) no tiene que ver directamente con investigar a los profesores en ejercicio y en pregrado, sino con la participación de estos –entre otros participantes- en la formulación de estándares para la educación en biotecnología.

Lo anterior pone de relieve la escasa especificidad que se encuentra al investigar a los profesores según el campo que enseña, en este caso la biotecnología, asunto semejante ya lo había explicitado cuando hice seguimiento a las revistas en las que se publican los artículos sobre educación en biotecnología, tabla 6.5, y los que enfatiza en el profesor, tabla 6.11. Esto aproxima a entrever el nivel de especificidad que se le ha dado en las investigaciones, más que todo cuantitativas, sobre el profesor a propósito de la biotecnología.

No sobra escribir también que así como se han conformado muestras de estudio entre profesores en ejercicio y en formación inicial de una o varias disciplinas y/o ciencias, también es notable que se han conformadas en 12 investigaciones muestras que incluyen a estudiantes de bachillerato y a profesores (ver superíndices 1 en la tabla 6.17), lo cual indica que la relación profesor estudiante tiene razón de ser en tanto la relación enseñanza aprendizaje.

Entre tanto, el **tamaño de las muestras** en las investigaciones tienen diferentes maneras de ser constituidas (anexo 3.2), para los profesores en ejercicio pueden ir desde estudios de casos en los cuales se tienen en cuenta hasta cuatro sujetos de estudio (Steele y Aubusson, 2004; Moreland, *et al*, 2006; Falk, *et al*, 2008; Garritz y Velázquez, 2009 y Yarden y Yarden, 2010) hasta estudios que pueden contener 42 (Aziz, *et al*, 2009), 65 (Cabo, *et al*, 2005) y 75 profesores (Occelli y Vázquez-Abad, 2010), pasado por los 150 profesores (Fonseca, *et al*, 2012) y 170 (Zeller, 1994), entre otros, hasta alcanzar los 750 (Brown, *et al*, 1998).

En algunos artículos se explícita que las muestras se conforman por profesores en ejercicio y estudiantes de bachillerato, las cuales podían alcanzar los 500 estudiantes y 35 profesores (Kidman, 2009 y 2010); 500 estudiantes y 15 profesores (Kidman, 2007); 311 estudiantes y 256 profesores (Bossolan, *et al*, 2010) y 44 profesores y 1120 estudiantes (Chan y Lui, 2002). Aunque en Firdaus-Raih, *et al* (2005) no se destaca el número de profesores participantes en un proyecto de alcance nacional de capacitación en biotecnología, si se establece que participaron 18000 estudiantes de 563 escuelas. En Lewis, *et al* (2002) tampoco se identifica en número de profesores (en este caso universitarios) pero sí que son 7 estudiantes de bachillerato.

También, en investigaciones con estudios de caso con profesores en ejercicio han incluido a estudiantes de bachillerato, a saber: Falk, *et al* (2008), 4 profesores y 98 estudiantes; y Moreland, *et al* (2006), un profesor y estudiantes (no se establecen cuantos).

En cuanto a las muestras de investigaciones con profesores en formación inicial se encuentran las que están conformadas por 88 futuros profesores (Chabalengula, *et al*, 2011), 117 (Darçin, 2011), 194 (Darcin y Türkmen, 2006) pasando por 326 (Erdogan, *et al*, 2009), 371 (Özden, *et al*, 2008), 378 estudiantes (Prokop, Lešková, Kubiátko y Dirand, 2007), etc., hasta alcanzar los 768 futuros profesores (investigación realizada entre varios países: 81 de Líbano; 287 de Lituania; 210 de Eslovaquia; 190 de Turquía) (Erdoğan, *et al*, 2012). Vale la pena resaltar la muestra de Usak, *et al* (2009) en la cual participan 276 futuros profesores y 352 estudiantes de bachillerato.

Es posible además encontrar investigaciones que no abordan directamente, en la práctica, al profesor como sujeto de estudio, ya sea en formación inicial o en ejercicio, sino que lo hacen a través del seguimiento a publicaciones sobre educación en biotecnología (Gelamdin, *et al* (2013), como se ha hecho igualmente como parte de esta tesis doctoral, o mediante la interpretación y análisis de elementos conceptuales sobre el conocimiento biotecnológico y la formación del profesor (Roa, *et al*, 2008). En otros casos, son los de Cabo, *et al* (2006); Hark, 2008; Bossolan, *et al* (2010) y Duarte, *et al* (2012) que tienen relación con la presentación de cursos o seminarios que abordan esencialmente temas de biotecnología y la educación, o que proponen (Rengifo, 2012) el desarrollo de actividades y temas sobre biotecnología en la idea de abordarlas con profesores en ciencias en formación inicial.

Entre tanto, la modalidad de cursos virtuales para generar trabajo interdisciplinar en equipo en torno a la biotecnología, la didáctica, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Occelli y Vázquez-Abad, 2010) y la química (Puebla, *et al*, 2012) o para hacer uso de la técnica Delphi (Scott, *et al*, 2006) con el fin de poner en debate las competencias –estándares– de los profesores de tecnología, son herramientas que cada vez son más usadas.

Como se puede entender las muestras en general son generosas en cuanto al número de participantes, son básicamente de corte cuantitativo, sin hacer mayor acercamiento a la realidad de la enseñanza, la evaluación, al currículo, etc. En cambio los estudios de caso permiten acercarse mucho más a profundizar sobre el conocimiento y prácticas de los profesores, por lo general estas muestras son conformadas por investigaciones de corte cualitativo. Para estas, las técnicas más citadas corresponden a la entrevista, grupos focales, videograbación y grabación audio (Lewis, *et al*, 2002; Steele y Aubusson, 2004; Moreland, *et al*, 2006; Falk, Brill y Yarden, 2008; Kidman, 2009 y 2010 y Yarden y Yarden, 2010).

Destacando el estudio de caso para las investigaciones con profesores, como una manera muy específica de abordar su conocimiento, Garritz y Velázquez (2009) escriben también que la metodología para la captura de PCK, mediante la Representación de Contenido (CoRe), y Repertorios de Experiencia Pedagógica y Profesional (PAPERS), ofrece una interesante forma de documentar y retratar a la construcción de conocimiento. También señalan que el Perfil Conceptual de Mortimer (1995) parece ser una herramienta útil para la clasificación de las afirmaciones

epistemológicas y ontológicas de los profesores. Puntualmente esclarecen: “...Ambos métodos pueden ser utilizados para caracterizar de manera eficiente el PCK, y por lo tanto puede ser útil en la discusión de las formas divergentes de enseñanza...” (Garritz y Velázquez, 2009:11).

De otra parte, las muestra grades tienden a movilizarse a partir de buscar estandarizar instrumentos de investigación haciendo uso de recursos estadísticos que le dan un mayor peso a los resultado. El engranaje de las investigaciones con este tipo de enfoques pues tiene mucho que ver con los objetivos de las investigaciones y de allí la elaboración de instrumentos sofisticados que intentan medir con la mayor precisión posible actitudes, intereses, opiniones, etc. De todas formas, algunas investigaciones combinan recursos de corte cualitativo y cuantitativo (Brown, *et al*, 1998; Steele y Aubusson, 2004; Kidman, 2007, 2009, 2010; Jalil, *et al*, 2010).

Sin la intención de profundizar, cabe señalar que **los instrumentos** que se utilizan para la toma de datos o información en algunos casos se tornan relevantes para las investigaciones, esto se hace notorio cuando se retoman de otros autores o incluso cuando hay artículos que tienen como objetivos o preguntas de investigación los instrumentos y su validez y confiabilidad (tabla 6.18). Es de señalar de una vez que los cuestionarios tipo Likert son lo más utilizados en las investigaciones documentadas aquí sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor (Zeller, 1994; Lewis, *et al*, 2002; Mujica y Reyes, 2007; Prokop, *et al*, 2007; Lamanaukas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008; Usak, *et al*, 2009; Surmeli y Sahin, 2010, entre otros).

Me detendré brevemente a poner de relieve a los autores que han propuesto o han retomado los instrumentos de investigación ya utilizados por otros autores en otras investigaciones, tabla 6.18.

**Tabla 6.18:** Instrumentos de investigación de autores que tienen citas en artículos sobre educación en biotecnología en particular sobre el profesor

Autor (es) del instrumento*	Nombre del instrumento de investigación	Autor (es) que citan el instrumento*
Prokop, <i>et al</i> (2007)	Cuestionario de Conocimiento sobre Biotecnología (BKQ) (16 ítems)	Erdoğan, <i>et al</i> (2012)
Prokop, <i>et al</i> (2007)	Cuestionario de Conocimiento sobre Biotecnología (BKQ) (16 ítems) y Cuestionario sobre actitudes hacia la Biotecnología (BAQ) (37 ítems)*	Usak, <i>et al</i> (2009)
		Lamanaukas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008)
Erdogan, <i>et al</i> (2009)	Cuestionario sobre actitudes hacia la Biotecnología (BAQ), contiene (28 ítems)	Erdoğan, <i>et al</i> (2012)
Dawson (2007)	Cuestionario de actitudes hacia los proceso en biotecnología	Chabalengula, <i>et al</i> (2011)
Dawson y Schibeci (2003)		Surmeli y Sahin, (2010)
Darçin y Turkmen (2006)	Cuestionario sobre temas de biotecnología (20 ítems)	Turkmen y Darcin (2007)

\* Todas las referencias citadas pertenecen a la muestra de artículos analizados, n=48.

En relación con la tabla anterior, es notable que los instrumentos propuestos por Prokop, *et al* (2007), Biotechnology Attitude Questionnaire (BAQ) y Biotechnology Knowledge Questionnaire (BKQ), (Cuestionario sobre actitudes hacia la Biotecnología y Cuestionario de Conocimiento sobre

Biotecnología, traducidos al español, respectivamente) han sido citados en tres investigaciones. No sobra explicitar que haciendo el rastreo a los cuestionarios se encuentra una incongruencia en el número de ítems en el cuestionario de actitudes, dado que Prokop *et al* (2007) manifiestan que son 17 ítems, no obstante, Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008) y Usak, *et al* (2009) establecen que son 37 ítems. Para el caso del cuestionario de actitudes de Erdogan, *et al* (2009) sucede que los autores construyeron uno nuevo denominándolo de la misma forma que Prokop *et al* (2007).

Teniendo en cuenta los autores anteriores (tabla 6.18), en cuanto a los sujetos de estudio a los que les han aplicado los cuestionarios BAQ y BKQ, se puede establecer que corresponden a profesores en formación inicial: Prokop *et al* (2007), biología y ciencias humanas; Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008), profesores de biología, de educación primaria, preescolar y educación primaria, de pedagogía de la educación física y el deporte; Usak, *et al* (2009), primaria; y Erdoğan, *et al* (2012), profesores de biología y ciencias relacionadas, de humanidades y ciencias sociales. Si bien coinciden en que son profesores en formación inicial, se observan diferencias en la especificidad del conocimiento en el cual se están formando los profesores. Por lo cual se puede inferir que las encuestas son lo suficientemente generales y que se espera que todos los sujetos de estudio tengan un mínimo de aproximación a la biotecnología.

En relación al cuestionario de actitudes hacia el proceso en biotecnología de Dawson (2007), que es el mismo de Dawson y Schibeci (2003), es coincidente que fue elaborado y aplicado en los dos casos para estudiantes de bachillerato, por lo que entonces, como lo indica Chabalengula, *et al* (2011) lo adaptaron para aplicarlo a futuros profesores de primaria, por una parte, y por otra, de acuerdo con Surmeli y Sahin (2010), lo adaptaron para futuros profesores de ciencias, al igual que para futuros biólogos y médicos.

En cuanto al cuestionario sobre temas de biotecnología el cual citan Turkmen y Darcin (2007) de Darçin y Turkmen (2006) pues es un hecho que corresponde a los mismos autores solo que de investigaciones realizadas en diferentes años y con diferencias en autoría y coautoría. Los sujetos de estudio corresponden, para el artículo del año 2006 a futuros profesores de ciencias, y para el artículo del 2007 a futuros profesores de ciencias y de primaria, siendo entonces las dos investigaciones coincidentes en abordar a profesores en formación inicial.

No se puede dejar de presentar otros instrumentos que si bien no han sido citados por otros autores de los artículos abordados en esta investigación –n=48– sí han sido trabajados por los mismos autores que los han propuesto, este sería el caso de Turkmen y Darcin (2007) Darçin y Turkmen (2006) solo que entre ellos si se citaron. Así pues, es oportuno destacar que Kidman (2007, 2009 y 2010) en cada uno de sus artículos ha presentado dos instrumentos que ha diseñado -Biotechnology Education Learning survey (BELs) y Biotechnology Education Teaching Survey (BETs), Cuestionario de Aprendizaje de la Educación en Biotecnología y Cuestionario de Enseñanza de la Educación en Biotecnología, traducidos al español, respectivamente.

Otro instrumento es el de Özden *et al* (2008), Knowledge and Attitudes toward Chemical Hormone Usage Questionnaire (KACHUQ), (Cuestionario de conocimiento y actitudes hacia el uso de la

hormona química, traducido al español), que aunque no se evidencia cita alguna de esta investigación ni por parte del mismo autor ni de otros, los he resaltado dada la especificidad del cuestionario.

Otros cuestionarios están orientados hacia la relación entre conocimiento, actitud y aceptación Organismos Modificados Genéticamente (OMG) (Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009). Este mismo autor pero con otros coautores (Šorgo, *et al*, 2012) abordan el diseño de otro instrumento pero ahora buscando establecer la relación entre la inteligencia y las emociones para la aceptación de los OMG. En fin, existen variedad de instrumentos sobre todo orientados hacia las actitudes y conocimiento, opinión y percepciones hacia la biotecnología.

He resaltado los anteriores instrumentos ya que son contrastantes. Por una parte, se encuentran los que tienen como fin acercasen a las actitudes o al conocimiento, o la relación entre los dos ya sea directamente hacia la biotecnología –aunque los ítems de los cuestionarios tienen como punto para su elaboración asuntos sobre las investigaciones sobre los genes y su uso en plantas, animales, humanos, el uso y consumo de alimentos transgénicos, vacunas, etc.- o directamente hacia OMG u hormonas.

Igual, sea que se busque medir la actitud, el conocimiento (Usak, *et al*, 2009; Jalil, *et al*, 2010; Darçin, 2011; Erdoğan, *et al*, 2012), la creencia (Fonseca, *et al*, 2012), percepción (Mujica y Reyes, 2007; Sürmeli y Şahin, 2012; Chan y Lui, 2002), la opinión (Cabo, *et al*, 2006; Sürmeli y Şahin, 2012), las ideas o intereses, en cualquier posible combinación o establecimiento de relación entre estas, hacia los procesos –aplicaciones- (Miron, *et al*, 2007; Sürmeli y Şahin, 2010; Chabalengula, *et al*, 2011) o temas de la biotecnología (Darçin y Turkmen, 2006 y Turkmen y Darçin, 2007), el nivel de profundidad sobre los resultados son escasos.

Otras dos posibles perspectivas de estos instrumentos direccionados sobre la biotecnología, y que son menos habituales dentro de los encontrados en esta investigación, tiene que ver, de una parte, con los de la asociación de la inteligencia y las emociones de Šorgo, *et al* (2012) y de otra, los de Kidman (2007, 2009 y 2010) que están direccionados a adelantar el estudio sobre el aprendizaje y la enseñanza. Por lo que esta autora particularmente tiene una lógica distinta de pensar la biotecnología y el estudiante y el profesor, más que centrada en las actitudes, creencias, etc., tiene puesta la mirada en las ideas y el interés de estos dos sujetos de estudio. Luego la perspectiva de Kidman para pensar en el conocimiento del profesor y la del estudiante no está en el marco del actitudes y conocimiento *per se* biotecnológico, sin negar que este conocimiento forma parte de las ideas e interés que indaga.

Las investigaciones que tienen muestras grandes, por lo general elaboran o implementan cuestionarios –frecuentemente son tipo Likert, los instrumentos son validados por expertos, al igual que el procesamiento de los datos se expone a medidas o modelos de estadísticas -confianza, correlación, frecuencias, etc.- según las características de cada investigación, se evidencia preocupación por la exactitud con que se pueda medir.

Así pues, los aspectos destacados a propósito de la metodología van dejando ver lo que va a caracterizar los resultados de las investigaciones y en cómo se está entendiendo al profesor, no tanto en cuanto a un posible sujeto con conocimiento especializado para la enseñanza de la biotecnología sino más bien en cuanto a la disposición de los profesores de diferentes campos de conocimiento frente a la biotecnología y/o sus aplicaciones. El tamaño de las muestras y la búsqueda por estandarizar instrumentos de investigación por parte de algunos autores, utilizando pruebas estadísticas sofisticadas, es un indicio de que la metodología cuantitativa tiene un fuerte arraigo en las investigaciones con profesores en el contexto de la educación en biotecnología. Esto tiene mucho que ver con la dirección que toma la producción de conocimiento y los referentes teóricos y esquemas para realizar los análisis de resultados.

### **3.1.3.3. Resultados reportados en artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor (n=48)**

Manteniendo la lógica que he seguido para abordar las preguntas y objetivos, y metodología, la presentación de los resultados la hago teniendo en cuenta los que son coincidentes en 48 artículos, es decir, organizo los resultados según la semejanza o coincidencia de contenido entre los artículos. Por consiguiente, la presentación de los resultados bebe de todos los sujetos de estudio, fundamentalmente de profesores en ejercicio (primaria, bachillerato) y futuro profesores, así mismo se estructuran subtítulos a continuación. En todo caso siempre mantendré presente poder distinguir los resultados para cada uno.

#### **3.1.3.3.1. Resultados reportados para profesores en ejercicio: primaria y bachillerato**

Los resultados en cuanto a estos profesores (anexo 3.3) señalan que tienen un conocimiento limitado sobre la biotecnología (Wilson, *et al*, 2002; Steele y Aubusson, 2004; Boone, *et al*, 2006), y que incluso este y el grado de interés muestran resultados similares al público en general (Cabo, *et al*, 2006), las respuestas a la definición de biotecnología corroboran el incompleto conocimiento del profesor (Cabo, *et al*, 2005). Sin embargo, Chan y Lui (2002) reconocen que estos pueden tener diferentes niveles de conocimientos según la familiaridad con los temas, de hecho Boone, *et al* (2006) resaltan que se pueden encontrar diferencias entre la carencia del conocimiento biotecnológico según sea tradicional o actual:

“Los profesores perciben tener un mayor conocimiento de los temas de biotecnología que tradicionalmente se han asociado con la agricultura (la reproducción animal, la hibridación) y menos conocimientos sobre los temas que se asocian con otros campos (biotecnología ambiental, genómica humanos).” (Boone, *et al*, 2006:87)

Se suele asociar la confianza para enseñar biotecnología en función de conocimiento del profesor (Chan y Lui, 2002; Aziz, *et al*, 2009; Gelamdin, *et al*, 2013). Kidman (2010) subraya que “...los profesores no quieren involucrarse en cuestiones controvertidas, no quieren presentar temas que no suelen encontrarse en el libro de texto.” (p.368). Aún más, “Los profesores también tienen la percepción de que algunos aspectos de la biotecnología pueden ser demasiado difíciles para el

estudiante, sobre la base de que ellos mismos no tiene el conocimiento.” (Kidman, 2007:11). Análogamente, Steele y Aubusson (2004) reconocen que “...los aspectos de la biotecnología son considerados por los profesores como difíciles incluso para los estudiantes más capaces...” (p.384)

Ampliando lo anterior, en el contexto de una investigación documental a 19 artículos sobre educación en biotecnología, Gelamdin, *et al* (2013) manifiestan que, entre otras cosas:

“Mirando el ángulo de los profesores, parecen tener dificultades para transmitir la enseñanza de la biotecnología a los estudiantes. Tanto los profesores en formación inicial como los que están en ejercicio, mostraron que carecían de la posibilidad de llevar a cabo la enseñanza de la biotecnología porque el concepto era bastante abstracto.” (p.1220).

Según Chan y Lui (2002), los profesores de más edad pueden no estar familiarizados con la biotecnología moderna, pero tienen más confianza que los profesores de menos experiencia y edad. La confianza y el conocimiento parecen ser elementos clave en la enseñanza, pero no se puede negar que aspectos de tipo ideológico y posturas éticas respecto a la investigación en biotecnología también tienen mucho que ver con enseñarla, con la opinión y actitudes de los profesores hacia ciertas aplicaciones y temas (Chan y Lui, 2002; Cabo, *et al*, 2005) como se destacará unos párrafos más adelante.

Lo anterior es consecuencia de que muchos profesores pueden haber egresado de la universidad hace mucho tiempo por lo que sus conocimientos pueden ser obsoletos (Chan y Lui, 2002), no obstante, estos mismos autores señalan que los profesores expertos y los novatos deben recibir formación en la biotecnología ya que ésta contiene conocimiento muy actual (Chan y Lui, 2002), como quien dice la condición del tiempo de haber egresado de la formación profesional inicial y ser experto o novato en sí no son las causas se fondo.

Para Moreland, *et al* (2006) “... cuando los profesores tienen una comprensión de las características de la disciplina, elaboran directrices más seguras para pensar en lo que es importante en las actividades de aprendizaje y el aprendizaje destinado.” (p.153). De manera semejante, Leslie y Schibeci (2006) expresan que “La mejora en tanto el conocimiento de contenido personal de los profesores y su PCK sería lo más importante para fomentar la enseñanza de la biotecnología.” (p.102). Atendiendo también al constructo del PCK, Garritz y Velázquez (2009) ponen de relieve que se debe contar con la base de conocimientos de los mejores profesores, ya que este conocimiento documentado podría ser muy útil para los profesores noveles para mejorar sus estrategias didácticas, metáforas, analogías, ejemplos, simulaciones, etc. Del estudio del PCK sobre biotecnología, estos autores encuentran que:

... Los CoRes de los cuatro profesores entrevistados son diferentes cuando se comparan entre las cuatro zonas de perfiles conceptuales desarrollados en este estudio. Esto no implica que uno de ellos sea mejor que los demás; los perfiles conceptuales no pueden representar un juicio de valor. Los profesores utilizan con diferente énfasis las interacciones CTS; las distintas definiciones de la biotecnología, las estrategias didácticas transformadas



por sus experiencias, y las creencias y las actitudes independientes sobre el dominio afectivo de la enseñanza...” (Garritz y Velázquez, 2009:11)

En la perspectiva del PCK de una profesora, Moreland, *et al* (2006) identifican como parte de sus resultados:

“Mediante la comprensión de las características de la biotecnología y su relación y distinción con la ciencia y la tecnología la profesora estaba en mejores condiciones para controlar las actividades por su consistencia y conexión con la biotecnológica.” (p.153). “...Jennifer utiliza una variedad de maneras de explorar, desarrollar y enfocar el pensamiento biotecnológico de los estudiantes (por ejemplo, diagramas de flujo, demostraciones, discusiones, escenarios y procesos que ilustran) provoca la reflexión de los estudiantes, para fomentar la interacción entre las diferentes fases, y como medio para mirar hacia adelante.” (p.154)

Luego entonces, ciertamente los resultados sobre profesores en ejercicio son constantes en establecer la carencia de conocimiento de los profesores sobre la biotecnología en general, pero Moreland, *et al* (2006) y Garritz y Velázquez (2009) haciendo seguimiento a la práctica de los profesores han encontrado elementos tanto para abordar metodológicamente la investigación como para comprender el conocimiento para la enseñanza de la biotecnología.

No obstante, otros elementos de análisis pueden disponerse. Hasta este punto todo parece entrar dentro de la lógica supponible, sin embargo, el estudio de Steele y Aubusson, (2004) parecen ir en contra de lo anterior ya que “Los maestros con el conocimiento y la experiencia para enseñar adecuadamente la biotecnología a menudo optan por no enseñarla, porque sienten que los estudiantes obtienen calificaciones más altas en el examen HSC [Higher School Certificate] si estudian otra electiva.” (p.383).

Lo que deja entender esta declaración es que no basta con el conocimiento y la experiencia sino que además el contexto desde el cual se encuentra el profesor y el estudiante influye, así pues, Steele y Aubusson (2004) escriben que “Los profesores perciben una falta de trabajos prácticos lo que les representa un obstáculo para su enseñanza de la biotecnología...” (p.383), además declaran que los “Exámenes externos exacerban la tendencia a evitar la enseñanza y el aprendizaje de la biotecnología.” (p.384). Quizá, la evaluación exhaustiva y la falta de más trabajos prácticos, más la complejidad que deviene del conocimiento biotecnológico, sean factores exógenos que influyen fuertemente en el asentimiento a enseñar la biotecnología.

Reconociendo parte de lo anterior, Gelamdin, *et al* (2013) expresan que “Los recursos en la escuela no están surtiendo efecto porque los equipos de laboratorio necesarios son muy limitados, se requiere un laboratorio bien equipado para enseñar conceptos.” (p.1220). Incluyendo elementos que podría mejorar la enseñanza, Zeller (1994) recogiendo la experiencia y conocimiento de los mejores profesor de biología, determinó que los métodos de instrucción que mejor transmiten la materia de biotecnología a los estudiantes corresponden, “...como preferidos la conferencia/debate, seguida de laboratorios estudiantiles y presentaciones audiovisuales.” (p.462).

Por su parte, Bossolan, *et al* (2010) pusieron a prueba con profesores y estudiantes, estrategias para la enseñanza de la biología molecular (kit de piezas de plástico de colores diseñadas para el construcción de la estructura de biomoléculas, tales como ácidos nucleicos y proteínas), de lo cual señalan que los profesores aprobaron el uso de materiales de instrucción y destacaron características positivas como:

“(a) el aspecto lúdico del material, (b) la importancia en los estudiantes para ver y manipular el modelo y comprender la estructura molecular, (c) la posibilidad de interacción entre los participantes, y (d) su participación activa. Sin embargo, los profesores también señalaron algunos obstáculos para el uso de dichos materiales: el hecho de que los profesores pueden no estar actualizados de los contenidos relacionados, el número reducido de clases relacionadas con la Biología y la Química, y el gran número de estudiantes por aula...” (Bossolan, *et al*, 2010:3149)

Por su parte, Hark (2008) reconoce que la experiencia de la práctica y la investigación, los aportes de los profesores de secundaria, proceden de manera significativa con la retroalimentación de los estudiantes de secundaria y profesores, al igual que para mejorar la alfabetización científica en el pregrado de los profesores.

Kidman (2007 y 2010), que se ha propuesto estudiar a los estudiantes y a los profesores entorno al aprendizaje y enseñanza a propósito de sus, ideas, intereses y actitudes, encuentra resultados que igualmente aportan a la comprensión no solo del profesor sino también los estudiantes, manifiesta:

“...los estudiantes y los profesores tienen intereses opuestos. Los profesores no están interesados en proporcionar lecciones sobre los mismos temas que los estudiantes están interesados en aprender... los profesores tienen intereses en los temas que están disponibles en material impreso o en formato de vídeo... tienden a no estar interesados en temas de biotecnología que tienen un elemento de riesgo o que involucren el trabajo práctico.” (Kidman, 2007:11) “Los análisis estadísticos combinados y análisis de entrevistas indican que los estudiantes y los profesores tienen intereses diferentes en términos de ideas clave relacionados con la biotecnología moderna. Hay un desfase considerable entre lo que los estudiantes están interesados en saber, por un lado, y lo que los profesores están interesados para enseñar en el otro... En este estudio en particular, hay evidencia directa de que los profesores tienen intereses diferentes a sus estudiantes.” (Kidman, 2010:367)

Para Kidman los resultados de sus investigaciones son reiterativos, en su perspectiva de investigación es elocuente el rol que tienen los estudiantes y los profesores en la construcción del conocimiento a enseñar y a aprender, en esta relación biunívoca parecen hallarse otros elementos clave, además de los anteriores, para entender lo que puede acontecer en la acción profesional del profesor: sus intereses.

Otro elemento planteado por Moreland, *et al* (2006) que es relevante tener en cuenta en la enseñanza, es que para la biotecnología, como un área interdisciplinaria, es importante que los

profesores sean conscientes de las relaciones entre la tecnología, la ciencia y la biotecnología, tanto más para los profesores de primaria que son responsables del aprendizaje de los estudiantes en todos los aspectos del plan de estudios, por lo que urge enseñar de una manera integrada. Cabe expresar, que así como Moreland, *et al* (2006) reconocen la integralidad para la primaria, también hay que reconocerla para el bachillerato y la educación superior.

Continuando con los resultados de la relación profesor-estudiante, Kidman (2007) expone que “Los estudiantes tienen bien desarrolladas las ideas de lo que les interesa y lo que no...” (p.12). En la revisión que hace Gelamdin, *et al* (2013) a 19 artículos de investigaciones sobre educación en biotecnología, 14 corresponden a investigaciones con estudiantes, principalmente en la escuela secundaria y preparatoria, el resto, conciernen a profesores en formación y profesores en ejercicio. En cuanto a estos últimos ya he realizado algunos enunciados, por lo que me permitirá avistar lo relacionado con los estudiantes. Al respecto, Gelamdin, *et al* (2013) encuentran:

“...que lo que más se ha investigado tiene relación con las actitudes de los estudiantes. Tres artículos trataban la actitud exclusivamente y otros tres eran una mezcla de actitud con asuntos como el interés, valores y comprensión. Un artículo particular era, básicamente, un instrumento desarrollado para medir la actitud de los estudiantes. Dos artículos estaban en la percepción, respectivamente, de los estudiantes y su capacidad de debatir sobre el tema de la biotecnología. La otra área de interés fue la comprensión de los estudiantes, ética y el conocimiento, y el razonamiento y la argumentación. Ninguno de los trabajos de investigación trató de explorar niveles cognitivos de los alumnos, sus habilidades metacognitivas y cómo pensar en los problemas y las maneras de resolver problemas.” (1213-1214).

Sobresale de lo anterior, que son mucho más las investigaciones realizadas con estudiantes que con profesores, no obstante, las de los estudiantes aún carecen de investigación en asuntos clave. Lo que ha encontrado Gelamdin, *et al* (2013) se ha investigado del estudiante -las actitudes, intereses, valores, percepción y comprensión, la elaboración de instrumentos para medir actitudes- pues coincide con lo que he encontrado en la investigación con profesores. Lo que no se avizora en la revisión que hago a 48 artículos sobre profesores, en los objetivos o problemas de investigación, y que Gelamdin, *et al* (2013) encuentran o proponen para los estudiantes, que considero también necesario avanzar en la investigación con profesores de ciencias es: la capacidad de debatir; el razonamiento y la argumentación sobre la biotecnología; el abordar los niveles cognitivos y habilidades metacognitivas; y cómo pensar en los problemas de la enseñanza de la biotecnología y las posibles maneras de resolverlos.

Retomando lo que uno párrafos atrás plantee como factores exógenos, que influyen en la acción profesional de los profesores en ejercicio, más que todo, sin negar que los factores endógenos, como lo del párrafo anterior, igualmente se entretajan, tiene sentido enunciar cuáles son los factores que las investigaciones han puesto de manifiesto como resultado de lo que han expresado los profesores.

En este sentido, Cabo, *et al* (2006) y Miron, *et al* (2007) han evidenciado que los profesores tienen como fuentes principales para informarse sobre la biotecnología, la televisión, prensa, radio e

Internet, siendo las fuentes más fiables; entre tanto que los libros y revistas especializadas presentan menores porcentajes. Aún más, Miron, *et al* (2007) indican que "... el contexto social de una controversia biotecnológica es más decisivo para la toma de decisiones que la información técnica sobre biotecnología con la que se cuenta..." (p.104). En concreto, la información del profesor es la misma del público (Miron, *et al*, 2007).

Otros factores externos son también enunciados, Fonseca, *et al* (2012) al igual que Steele y Aubusson (2004) han resaltado la evaluación y la falta de disponibilidad de recursos. Por su parte, Leslie y Schibeci (2006) obtienen de los profesores una lista amplia de lo que consideran barreras, por ejemplo:

- Hay poca o no hay información en la escuela.
- Se requiere costosos equipos para conducir laboratorios.
- El acceso al computador en la escuela es una dificultad completa para las clases.
- Son escasos los profesores que hacen unidades de biotecnología.

Estos autores también obtienen una lista de estímulos destacados por los profesores:

- Un paquete de materiales disponible para uso inmediato en las clases.
- Recursos concisos para aprender acerca de la biotecnología.
- Ejemplos locales que serían interesantes a los estudiantes.
- Una oportunidad de probar las actividades de laboratorio con alguien que sabe lo que están haciendo.
- Una lista de sitios web de relevante información para el profesor y para los estudiantes.
- Muestras disponibles de puntos de evaluación con matrices de valoración.
- Un conjunto de actividades que se pueden utilizar de forma individual y ser incorporadas en las unidades existentes.

En la interpretación de la dimensión que adquieren los listados anteriores, Leslie y Schibeci (2006) exponen que:

"Las barreras y los estímulos seleccionados por los profesores pueden ser explicados en términos generales de los crecientes niveles de comprensión y confianza en la enseñanza de la biotecnología de los profesores. Esto determinará la selección de estrategias de enseñanza para el aula, el uso apropiado de representaciones del conocimiento, y la conciencia de las preconcepciones de los estudiantes; todas las cuales son importantes para promover el desarrollo conceptual científicamente aceptable en los mismos. La confianza del profesor aumentaría con el aumento de los niveles de comprensión." (p.101).

Para Fonseca, *et al* (2012) "...el compromiso de los docentes está influenciado por sus creencias acerca de la biotecnología y la formación en biotecnología, que actúan como factores endógenos..." (p.379). Así pues, los factores endógenos y exógenos se encuentran estrechamente relacionados, por lo que se puede expresar que de estos emergen las creencias, opiniones y actitudes, el conocimiento del profesor. Sin embargo, sería de esperar que el conocimiento del profesor fuera diferenciable del

conocimiento del público, ya que su formación inicial y permanente le daría suficiencia de conocimiento no solo de la biotecnología sino de la enseñanza.

Ahora, otro tipo de resultados de investigaciones que son relevantes, en la idea de escudriñar a los profesores, son los relacionados con las actitudes hacia la biotecnología que a veces son establecidas en interrelación con el conocimiento, percepciones, creencia, opiniones, intereses. Al referente es de subraya lo que Cabo, *et al* (2005) declaran:

“Las evaluaciones o indicadores sobre actitudes generales hacia la biotecnología no sirven para predecir las intenciones de los sujetos hacia aplicaciones concretas, pues sea cual sea la valoración general, en todos los sujetos las intenciones son tanto positivas como negativas dependiendo del caso. La terminología utilizada en las evaluaciones de percepción social es muy diferente y responde a modelos teóricos diferenciados.” (p.5)

Con este enunciado Cabo, *et al* (2005) dan en el centro de los debates sobre la validez y confiabilidad de los instrumentos y resultados sobre las actitudes y sus posibles conexiones con otras categorías -conocimiento, percepciones, etc.- con las cuales se encuentra muchas complementariedades difíciles de abordar al unísono para ser explicadas en el marco de las disposiciones hacia un objeto, sujeto, problema o tema. Dado que las actitudes pueden variar de un sujeto a otro y que las misma son el resultados de categorías difíciles de medir, lo que se evidencia en los resultados es una variedad de posibles resultados que no empero de buscar ajustarlos a modelos y medidas estadísticas suelen dejar, más que certezas, tendencias a hacia la biotecnología según sea hacia las aplicaciones o temas a juzgar.

En la tabla 6.18 he mostrado los instrumentos de investigación de autores que han sido más reconocidos entre algunas publicaciones de este estudio (Dawson y Schibeci, 2003; Darçin y Turkmen, 2006; Dawson, 2007; Prokop *et al*, 2007 y Erdogan, *et al*, 2009), incluso presento otros instrumentos que no obstante de no ser tan citados tienen relevancia por lo que abordan y como lo abordan. En general los autores han intentado perfeccionar los resultados de las actitudes hacia la biotecnología con entrevistas, grupos focales, etc. Pero bueno, como la mayoría de estudios no cesan de ser susceptibles de mejorar, alrededor de esto Kidman (2010) ya ponía de relieve:

“Los resultados presentados en este trabajo sugieren que el instrumento BELBETS permitió recoger datos de los estudiantes y profesores para revelar sus intereses en la biotecnología moderna. Es difícil afirmar que la fiabilidad de consistencia interna y la validez discriminante del instrumento BELBETS se ha establecido. Más bien, hay que señalar que la fiabilidad y validez del instrumento BELBETS será un proceso continuo, que implica el refinamiento con cada administración. En el caso del presente estudio, la fuente principal de las pruebas de fiabilidad y validez se deriva de las entrevistas de seguimiento.” (Kidman, 2010:368)

Las actitudes hacia la biotecnología han tenido como sujetos de estudio a los estudiantes de bachillerato y profesores, como ya se ha presentado superfluamente con Kidman (2007-2010) y

Gelamdin, *et al* (2013). Detengámonos aquí para hacer referencia a algunos resultados sobre profesores en ejercicio que son los que tenemos como criterio en este apartado.

Según Chan y Lui (2002) la tendencia general de la actitud de los profesores hacia la biotecnología es:

“...a aceptar aquellas aplicaciones biotecnológicas que son beneficiosos para la humanidad, como se revela en las áreas de agricultura, medio ambiente, combustible y productos químicos, alimentos y bebidas, y la medicina. Por otra parte, los profesores tienden a ser más reservados a la duplicación de los animales y las cuestiones de bioética. Esta observación es un buen ejemplo para la integración de la ética en los programas de biología.” (Chan y Lui, 2002:157)

Por su parte, Cabo, *et al* (2006) hace evidente:

“Si bien muchas respuestas son independientes del caso de que se trate, en otras cuestiones no es así. Dos aplicaciones son aceptadas por la mayoría, la clonación terapéutica y la utilización de bacterias MG. En cambio la mayoría rechaza la clonación con fines reproductivos, discriminando incluso entre un No definitivo y un No debido a la falta de control social (68.1% y 25.9%). Los alimentos transgénicos también son rechazados por la mayoría, pero al contrario que en la clonación con fines reproductivos, existe tolerancia hacia la utilización por parte de los demás de dichos alimentos.” (Cabo, *et al*, 2006:363-364)

Cabo, *et al* (2005) afirman que “...en el caso de la clonación no es la técnica en sí misma la que produce problemas éticos para la mayoría, sino las consecuencias sociales o la finalidad de la técnica.” (p.5)

En Chan y Lui (2002) y en Cabo, *et al* (2006) la disposición de los profesores parecen estar supeditada a las características de las aplicaciones biotecnológicas y a lo que implican para la humanidad y la sociedad en tanto lo bioético. Partiendo de estos aspectos, y los relacionados con lo cultural (creencias, tradiciones, concepciones sobre la vida y lo vivo, deidades), lo económico, los intereses individuales, institucionales o de Estado, las posibilidades de aceptar o rechazar la clonación de individuos completos o de algunas partes, los transgénicos vegetales, animales, bacterianos, etc., abren diversidad de posturas y matices.

Los dilemas que afloran sobre lo que puede representar la biotecnología para curar o explicar enfermedades, mejoramiento del medio ambiente, de alimentos, aumento en la producción de productos, etc., no son fáciles de dirimir. Así, medir las actitudes de los profesores hacia la biotecnología puede ayudar a conocer si tienen avenencia o desavenencia hacia ciertas aplicaciones, lo cual podría explicar parte de su condición para su acción, o no, de su desconfianza, para la enseñanza de los contenidos biotecnológicos.

Entonces, las actitudes pueden ser variadas pero lo que resulta relevante en sí es que los profesores tengan el suficiente bagaje para incursionar en la dinámica de la enseñanza de la biotecnología en

términos de las complejidades que ello devela no solo en lo humano, social, político, etc., sino también en cuanto a la epistemología, historia y filosofía que le subyacen para ser enseñada, considero a estos como otros factores exógenos que no son muy tenidos en cuenta pero que son esenciales en el desarrollo de la formación y desarrollo profesional de los profesores.

Cuando hice referencia a los factores exógenos, a propósito de los planteados por Steele y Aubusson (2004); Cabo, *et al* (2006); Leslie y Schibeci (2006); Miron, *et al* (2007) y Fonseca, *et al* (2012), se hacía explícito que los libros y revistas especializadas eran la que menos eran tenidas en cuenta por los profesores, lo cual debe llamar la atención dado que los profesores, si bien es cierto son seres sociales, su conocimiento sobre la biotecnología no debería instalarse en los que comunican los medios televisivos, radiales, etc., sino que debería ampliar el plano de los conocimientos que pueden favorecer la comprensión del campo de la biotecnología. Esto también, considero, debería ser una realidad en cuanto a las investigaciones que se adelanten sobre los profesores.

Esto no niega que resultados..., como por ejemplo:

“...las creencias de los profesores de tecnología de Corea, medidas por el valor, la expectativa, y la innovación se correlacionaron significativamente con la intención docente para aplicar la biotecnología en sus aulas. El modelo de regresión múltiple jerárquica predijo con éxito su intención de enseñar contenidos de biotecnología...” (Kwon y Chang, 2009:73)

...no sean valiosos para poder predecir la acción de los profesores para enseñar la biotecnología. Siempre que las investigaciones aporten para la comprensión didáctica y pedagógica tendrán efectos positivos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en este caso de la biotecnología.

Miremos algunos ejemplos de resultados de investigación en actitudes de los profesores hacia la biotecnología que no se quedan solo con lo cuantitativo sino que además están orientadas a explicar asuntos relacionados con su influencia en el aula de clase:

“Aunque nuestro estudio muestra que los niveles de conocimiento de los profesores no son un factor determinante de la aceptación [de los OMG], hay que empezar por revisar brevemente la genética clásica, seguido de una explicación más detallada de los temas de la biotecnología y la legislación. Está claro que la educación cuidadosamente diseñada sobre OGM debe tomar la dirección del pensamiento crítico, con el análisis de los argumentos y la adopción de una posición crítica individual...” (p.11). Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)

“Las actitudes de profesores y estudiantes son diferentes, proporcionando una rica discusión o debate de base para el aula. ... BELBETS han presentado que los estudiantes tienen claras ideas en lo que les interesa explorar en las clases de biología...” (Kidman, 2009:142)

“Las dos ideas clave, de la clonación y pruebas antibióticos naturales, son de gran interés para la mayoría de los estudiantes, pero enseñadas por sólo algunos profesores. Parece que cuando una escuela incluye una idea clave práctica de biotecnología moderna en el currículo, los estudiantes son muy interesados.” (Kidman, 2010:368)

Con estos autores se puede entender que la medición de actitudes hacia la biotecnología no es un fin sino un medio para poder alcanzar explicaciones o interpretaciones que tienen relación con la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento, esto es elocuente al enunciar la necesidad de revisar la genética clásica, de dar un direccionamiento crítico a la educación en biotecnología, al igual que reconocer que los intereses de los estudiantes y de los profesores juegan un papel esencial en la enseñanza y el aprendizaje; estos elementos constituyen unos de los elementos que permiten entrar a detallar lo que se fragua en el aula de clase.

Contar con el interés de los estudiantes para enseñar es claramente un elemento fundamental para alcanzar objetivos de aprendizaje, ahora, si bien es cierto que el interés del profesor cuenta, lo que de fondo tiene mayor peso es el conocimiento para enseñar la biotecnología, que tiene que ver con el conocimiento de la biotecnología y con la experiencia del profesor, pero como ya lo han arrojado algunas investigaciones (Steele y Aubusson, 2004), no es suficiente. No se pueden desconocer tampoco los resultados de Leslie y Schibeci (2006) sobre los obstáculos y estímulos destacados por los profesores, entre otros resultados de autores ya enunciados.

Así pues, además de conocer si se rechaza o acepta una aplicación biotecnológica –que orienta la acción del profesor- es fundamental identificar el conocimiento del profesor (Moreland, *et al*, 2006 y y Garritz y Velázquez (2009), y lo que deviene o devino de la práctica en su acción profesional (Hark, 2008 y Bossolan, *et al*, 2010).

Adicional a los resultados anteriores se encuentran algunos relacionados con **el currículo**, particularmente en lo atinente a los contenidos y asignaturas desde donde se estructura la enseñanza de la biotecnología para el bachillerato.

Brown, *et al* (1998), en una actividad llevada a cabo con 750 profesores de agricultura, tecnología y ciencias ponen en discusión contenidos de biotecnología que ya habían sido reportados por algunos autores -de Savage (1990); McInerney (1990); Savage y Sterry (1991); Zeller (1994) y Wells (1995)- como fundamentales para el currículo de biotecnología (agricultura, medicina y drogas, medio ambiente, desarrollo de energía, análisis forense y diagnósticos, fabricación y producción de alimentos y bebidas). Lo que se buscaba en el ejercicio era, entre otras cosas, que los profesores indicaran cuáles serían los contenidos que se deberían integrar al currículo y desde qué asignaturas.

El resultado fue que se reconocieron como contenidos a incluir en currículo: la bioética, la historia y el desarrollo de la biotecnología, las carreras afines, las limitaciones y las soluciones tecnológicas, los impactos de las tecnologías en las sociedades y culturas. Brown, *et al* (1998), destacan que al referente se observaron algunas interesantes diferencias en las respuestas a través de áreas de enseñanza. En el estudio los profesores de ciencia calificaron en nivel bajo a otros profesores para la enseñanza de la biotecnología; los efectos sobre la cultura y la sociedad recibieron una calificación inferior por profesores de agricultura. Los profesores de tecnología calificaron la historia y desarrollo en un nivel alto, en comparación con los profesores de ciencia y de agricultura.



Continuando con Brown, *et al*, los profesores creen que los profesores de ciencias deben participar en la educación de la biotecnología y que es preferible un enfoque interdisciplinario. La mayoría de los profesores indican que un profesor de ciencias o un equipo integrado, compuesto por un profesor de agricultura, ciencia y educación en tecnología serían adecuados. Aunque la biotecnología ha sido promovida como contenido apropiado (y aún como un curso independiente) para la enseñanza de tecnología en Kentucky, sólo 12 de los 70 encuestados indicó que un profesor de educación de tecnología debería trabajar solo la enseñanza del tema (Brown, *et al*, 1998).

Estos mismos autores expresan que la separación disciplinaria aumenta la probabilidad de que no sea bien desarrollado el contenido, ya que relativamente pocos profesores tienen los antecedentes y la experiencia necesaria para enseñar biotecnología. La colaboración a través de disciplinas y la integración de contenido representan soluciones naturales a este problema.

Chan y Lui (2002) encontraron que, en general, los profesores de biología están de acuerdo en incluir en los programas de biología de secundaria cuatro temas relacionados con la biotecnología: producción de etanol a partir de azúcar, producción de metanol a partir de residuos, eliminación de aguas residuales por microbios, y fermentación. “Es interesante ver que puede existir una correlación significativa entre la actitud de los profesores y su disposición a incluir estos temas.” (Chan y Lui, 2002: 160).

En un trabajo cooperativo en red en el cual participaron variedad de personas y profesiones Scott, *et al* (2006) obtuvieron en consenso 45 competencias sobre biotecnología bajo ocho contenidos organizadores que ellos consideraron deberían ser adquiridos en la formación de profesores de educación tecnológica para que estos a la vez las incluyan en el contenido seleccionado para la enseñanza de la biotecnología en sus aulas. Incluyen: fundamentos de biotecnología, bioética, medio ambiente, bioingeniería, agricultura, medicina, industria, y bioinformática. Amplían estos mismos autores: la literatura revisada y los datos producidos por este estudio corrobora la necesidad de incluir la biotecnología en los programas de tecnología de formación de docentes para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de los grados 9-12 identificados por ITEA, Standard 15 (Scott, *et al*, 2006).

Zeller (1994), a partir de realizar una encuesta con profesores sobresalientes de biología, identifica contenidos tales como: bioética, biotecnología en la agricultura, ciencia del medio ambiente y la industria, biología molecular del cáncer, bioquímica de organismos, microbiología, ingeniería genética, genética humana y colección genómica, biología molecular y la huella de ADN. “Profesores individuales, distritos, condados y Estados deben sopesar sus actitudes y necesidades académicas antes de decidir qué contenidos de biotecnología deben ser añadidos al currículo.” (Zeller, 1994:464).

Dentro de los resultados alcanzados por Kwon y Chang (2009) resaltan que la encuesta no fue pilotada con éxito consistente con su nivel de percepción del valor de la materia. Declaran que “...los profesores [de tecnología] creían que el actual plan de estudios de la biotecnología dentro de la educación tecnológica [...] debe ser desarrollado en cuanto a temas de aprendizaje, estrategias de enseñanza, y una variedad de actividades manuales.” (p.73). En particular, los profesores deseaban

enseñar una variedad de temas de biotecnología a través del aprendizaje basado en problemas o actividades manuales (Kwon y Chang, 2009).

Para abordar el tema del currículo (Kidman, 2010) plantea la pregunta “¿Qué ideas clave de biotecnología harían interesante la biotecnología en el aula?” (p.368), declara que esta pregunta es difícil de responder, pues depende a quién se le pregunte. Si se les pregunta a los estudiantes, son más propensos a responder con ideas claves generales de biotecnología que incluyen antibióticos naturales, el ADN y la clonación, también desean actividades prácticas. Si se les pregunta a los profesores, son más propensos a responder con las ideas clave de la biotecnología agrícola, que incluyen daños por insectos y los cultivos modificados genéticamente. Consecuentemente, la autora expone:

“Los resultados plantean serias preocupaciones sobre la selección de los currículum donde la elección está disponible dentro de un marco o plan de estudios obligatorio, que es el caso de estos profesores y estudiantes. Es problemático porque los profesores en este estudio en particular, son quienes diseñan el currículo para sus estudiantes en particular. En general, parece que los estudiantes estarían más interesados en un rediseñado del currículum de biología que refleje mejor la realidad de la ciencia y la tecnología moderna, y que haga hincapié en las contribuciones a la sociedad...” (Kidman, 2010:369)

Como se puede evidenciar, los contenidos a incluir en el currículo de bachillerato tienen diferentes maneras de ser obtenido a la vez que son diferentes entre sí. De cuatro investigaciones que han detallado los contenidos tres (Zeller, 1994; Brown, *et al*, 1998 y Scott, *et al*, 2006) coinciden en el contenido biótico, en la restante (Chan y Lui, 2002) este contenido no se expresa. De estos autores dos entiende la biotecnología haciendo parte de los planes del currículo de biología (Zeller, 1994 y Chan y Lui, 2002), aunque es claro que Kidman (2010) también lo hace, solo que no declara cuales serían los contenidos. Brown, *et al* (1998) lo expresan para el currículo en ciencias con un enfoque interdisciplinario. Scott, *et al* (2006) reconocen los contenidos de la biotecnología en la asignatura de tecnología, a esta también se suma Kwon y Chang (2009) solo que enuncian cuáles serían los contenidos.

Los contenidos que son explicitados por lo general devienen de profesores de la signatura que se entiende los va a contener, a excepción de la investigación de Scott, *et al* (2006) –en la que participaron varios profesionales, además que en marco de las competencias-; la de Kidman (2010) en la que no solo busca que participen los profesores de biología sino también los estudiantes de bachillerato en la idea de que confluyan los intereses de todos en cuanto a los contenidos a desarrollar en el currículo; y la de Brown, *et al* (1998) en la que participaron profesores de agricultura, ciencia y tecnología, que si bien es cierto acordaron los contenidos, las puntuaciones de estos contenidos no fueron iguales en los profesores que representaban cada asignatura.

Chan y Lui (2002) manifiestan que puede existir una correlación significativa entre la actitud de los profesores y su disposición a incluir estos temas, pero quizá también se puede decir que existe correlación en tanto la especificidad del conocimiento y el interés del profesor y del estudiante. Como para dejar aún más en relativización los contenidos de biotecnología a comprender en el

currículo, Zeller (1994) afirma que esto está supeditado a los Estados, individualidades, etc., al igual que a las actitudes y necesidades académicas.

Los contenidos de biotecnología a incluir en el currículo se encuentran abiertos a disposición de los países e instituciones académicas, no se puede decir que existen unos contenidos que se puedan encontrar como compartidos por todos quienes buscaron identificarlos. La excepción es el de la biótica. Hasta este punto hay que expresar que lo que se puede suponer de enseñar contenidos sobre la biotecnología es poder comprender la lógica que les subyace y dimensionar lo que estos conocimientos representan para la humanidad, sociedad, ambiente, economía y política, de allí que el asunto no sea solo enseñar la biotecnología *per se*, y sus disciplinas conexas para ser explicada, sino que es *sine qua non* pensar en la enseñanza -la investigación de Kwon y Chang (2009) resaltan el hecho de no definir los contenidos sino más bien estrategias de enseñanza, temas de aprendizaje y actividades manuales- en una mirada metadisciplinar en la que además de reconocer los aspectos anteriores se tengan en mente la filosofía, la historia, la epistemología, la antropología y la sociología de las ciencias, y por qué no, la psicología. Es de admitir que estas disciplinas aportan significativamente a la didáctica de las ciencias, le han permitido comprender y realizar explicaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a partir de los que hacen los investigadores, las características del conocimiento, las reflexiones que emergen como consecuencia de lo que implican para la vida, los eventos que se ha fraguado, las dinámicas sociales derivadas y lo que ha hecho que el pensamiento de los investigadores se dirija hacia ciertos modelos explicativos de la teorías y/o realidad.

Es difícil negar que los profesores en ejercicio requieren actualización o conocer los asuntos de la biotecnología pero no reducida a esta, como se puede evidenciar en varias publicaciones en la que se muestra la realización de talleres, cursos y seminarios, etc. (Aziz, *et al*, 2009; Bossolan, *et al*, 2010) que tienen como fundamentos la elaboración de prácticas de laboratorio, actualizar en relación a los avances de la biotecnología, que se puedan expandir profusamente a los estudiantes de las escuelas (Firdaus-Raih, *et al*, 2005).

Poner el acento en la *enseñanza de la biotecnología*, claro está teniendo en cuenta el conocimiento subyacente en la idea que he sostenido aquí, es quizá una manera más adecuada de acercar el conocimiento al profesor que a su vez buscará enseñarlos. Uno de los resultados del curso que desarrolló Ocelli y Vázquez-Abad (2010) aporta también a lo anterior "...esta formación fomentó la difusión de nuevas perspectivas de enseñanza y creó redes de trabajo interdisciplinarias y contactos con otros profesores. Permitió el debate y el intercambio de herramientas de enseñanza y buenas prácticas entre los profesores." (p.61)

En concreto, se advierte que los profesores consideran que es importante enseñar biotecnología e incluirla en el currículo (Brown, *et al*, 1998; Wilson, *et al*, 2002; Steele y Aubusson, 2004; Boone, *et al*, 2006; Yarden y Yarden, 2010), no empero, ya sean profesores de tecnología (Kwon y Chang, 2009), biología (Chan y Lui, 2002; Kidman, 2007, 2009, 2010) o agricultura (Wilson, *et al*, 2002) tienen carencia de conocimiento y/o confianza para enseñarla.

En relación con las posibles diferencias entre géneros Kwon y Chang (2009) encuentran que no hay diferencias en cuanto a las creencias de los profesores de tecnología para enseñar la biotecnología en sus aulas, en tanto que Falk, *et al* (2008) establecen que el compromiso de los estudiantes desencadena una acción semejante entre los géneros.

### **3.1.3.3.2. Resultados reportados para profesores en formación inicial**

En cuanto a este nivel de formación inicial de los profesores, como andamiaje para su ejercicio profesional, los resultados revelan (anexo 3.4) que los futuros profesores tienen un escaso conocimiento de la biotecnología (Darcin y Türkmen, 2006; Mujica y Reyes, 2007; Prokop, *et al*, 2007, Jalil, *et al*, 2010) y de sus herramientas (Darcin y Türkmen, 2006; Jalil, *et al*, 2010), se reclama que deben saber usar los equipos y materiales.

Sin embargo, algunos autores reconocen que los futuros profesores pueden tener deficiencias en algunos temas de la biotecnología, en este sentido algunos han explicitado: "...aunque los candidatos a profesores de ciencia tienen un conocimiento insuficiente sobre la transferencia de genes de los animales a las plantas y las plantas modificadas genéticamente, sus conocimientos generales sobre la biotecnología está en un nivel adecuado..." (Darçin, 2011:1017); "...la mayoría de los profesores de ciencias en formación eran capaces de definir la clonación, en término parcialmente cierto (54,4%), pocos de ellos (17,8%) fueron capaces de dar definiciones verdaderas..." (Sürmeli y Şahin, 2012:82). "...más de la mitad de las preguntas de conocimiento fueron contestadas correctamente por más de la mitad de los futuros profesores [de ciencias]...se ha limitado el conocimiento y la comprensión del uso de la hormona química en nuestra muestra." (Özden, *et al*, 2008:3896); de todas maneras estos autores no dejan de poner de relieve: "Los futuros profesores turcos tienen conocimientos limitados y actitudes positivas inadecuadas hacia el uso de la hormona química en la vida cotidiana." (Özden, *et al*, 2008:3896).

Todo lo anterior tiene, al parecer, un origen y relación con factores exógenos informales que podrían ser los que constituyen las fuentes de los profesores en formación inicial de pregrado, algunas citas puntuales pueden ayudar a ilustrar el asunto en cuestión:

"Si tenemos en cuenta los resultados de los recursos que necesitan sus conocimientos [biología, química, física y ciencias en general], se muestra que la mayoría de ellos aprenden estas cuestiones de recursos informales, su limitado conocimiento era un resultado esperado. Aunque un número significativo de ellos utiliza revistas para aprender sobre la tecnología de clonación, la mayoría de ellos no fueron capaces de dar definiciones verdaderas...Además, el término ética también fue mencionado por algunos de los futuros profesores de ciencias, pensaban que la situación no era éticamente correcta. Sin embargo, los estudiantes que mencionaron esto no pudieron explicar su expresión en detalle." (Sürmeli y Şahin, 2012:83).

[Haciendo referencia a profesores de biología en formación inicial] Jalil, *et al* (2010:2) manifiestan: "...también se destaca la expresión de ejemplos muy divulgados en los medios

de comunicación sin encontrarse diferencias con las opiniones de estudiantes de secundaria (Gunter *et al*, 1998).”

“Los resultados indican que los estudiantes, tanto de secundaria y universitarios [futuros profesores de primaria] tienen un conocimiento similar de lo que significan los procesos biotecnológicos.” (Usak, *et al*, 2009:128).

Lo que se encuentra en estas tres citas es que prácticamente el conocimiento de los profesores que están en formación inicial no se diferencia del conocimiento que puede tener el público en general que no tiene un conocimiento formal sobre la biotecnología. Lo que quizá profundiza todavía más lo anterior, aunque tiene relación con la falta de conocimiento sobre la biotecnología claramente, es, por una parte, la falta de postura razonada y formalizada sobre las cuestiones éticas (Sürmeli y Şahin, 2012), y por otra parte, en lo que igualmente Mujica y Reyes (2007) han manifestado en cuanto a que no hay un conocimiento profundo de la educación cuando se analiza el tema de la biotecnología “...lo cual se traduce en una deficiencia importante para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología.” (Mujica y Reyes, 2007:10).

Los medios informales son lo que están orientando el conocimiento y acción profesional de enseñanza futura de los profesores. Como lo indican Jalil, *et al* (2010) el “...desconocimiento aumenta el riesgo de rechazar tecnologías promisorias que pueden abrir perspectivas para un desarrollo sostenible (Muñoz de Malajovich, 2006)...” (p.2). De hecho, como parte de los resultados obtenidos por Erdogan, *et al* (2009) tiene sentido lo siguiente: “...la mayoría de los futuros profesores de biología percibieron que parte de los temas de la biotecnología son demasiado difíciles para sus estudiantes y que se tienen insuficientes trabajos prácticos en comparación con otros temas de biología.” (p.263).

No dejan de llamar la atención los anuncios de Usak, *et al* (2009) y Jalil, *et al* (2010) al referir que la opinión o conocimiento sobre biotecnología de los estudiantes de secundaria, respectivamente con los autores anteriores, son semejantes. Aunado a esto, pues se generan otros intrínquilis “Frente a la enseñanza de la Biotecnología, los futuros docentes manifiestan inseguridad en lo conceptual, mientras que en lo didáctico plantean que el carácter abstracto de los contenidos es el motivo de la dificultad en la transposición.” (Jalil, *et al*, 2010:2). Lo que exponen estos autores en la parte final es un aspecto neurálgico en la idea de la enseñanza de las ciencias. En el sentido, Roa, *et al* (2008) han planteado:

“...Dar al profesor de Biología los elementos suficientes para poder ser creativo en la enseñanza de las ciencias es un requisito indiscutible; el profesor debe conocer [...] cómo la pedagogía y la didáctica intervienen para generar aprendizajes significativos, y acercar a la manera como se ha construido dicho conocimiento, así como dejar establecido que el conocimiento se encuentra interconectado con otros conocimientos, que producen una sinergia complicada de entender, pero más de enseñar, como es el caso de la Biotecnología.” (p.84-85).

Ciertamente, el conocimiento es la atmósfera en la que se movilizan las mentes por lo que entonces el profesor en formación deberá navegar por el mismo, pensando en la enseñanza y el aprendizaje. Jalil, *et al* (2010) citando a Occelli, *et al* (2009), aludiendo a contenidos relacionados con la biotecnología consideran que "...la comprensión de conceptos genéticos complejos, resultan difíciles de aprender y requieren de estrategias específicas para su enseñanza/aprendizaje." (p.2). Por parte de Mujica y Reyes (2007); Erdoğan, *et al* (2009) y Erdoğan, *et al* (2012) se expresa la importancia de proporcionar a los profesores educadores recursos apropiados, las dos últimas referencia proponen textos informativos, actividades interactivas, actividades prácticas y recursos de Internet para ayudarles a desarrollar lecciones significativas y eficaces, la primera referencia propone "...el uso [Sic] métodos de enseñanza innovadores que permitan la formación crítica de sus estudiantes, como trabajos de campo, experiencias directas con la realidad, desarrollo de talleres, intercambios y alianzas con equipos multidisciplinarios, visitas guiadas, entre otros." (Mujica y Reyes, 2007:10).

Al llevar estudiantes de bachillerato a un centro de investigación universitario, en el marco de un programa de formación de profesores, para aprender aspectos de la biotecnología con profesores de la universidad, Lewis, *et al* (2002) consideran que la mayoría de escuelas secundarias no están equipada física o financieramente para proporcionar experiencias de investigación similares, por lo tanto, aprendizajes organizados en institutos de investigación cooperativa, son una excelente alternativa. Continúa Lewis, *et al*, expresando que desde lo pedagógico, el programa de aprendizaje generó una sinergia productiva entre la universidad y el nivel secundario de los estudiantes. El terreno de la investigación constituye un ambiente rico para el aprendizaje científico participativo.

Esta experiencia, en la que salen los estudiantes para ir a la universidad a recibir la formación que no ofrece la escuela, es también una opción que desde luego tiene una perspectiva de aprendizaje a partir de la práctica en un laboratorio dotado de los equipos y materiales necesarios para abordar experimentos cercanos al plano científicista, quizá se pueda decir que esto corresponde a lo que Mujica y Reyes (2007) llaman experiencias directas con la realidad, aunque vale decir que difícilmente la realidad puede ser tangible mediante prácticas de laboratorio de corte biotecnológico cuando la realidad de los procesos son moleculares y cuando las prácticas no son lo suficientemente extensas, duraderas, como para comprender los constructos teóricos de alta complejidad –cabe recordar lo que brevemente he presentado en el apartado sobre la historia de la biotecnología- de los que se sirven los investigadores para poder interpretar los resultados de los experimentos.

Por consiguiente la realidad que se experimenta en un laboratorio no es la realidad de un estudiante de bachillerato ya que esta tiene unas lógicas, gramáticas, discursos, que no suelen ser la del común. Precisamente, avanzar en la investigación sobre cómo hacer comprensible este conocimiento mediante la enseñanza, evitando solo el instrumentalismo, reconociendo las aplicaciones e implicaciones, teniendo en mente la aproximación al conocimiento biotecnológico, es quizá lo que hace que este campo de investigación pueda ser abordado por la didáctica y la pedagogía de las ciencias.

Ahora, en cuanto a las actitudes los resultados dejan ver (anexo 3.4) que estas están supeditadas al tipo de aplicación biotecnológica. Exponen Özden, *et al* (2008), teniendo como sujetos de estudio a

futuros profesores de ciencias, las actitudes más favorables se encontraron en el efecto del uso de la hormona química en las plantas y la agricultura ecológica. Por otro lado, la mayoría de las actitudes negativas se encontraron hacia efectos de uso de la hormona química en los seres humanos. En Prokop, *et al* (2007), las actitudes más negativas fueron encontradas en los ítems relacionados con el control que puede tener la ingeniería genética, lo que probablemente provoca reticencias contra las compras de productos transgénicos (estudio realizado con profesores en formación inicial de biología y ciencia humanas, tabla 6.17).

En una investigación de actitudes de estudiantes universitarios –futuros profesores de ciencias, biólogos y médicos- hacia los estudios biotecnológicos, Sürmeli y Sahin (2010) identifican discrepancia y dependencia del contexto: mientras que hubo una amplia aceptación de la modificación de los microorganismos en la descomposición de los residuos, y la elaboración del vino y la cerveza, esta aprobación fue baja en la fabricación de alimentos para humanos y animales. Hubo amplia aprobación de la modificación de los genes humanos para el tratamiento de enfermedades. En cambio, la aceptación de genes insertados en óvulos fue muy poca.

Estos mismos autores, pero en un estudio con especificidad en sólo la clonación, publicado en el año 2012, establecen que las percepciones de la ciencia de futuros profesores (biología, química, física, y ciencias en general) se diferencian según el tipo de estudios de clonación. “Tenían percepción negativa cuando el estudio se ocupa de la clonación humana, por el contrario, tenían percepciones positivas cuando el estudio estaba tratando con la clonación animal.” (Sürmeli y Şahin, 2012:83).

En concreto, los resultados evidencian que las actitudes, percepciones, emociones e inteligencia hacia la biotecnología deben ser abordadas de manera disgregada, por temas, productos o aplicaciones. Ya que dependiendo de las características que subyazan a estos, las actitudes pueden variar.

En cambio las actitudes o percepción hacia la biotecnología suelen ser favorables cuando se trata de uso de la hormona química en la agricultura; la modificación de microorganismo para obtener productos de naturaleza alcohólica y la clonación de animales. En estos resultados presentados se avizora una cierta postura general a tener mucho más cuidado en la disposición favorable hacia la biotecnología si de por medio están los humanos, luego entonces se quiere mantener un distanciamiento entre el material genético de los no humanos. Por lo que entonces se puede declarar que la visión antropocéntrica se encuentra muy arraigada en las posturas adoptadas hacia la biotecnología.

Şorgo, *et al* (2012), en la idea avanzar en la exploración de la inteligencia y la emoción en la aceptación de organismos modificados genéticamente en psicólogos y en profesores, hallan que:

“Cada uso del potencial de los OMG debe ser investigado de forma individual, y la transferibilidad de los resultados sobre la aceptabilidad de un OMG a otro es más bien baja. Hallazgos sobre las correlaciones entre el conocimiento declarativo sobre los OMG y la

aceptabilidad se mezclan (Šorgo and Ambrožič-Dolinšek, 2009; Šorgo and Ambrožič-Dolinšek, 2010).” (Šorgo, *et al*, 2012:9)

Atando esta cita con lo expresado en el párrafo que la precede, se podrían empezar a establecer de fondo qué está influyendo en las decisiones que pueden adoptar los futuros profesores, si son los razonamientos los que las están orientando o hay un fuerte componente emocional, incluso me atrevería a considerar que la cultura tiene una fuerte incidencia. Por lo que los resultados sobre la aceptación de la realización y aplicación de la biotecnología en o para los diferentes seres vivos pueden tener diferentes matices, no solo entre los países sino también en el interior de los mismos, es un asunto idiosincrático.

Si se piensa esto en la formación de los profesores que tienen como objeto la enseñanza de la biología, pero más específicamente la biotecnología, ¿Cuál debería ser su posición frente a las investigaciones en biotecnología, sus aplicaciones e implicaciones? En Chabalengula, *et al* (2011) aflora el siguiente anuncio:

“En la búsqueda de sus propias opiniones, los profesores en formación [de primaria] deberían tener la oportunidad de considerar las opiniones de los demás y ampliar sus propios conocimientos. Hacer esto les permitiría saber que su postura esté en las controversias, y en consecuencia buscar desarrollar actitudes imparciales frente a la biotecnología.” (p.354).

Por lo que la cita establece, Chabalengula, *et al* (2011) se inclinan porque los profesores de primaria frente a los temas de la biotecnología tomen una posición neutra. Si se pensara en torno a esto pero para la formación de los futuros profesores de bachillerato o de educación superior ¿Se podría seguir la misma idea de Chabalengula, *et al* (2011)? ¿Existe entonces una responsabilidad del profesor, *stricto sensu*, al enseñar biotecnología?

En los artículos analizados se han encontrado muestras de investigación conformadas por futuros profesores de diferentes asignaturas o incluso estudiantes de otras profesiones. En general, los resultados respecto a las actitudes expresan que existen diferencias entre estos. Así lo han comprobado algunas investigaciones, como por ejemplo: Surmeli y Sahin (2010) enuncian: “En lo que se refiere a la variable Facultad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, los estudiantes de biología eran particularmente favorables a los estudios biotecnológicos en comparación con los de educación en ciencia y los estudiantes de medicina.” (p.4005). Por su parte, Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, (2008) destacan que:

“...ciertas desviaciones en las actitudes de los estudiantes de biología y de aquellos que estudian otras materias [educación primaria, preescolar, pedagogía de la educación física y el deporte] pueden observarse. Los estudiantes de la biología seguramente tienen más conocimiento de la biotecnología que determinan sus actitudes hacia el tema.” (p.276-277)

Al referente de las posibles diferencias con el conocimiento, Prokop, *et al* (2007) han subrayado que “Los estudiantes que se matricularon en un curso de biología tienen significativamente mejor



conocimiento de la biotecnología [que los de ciencias humanas], y el nivel de conocimiento se correlaciona positivamente con las actitudes.” (p.904). Turkmen y Darcin (2007) también enuncian: “...el promedio de respuestas correctas de los candidatos a profesores de ciencias en tópicos biotecnológicos, fue significativamente mayor que las de los candidatos a profesores de Educación Primaria.” (p.130)

El establecimiento de la correlación entre actitudes y el nivel de conocimiento no son aún muy claras ya que mientras para Šorgo, *et al* (2012) “La unión entre la vía de estudio y la aceptabilidad de los OGM sigue siendo poco clara.” (p.9) y afirman que “...el conocimiento no será el factor determinante para decidir si los OGM se permitirán en uno u otro país de la UE...” (p.9), para Usak, *et al* (2009) “La correlación significativa entre el conocimiento y las actitudes, apoya la idea de que la consciencia pública está positivamente relacionada con una mayor apreciación de los productos genéticamente modificados.” (p.128). En un sentido más ideológico estos mismos autores resalta que “Las actitudes más positivas hacia la biotecnología se encuentran entre los estudiantes universitarios, lo que apoya la noción actual de que los pueblos mejor educados tienen actitudes más favorables hacia la biotecnología moderna.” (p.128)

Si bien es cierto que no se puede llegar a certezas al referente del nivel de conexión entre actitudes y conocimiento, tampoco parece adecuado asegurar que el conocimiento no es por lo menos uno de los factores para la toma de decisiones sobre la biotecnología. No por lo menos en los Estados democráticos. No reconocer la razón del conocimiento en función de la existencia del hombre y mujer pensantes, es tanto como negar que las actitudes hacia la biotecnología no son en sí resultado exclusivo del conocimiento. Es decir, entender el conocimiento sobre la biotecnología, *per se*, no es la única condición para las actitudes positivas o negativas hacia la biotecnología. El conocimiento se impregna de elementos culturales que marcan maneras de pensar frente al mundo, al mismo conocimiento, a las creencias, tradiciones y costumbres arraigadas a los territorios de Estado, incluso a ciertos grupos dentro de los mismos.

Es posible especular que al indagar las actitudes sobre la biotecnología en profesores en formación inicial de diferentes especificidades de conocimiento, pues lo más probable es que algunas sean favorables y otras no, que los que están en las Ciencias Naturales, de estos por ejemplo los de biología, pueden que tener mayores conocimientos pero no necesariamente por ello actitudes positivas. Esto ya deja entrever que si es la intención conocer las actitudes de todos los profesores pues no está mal, pero si se quiere pensar en los profesores que van a enseñar biotecnología, no basta con conocer sus actitudes. Así pues, frente a las preguntas realizadas anteriormente, hay que decir que el profesor tiene responsabilidad al enseñar biotecnología, de allí que sea relevante que entienda la lógica interna y externa a la biotecnología al igual que la didáctica y pedagogía que darían la posibilidad de hacerla enseñable.

Considero que el profesor debería reservar sus propias posturas positivas o negativas frente a las aplicaciones de la biotecnología pero no en cuanto a sus implicaciones ambientales, política, económicas, antropológicas, lo que representa para el mundo, tampoco sobre la complejidad que reviste la misma en la configuración del conocimiento biotecnológico. Serán los estudiantes quienes formarán sus propias conclusiones.

Ahora, una perspectiva de investigación que es frecuente encontrar en las investigaciones con profesores, sobre todo en formación inicial, es poder establecer si existe diferencia entre las actitudes hacia la biotecnología entre mujeres y hombres. Así, mientras algunos estudios indican que los hombres tienen actitudes más positivas (Prokop, *et al*, 2007; Özden, *et al*, 2008; Usak, *et al*, 2009), un estudio ha mostrado que son las mujeres quienes tienen mayores niveles de aceptación (Şorgo, *et al*, 2012). En cambio otro ha evidenciado que, en general, no hay diferencias significativas entre las actitudes hacia las aplicaciones biotecnológicas entre hombres y mujeres (Surmeli y Sahin, 2010 y Chabalengula, *et al*, 2011). Şorgo, *et al* (2012) ya habían puesto de relieve que “Las diferencias en los niveles de aceptación entre los sexos difieren de un estudio a otro...” (p.9)

En cuanto al conocimiento, Turkmen y Darcin (2007) han encontrado que “No obstante que el nivel de conocimiento biotecnológico del género masculino de los estudiantes de educación en ciencia y elemental no mostró diferencia media significativa, la media entre géneros muestra una diferencia ligeramente superior para los hombres.” (p.130).

La polémica está abierta, no existe unicidad en los resultados, esto posiblemente tiene que ver con el tipo de instrumento que busca medir las actitudes, el contexto, la individualidad (en tanto conocimiento, idiosincrasia, historia de vida). Lo cual indica la necesidad de realizar muchas más investigaciones que puedan contribuir a comprender los intrínquilis, por una parte, que se ciernen en torno a la biotecnología, y por otra, sobre la formación inicial de los profesores para la enseñanza del conocimiento biotecnológico.

En la tabla (tabla 6.18) ya he presentado algunos autores que han hecho énfasis en materializar instrumentos para medir actitudes hacia la biotecnología, sus temas o aplicaciones, en profesores en formación inicial. Parece coherente, en el marco de lo incompleto que se encuentran los resultados, la declaración de Erdoğan, *et al* (2012):

“La encuesta de los participantes sobre temas controversiales con el uso de los métodos cuantitativo es necesaria, pero no suficiente. Una comprensión profunda de cómo las personas piensan a cerca de la biotecnología y las creencias y valores que son la base de este pensamiento requiere el uso de indicadores cualitativos, así como metodologías de investigación cuantitativas...” (p.90)

En cambio para Darçin y Güven (2008) la investigación cuantitativa permite establecer el grado de conocimiento, que como ya lo explicité, para estos autores es directamente proporcional a la actitud hacia la biotecnología, sus argumentos son:

“En este estudio, una medida que identifica los atributos de los candidatos a maestros de ciencia aplicada a la biotecnología se desarrolló... En resumen, se analiza la validez del alcance de la medida. Después de eso por la aplicación de análisis factorial, correlación total de ítems y el elemento que diferencia a los métodos de propiedad, se analizó la validez estructural... Todos los resultados del análisis mostraron que la validez y la fiabilidad de la

medida son aceptables. ... El grado [de conocimiento] define la actitud de los candidatos a maestros de ciencia aplicada hacia la biotecnología.” (p.76)

Esta postura es contrastante con la de Erdoğan, *et al* (2012) que he presentado unos renglones atrás, y con la de Šorgo, *et al* (2012) quienes más que certezas reconocen que la investigación abre posibilidades, a saber:

“El presente estudio, aun cuando se lleva a cabo en una muestra pequeña [123 estudiantes, de psicología (65) y futuros profesores (58)], abre más preguntas que respuestas, y puede considerarse como un estudio piloto dando indicaciones potenciales para investigaciones futuras. Se puede resumir que los estudios en busca de respuestas sobre la aceptabilidad de los OMG como categoría general no rinde respuestas prácticas.” (Šorgo, *et al*, 2012:9)

Dando reconocimiento a los instrumentos de investigación que miden actitudes, Erdogan, *et al* (2009) consideran que:

“Está visto que la Biotechnology Attitude Questionnaire (BAQ) es una herramienta promisoría para la enseñanza y la investigación en la educación, para explorar las actitudes de los estudiantes hacia la biotecnología. Los profesores pueden utilizar el instrumento para medir las actitudes de sus alumnos y puntos de vista más específicos de las actitudes de los estudiantes... Una consecuencia práctica, este instrumento permitiría a los instructores modificar sus instrucciones actuales en debates científicos en el plan de estudios de la ciencia.” (p.262).

Así pues, se encuentra que las investigaciones sobre actitudes y/o conocimiento sobre la biotecnología pueden ir dando elementos para ser utilizados en la enseñanza, uno de tales aspectos tiene que ver con el currículo como lo han señalado Erdogan, *et al* (2009) y de cierta manera también Kidman (2007, 2009 y 2010).

En este sentido, es propicio avanzar con base en las expresiones que han expuesto la necesidad de emprender los análisis de los currículos desde lo que tiene que ver con la formación de profesores de ciencias hasta los currículos en los colegios.

En consecuencia, Erdoğan, *et al* (2012) han manifestado que “...hay una necesidad de incluir temas controvertidos, como la biotecnología y la ingeniería genética en los programas de formación docentes...” (p.90). Turkmen y Darcin (2007) destacan lo crucial de la educación de la biotecnología así como su integración a la ciencia actual, al igual que “...a los planes de estudios de biología de la K a 12 y la preparación de los profesores de educación en ciencia y de primaria.” (Turkmen y Darcin, 2007:131).

Usak, *et al* (2009), manifiestan que sus resultados sugieren “...que las noticias sobre la biotecnología, junto con el currículo de ciencias, no pueden preparar a los ciudadanos turcos para la biotecnología suficientemente.” (p.128). Por su parte, Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008), exaltan:

“...el conocimiento de la biotecnología de los estudiantes [biología, educación primaria, preescolar, pedagogía de la educación física y el deporte] que cursan currículos pedagógicos a nivel universitario es pobre, contradictorio y con frecuencia tratado injustamente... Es probable que el currículo de la biología esté fuertemente centrado en la biología clásica, más que en la moderna... todos los encuestados reconocen que la sociedad no está suficientemente informada sobre los riesgos relacionados con los organismos modificados genéticamente y productos alimenticios modificados...” (p.276-277).

Ante esto, quizá la razón de que los currículos tiendan a estar desactualizados, lo cual es coherente con la carencia de formación biotecnológica inicial de los profesores de ciencias o biología, tiene que ver, por una parte, con el acelerado crecimiento de conocimiento en el campo de la biotecnología y la incursión de productos y servicios de la misma al mercado, y por otra, con la falta de actualización de los currículos, como lo subrayaban Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008), puede ser que los contenidos correspondan a la biología clásica. Los que entonces da indicios para pensar que las instituciones de educación asumen los cambios del conocimiento de manera muy lenta o que simplemente no se le ha dado importancia a la biotecnología.

Seguramente, si los resultados de la biotecnología no hubieran tenido aplicaciones para la producción industrial de alimentos y medicamentos, e implicaciones para el ambiente, economías, políticas y sociedades, esta no sería motivo de investigaciones entono a lo que se ha presentado para la educación en este capítulo. Ciertamente, “La investigación sobre la educación en biotecnología moderna ha ganado recientemente la atención, y por lo tanto hay muchos temas interesantes aún por explorar.” (Kidman, 2010:369).

Como lo mencionaban Darcin y Türkmen (2006) “...es imposible estar lejos de los temas que cubren el contenidos biotecnológico en los currículos de ciencias de la escuela y los programas de enseñanza a profesores.” (p.10). Realizando comparación con países distintos, estos mismos autores consideran que “...En contraste con los países desarrollados, el currículo de las escuelas de primaria y secundaria y Facultades (universidad) de la educación, parecen tener, comparativamente, componentes de biotecnología insuficiente en Turquía.” (Darcin y Türkmen, 2006:2-3). De manera semejante, Erdoğan, *et al* (2012) declaran que:

“...es evidente que los planes de estudio de la biología y de la biotecnología en estos países [Lituania, Eslovaquia, Turquía, Líbano] deben reformarse a la luz de las situaciones de la vida real y los cambios recientes en el área de la biotecnología y la ingeniería genética.”(Erdoğan, *et al*, 2012:90).

Así pues, los currículos de ciencias responden a las necesidades de conocimiento y concepciones que se tienen en un momento dado sobre lo que este significa para las personas, pero sobre todo para las economías que encuentran en el mismo un activo importante para su desarrollo. Con ello se hace patente que la educación y el capitalismo están muy relacionadas pero que mientras el capitalismo –y la biotecnología, para nuestro caso- avanzan en constante movimiento acelerado, la

educación tiende a mantenerse en estado de quietud, esto lo muestran los resultados obtenidos hasta este momento.

No es solo el público y los colegios los que están desactualizados, sino también mayoritariamente los currículos de formación de futuros profesores de ciencias o biología. Se puede colegir que cuando la educación es desactualizada los Estados también lo están. Cuando los profesores no están formados para enseñar y no están actualizados los estudiantes tienden a no tener conocimiento de los avances de la ciencia.

Como lo expresan Lamanuskas y Makarskaitė-Petkevičienė (2008) ni las noticias sobre biotecnología ni los currículos de ciencias pueden preparar a los ciudadanos de su país, lo cual podría ser cierto para el primera caso, en tanto que lo segundo, así estuviera actualizado con los últimos avances de la biotecnología, no es condición suficiente para la enseñanza y preparación de la ciudadanía. La formación inicial del profesor de ciencias en los conocimientos metadisciplinares de la didáctica y la pedagogía y la aproximación a la naturaleza metadisciplinar de la biotecnología, podría ser una parte esencial para que se genere el aprendizaje escolar de la biotecnología.

Como Roa, *et al* (2008) ya lo enunciaban:

“...la Biotecnología constituye uno de los campos de conocimiento aplicados con sustanciales aportes al mundo, lo que la convierte en una variable que debe ser incluida dentro de la formación integral del profesor de Biología, para favorecer de esta manera la posibilidad de que analice situaciones problema, o dificultades en la enseñanza, que lo conduzcan a planear y desarrollar estrategias adecuadas para afrontar escenarios desconocidos previamente, pero quizá susceptibles de resolución por la aplicación de conocimientos prácticos y fundamentados...” (Roa, *et al*, 2008:84-85)

#### **3.1.3.4. Sobre las sugerencias reportadas en los artículos sobre profesores**

Estas son recogidas de los 48 artículos en general (anexo 3.5), se buscó mantener la idea esencial en algunos casos, en otros, dada la cercanía de las sugerencias entre los autores, fueron puestas bajo la idea central, así también se intentó agruparlas en algunas nominaciones. No sobra poner de relieve que solo se explicitaron las sugerencias atinentes o relacionadas con los profesores, a saber:

#### **Sobre formación, currículo y contenidos**

- Incluir los contenidos de biotecnología en los currículos de ciencias – o de tecnología (Scott, *et al*, 2006; Kwon y Chang, 2009)- de formación de profesores (Zeller, 1994; Brown, , *et al*, 1998; Boone, , *et al*, 2006; Darcin y Türkmen, 2006; Özden, *et al*, 2008; Jalil, *et al*, 2010; Chabalengula, *et al*, 2011; Fonseca, *et al*, 2012; Sürmeli y Şahin, 2012; Gelamdin, *et al*, 2013) y actualizar a los profesores en ejercicio de ciencias (Brown, , *et al*, 1998; Cabo, *et al*, 2006; Darcin y Türkmen, 2006; Miron, *et al*, 2007; Mujica y Reyes, 2007; Özden, *et al*, 2008; Fonseca, *et al*, 2012; Gelamdin, *et al*, 2013; ) y tecnología (Scott, *et al*, 2006).

- Ante la mala comprensión de la biotecnología el currículo de ciencias debe ser reevaluado en los programas de formación de profesores (Prokop, *et al*, 2007; Usak, *et al*, 2009)
- Conceptos, aplicaciones, métodos, aspectos sociales, éticos y bioéticos de la biotecnología y su desarrollo histórico, pueden ser considerados en la formación inicial de profesores de ciencia, utilizando recursos educativos concisos. Además, es necesario aprender cómo juzgar pros y los contras de la biotecnología en diversas áreas, modificar sus clases de acuerdo a los conocimientos actuales y para seleccionar las actividades apropiadas congruentes con sus conocimientos, actitudes y nivel de aceptación, esto mejoraría su confianza a la vez que les proporcionándoles estímulo para probar más diversas estrategias de enseñanza/ aprendizaje (Leslie y Schibeci, 2006; Usak, *et al*, 2009; Darçin, 2011; Sürmeli y Şahin, 2012). Es prioritario hacer conscientes a los futuros profesores de ciencias de la lectura de revistas útiles para obtener información precisa (Sürmeli y Şahin, 2012). Analizarse la viabilidad y el alcance del contenido de la biotecnología que se pueden incluir en los programas de tecnología de la formación del profesorado (Scott, *et al*, 2006:19).
- Es importante proporcionar experiencias a los profesores para el desarrollo del contenido de la biotecnología mediante actividades de grupo pequeño y a través de simulaciones por ordenador. (Brown, *et al*, 1998), en técnicas de la biotecnología moderna (Zeller, 1994; Boone, *et al*, 2006; Aziz, *et al*, 2009; Kidman, 2010; Chabalengula, *et al*, 2011).
- Los currículos desde el preescolar hasta la universidad deben hacer hincapié en la biotecnología (Özden, *et al*, 2008:3898).
- “...Los profesores y los diseñadores del currículo deben ser alentados para determinar los intereses [en biotecnología] y relacionarlos con la materia para proporcionar una base para nuevos conocimientos. "La voz del estudiante" tiene que tener un mayor protagonismo en el diseño de nuestro currículo de ciencias... Los profesores también deben considerar la conveniencia de su pedagogía seleccionada...” (Kidman, 2007:12).
- “Sugerimos que los estudiantes y los maestros trabajen juntos en la transformación del conocimiento mientras estudian a partir de animaciones, como en otras lecciones y actividades en la escuela (Scardamalia y Bereiter, 1991).” (Yarden y Yarden, 2010:98).

### **Sobre actitudes, conocimiento**

- “...para garantizar actitudes imparciales y mejorar la comprensión de los procesos de la biotecnología entre los profesores en formación y sus estudiantes, el currículo de ciencias debe aumentar la cobertura de los principios básicos y las aplicaciones de la biotecnología.” (Chabalengula, *et al*, 2011:355).
- Puebla, *et al* (2012) subrayan la necesidad de superar la desarticulación de los conocimientos, consideran que esto se puede hacer conectando multidisciplinariamente y transdisciplinariamente el currículo en química, biotecnología, didáctica y los recurso tecnológicos.

## Sobre investigación

- “El estudio de caso ha puesto de relieve la importancia de conocer la naturaleza de la biotecnología y de cómo la ciencia y la tecnología contribuyen a ella. Estas características forman una parte crucial de la formación docente para las nuevas ciencias como la biotecnología.” (Moreland, *et al*, 2006:154).
- En las investigaciones con profesores en formación inicial y en ejercicio deben profundizarse (Šorgo y Ambrožič-Dolinšek, 2009; Usak, *et al*, 2009; Gelamdin, *et al*, 2013). Es necesario continuar conociendo las actitudes (Darçin y Türkmen, 2006 y Darçin y Güven, 2008), intereses (Kidman, 2009) y puntos de vista de los profesores de ciencias sobre la ingeniería genética, se necesita más investigación en este tema (Prokop, *et al*, 2007).
- “Los resultados de la investigación [sobre la inteligencia y las emociones] requieren estudios de mayor escala con un muestreo aleatorio para cubrir una población más amplia; adicionalmente, el cociente emocional (EQ) debe ser incluido como uno de los predictores.” (Šorgo, *et al*, 2012:9).
- “La aplicabilidad de la Teoría de Acción Razonada/Planificada hacia la formación del profesorado para identificar las dificultades y obstáculos hacia la implementación de ciertas actividades y tratarlas en la formación permanente es también evidente.” (Cabo, *et al*, 2006:365).
- “Creemos que las investigaciones sobre percepción pública pueden ser abordadas desde los marcos teóricos desarrollados en la Didáctica de las Ciencias, tanto si son propios o “importados” de otras áreas, como puede ser el caso de la psicología social.” (Cabo, *et al*, 2005:2).

### **3.1.4. Tercer nivel de análisis: subcategorías a propósito de la introducción, justificación y antecedentes reportados en los artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor**

Continuando con la estructura y organización presentada para los análisis en el tabla 6.2, en lo que sigue se presentan las subcategorías *-definición de la biotecnología; posibles maneras de clasificar la biotecnología; enfoques de la biotecnología; política, referentes socioeconómicos; concientizar y justificación*, tabla 6.13- que emergen sustancialmente de la introducción, justificación y antecedente de los artículos de educación en biotecnología que enfatizan en el profesor (anexo 3.6). Las 3 primeras subcategorías están corresponden a la categoría *referentes epistemológicos de la biotecnología*, las 4 restantes subcategorías se ubican en la categoría *educación en biotecnología*, tabla 6.2.

En cuanto a la subcategoría *definición de la biotecnología*, lo que se hace evidente al leer minuciosamente cada una es que ninguna de las seis definiciones son iguales (tabla 6.19) aunque de hecho algunas puedan compartir ideas. Ante esto, es posible decir que si existen varias definiciones

pues estas tienen entonces un carácter más de conceptualizaciones de la biotecnología. De hecho, el que se presenten varias definiciones ya dificulta realizar un análisis, no obstante, he optado por buscar descomponer las definiciones y analizarlas según las ideas que le puedan subyacer a una misma definición, lo que facilita reconocer los posibles acentos dados a la biotecnología. En este sentido, se evidencia que las definiciones presentadas en la tabla 6.19 **inician resaltado** asuntos tales como:

- La continuación de una larga tradición (Aziz, *et al*, 2009).
- Un término amplio para un grupo de tecnologías (Kidman, 2010).
- “Los científicos europeos están de acuerdo en que la biotecnología es una ciencia que emplea diferentes campos de la ciencia para estimular procesos tecnológicos...” (Lamanauskas y Makarskaitė, 2008:270).
- Un área importante de la ciencia y la tecnología que se ha desarrollado rápidamente en los últimos años (Özden, *et al*, 2008).
- Operativa (Scott, *et al*, 2006).
- Definición desde la tecnología: “es el desarrollo de cosas naturales para usarlas diariamente en la vida de los seres humanos” (Turkmen y Darcin, 2007:125).

Según la lógica anterior, **al iniciar las definiciones** estas responden a intereses de tipo territorial académicos y/o de territorio Estado (s). Por ejemplo: para el primer caso, cuando se soporta en una disciplina como la tecnología (Turkmen y Darcin, 2007 y Kidman, 2010), cuando piensa de manera conjunta en la ciencia y tecnología (Lamanauskas y Makarskaitė, 2008; Özden, *et al*, (2008). En el segundo caso, el ejemplo corresponde al de Lamanauskas y Makarskaitė (2008) al introducir la definición con “Los científicos europeos están de acuerdo en que la biotecnología es...” (p.270).

Los casos de Scott, *et al* (2006) y Aziz, *et al* (2009) no son posibles de ubicar en alguno de los territorios anteriores, dado que se empieza resaltando la biotecnología como un asunto meramente operativo (Scott, *et al*, 2006) o como una tradición de cómo se han entendido la biotecnología (Aziz, *et al*, 2009).

**Tabla 6.19:** Definiciones de biotecnología encontradas en los artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor

Definición	Autor (es)
“La biotecnología es la continuación de una larga tradición de modificaciones basadas en los principios de la genética y la biología que mejorar las plantas, los animales y el medio ambiente para que sean más útiles a los seres humanos...” (p 2)	Aziz, <i>et al</i> (2009)
“La biotecnología es un término amplio para un grupo de tecnologías basadas en la aplicación de los sistemas vivos y / o procesos biológicos para resolver problemas. La práctica de la biotecnología ha, desde la antigüedad, ha sido una parte integral de la cultura humana, con las aplicaciones tradicionales de biotecnología, tales como elaboración de la cerveza, fermentación y de plantas y animales dirigido programas de mejoramiento de haber existido desde hace miles de años (Garrett 2009, p. 4).”	Kidman (2010)
“Los científicos europeos están de acuerdo en que la biotecnología es una ciencia que emplea diferentes campos de la ciencia para estimular procesos tecnológicos (bioquímica, la microbiología, la genética y la química) con el apoyo de las estructuras de las células microbianas y de mamíferos. (Biotechnologijos Lietuvoje, 2008).” (p.270).	Lamanauskas y Makarskaitė (2008)



“La biotecnología es un área importante de la ciencia y la tecnología que se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. La biotecnología se fundamenta en la bioquímica, inmunología, genética, ingeniería química, y biología molecular, los sistemas biológicos y de salud y organizaciones que influyen en la nutrición.” (p.3892).	Özden, <i>et al</i> (2008)
“Para el propósito de este estudio, la biotecnología fue definida operativamente como el uso de organismos vivos o partes de organismo, para fabricar o modificar productos (ej., ingeniería genética, cultivo de tejidos), mejorando plantas o animales (ej., transgénicos, terapia humana, clonación, alimentos modificados genéticamente, etc.), o para desarrollar microorganismos para usos específicos (ej., terapia genética, estructura microbianas y aplicaciones, agroquímicas) (ITEA, 2000).” (p 4).	Scott, <i>et al</i> (2006)
Definición desde la tecnología: “es el desarrollo de cosas naturales para usarlas diariamente en la vida de los seres humanos”. (p125).	Turkmen y Darcin (2007)

Ahora, teniendo en cuenta **lo que continúan estableciendo** la definiciones. Lo que mayoritariamente comparten es que hacen alusión a las modificaciones, aplicaciones, estructuras, usos o manipulación de los seres vivos (plantas, animales, microorganismos, etc.). En otros casos se hacen explícitas las disciplinas que fundamentan a biotecnología: la bioquímica, la microbiología, la genética y la química, la inmunología, la genética, la ingeniería la química, la biología molecular, la biología (Lamanauskas y Makarskaitė, 2008; Özden, *et al*, 2008; Aziz, *et al*, 2009).

Otra definiciones comparten el que hagan explícito que la biotecnología es una tradición (Aziz, *et al*, 2009) o es antigua (Kidman, 2010), o que resalten que es para mejorar (Scott, *et al*, 2006; Aziz, *et al*, 2009), resolver problemas (Kidman, 2010) o estimular procesos (Lamanauskas y Makarskaitė, 2008) en seres vivos. También las definiciones pueden incluir lo que se puede obtener, por ejemplo: plantas y animales mejorados (Kidman 2010) y ambientes más útiles a los seres humanos (Aziz, *et al*, 2009); influir en la nutrición (Özden, *et al*, 2008); desarrollar microorganismos para usos específicos: terapia genética, estructura microbianas y aplicaciones, agroquímicas (Scott, *et al*, 2006).

No obstante de ser solo seis las definiciones extraídas de los artículos –n=48-, es muy dicente la pluralidad de ideas que pueden ser resaltadas en unas definiciones y no en otras, la polisemia es una constante así como los intereses que subyacen según el autor (es). Llama la atención que sea tan reducido el número de definiciones máxime cuando la biotecnología surte diferentes posturas entre las personas. Cabe declara que en la enseñanza del conocimiento biotecnológico se encuentra necesario poder hacer explícito, además de lo que he planteado en cuanto a las tensiones entre varias disciplina que convergen en la misma, también la falta de claridad respecto a lo que significa. Esto indica que la mayoría de los artículos no explicitaron lo que entienden respecto a la palabra biotecnología, no obstante de ser esta una particularidad de este.

Para la subcategoría *posibles maneras de clasificar la biotecnología* (anexo 3.6) que tiene mucha relación con la subcategoría anterior, en esta se advierte por parte de Firdaus-Raih, *et al* (2005), que la educación pública de la biotecnología moderna es una tarea difícil y complicada dada que la biotecnología tradicional y la biotecnología moderna a veces son vistas como distintas, otras veces como complementarias. Para estos autores, por un lado, está la biotecnología tradicional que abarca actividades como la fermentación y el mejoramiento por selección genética, y por otro, está la biotecnología moderna que tiene en cuenta los sistemas moleculares que son involucrados en la biología, esta cubre principalmente la tecnología del ADN recombinante y sus aplicaciones. Firdaus-Raih, *et al* (2005), más que establecer las diferencias entre estas, lo que hacen es dejar

identificada la complementariedad, por lo que declaran que la biotecnología tradicional ha existido por miles de años, pero sigue siendo pertinente en este día y era post genómica. “En conjunto, ambas tecnologías pueden trabajar mano a mano, para proporcionar una mejor calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.” (Firdaus-Raih, *et al*, 2005:11). Esta postura parece ser compartida también con Lamanauskas y Makarskaitė (2008) quienes declaran que “...la biotecnología es una rama antigua y muy desarrollada de la ciencia.” (p.269).

Firdaus-Raih, *et al* (2005), también destacan la formación en biotecnología ante lo que señalan que para empezar una carrera en biotecnología, no hace falta ser un biólogo molecular o tener antecedentes en formación primaria de biología, ya que las habilidades y conocimientos de la biotecnología moderna “...es un esfuerzo multidisciplinario casi sin fisuras, lo que requiere ingenieros, matemáticos, físicos, químicos y científicos de la computación, entre otros, que trabajen con los biólogos haciendo biotecnología moderna y fabricación industrial.” (p 12). Coherentemente, reconocen la formación en biotecnología como la relación con varias disciplinas, de hecho indican que “La educación en biotecnología es un campo amplio.” (Firdaus-Raih, *et al*, 2005:10). Con ello entonces se está estableciendo diferencias con la biotecnología tradicional, al entender que la biotecnología moderna tiene a su alcance conocimiento de diversa índole por lo que se requiere una formación en estos conocimientos.

A propósito de la relación disciplinar de la biotecnología y la pretensión de clarificar la naturaleza del conocimiento biotecnológico, algunos autores han expresado que la biotecnología es de carácter interdisciplinar –o multidisciplinar Fonseca, *et al* (2012)- basada en la biología, química y física (Lewis, *et al*, 2002); a su vez estos autores sostienen que “Investigadores de muchos campos tradicionales de la biología y la ingeniería están trabajando en este campo híbrido...” (p.26) que produce aplicaciones en biosensores, ingeniería de tejidos, biomimetismo, nanotecnología, avances terapéuticos y técnicas de diagnóstico.

Para Jalil, *et al* (2010), la clasificación de la biotecnología abarca un área amplia del conocimiento que surge de la ciencia básica, de la ciencia aplicada y de otras tecnologías. “Se trata de una red compleja de conocimientos donde la ciencia y la tecnología se entrelazan y complementan...las aplicaciones biotecnológicas en particular involucran valores y principios éticos y ponen en evidencia la no neutralidad de la ciencia.” (Jalil, *et al*, 2010:1). Con esto entonces, al no haber un consenso para identificar claramente las disciplinas, se plantea una manera muy general de entender los conocimientos que constituyen la biotecnología, lo que resulta un tanto distinto a lo que Lewis, *et al* (2002) pusieron de presente al nombrarla como interdisciplinar bajo disciplinas tradicionales (química, física, biología). De Jalil *et al* (2010), llama la atención que ponga a colación los valores y la ética, a propósito de las ciencias aplicadas, básicas y las tecnologías, por lo que pone en duda la neutralidad de la ciencia. Ante esto se puede decir que más que esta carencia de neutralidad en la ciencia, es la de las industrias y empresas que controlan la actividad de la biotecnología. Siguiendo en la lógica de poder entrever las conexiones del conocimiento de la biotecnología, Garritz y Velázquez (2009) expresan que, “La biotecnología y la genómica se convertirán en una de las más importantes revoluciones científicas y tecnológicas del siglo XXI.” (p.1).

Así pues, Garritz y Velázquez (2009) y Jalil *et al* (2010) están estableciendo un vínculo de la biotecnología con el exterior, al plantear las características de esta en tanto sus implicaciones y alcance. Este panorama, al igual que el presentado con la definición de la biotecnología, no hace más que corroborar que enseñar biotecnología requiere tener una mirada global de los que es la dinámica de producción de conocimiento en los campos de investigación al igual que reconocer lo que implica la biotecnología en la transformación de la vida y los vivo.

La subcategoría que sigue *-enfoques de la biotecnología-* puede contribuir a ampliar un poco más lo que acontece con este conocimiento. Para Gelamdin, *et al* (2013) “La biotecnología moderna ha traído un montón de cambios en la ciencia y la tecnología. Como disciplina científica, la biotecnología moderna va de la mano con las controversias culturales, sociales y de política pública...” (p.1210). Así pues, estos autores, y también Usak, *et al* (2009), están poniendo de manifiesto el efecto que ha tenido la biotecnología, no solo en el conocimiento *per se* –en lo interno, la tensión en el campo- sino también en lo externo al mismo. En concordancia, Roa, *et al* (2008) ya enunciaban:

“La Biotecnología, a semejanza de otros campos de conocimiento, se encuentra en expansión y aumento en complejidad, en la medida en que crece su conocimiento y evoluciona, dejando anticuadas las acotaciones disciplinares y concepciones tradicionales sobre la ciencia. Por ello, se puede considerar cada vez más abstracto su conocimiento, por lo que se debe explorar su complejidad desde las estructuras formales actuales del conocimiento y la realidad social que le da la validez.” (Roa, *et al*, 2008:80).

Luego, Roa, *et al* (2008); Garritz y Velázquez (2009); Jalil *et al* (2010) y Gelamdin, *et al* (2013), a diferencia de Lewis, *et al* (2002) y Firdaus-Raih, *et al* (2005) que se centraban más en el conocimiento de la biotecnología *per se*, ponen más acento a lo que genera la biotecnología en los social, político y cultural. Si bien es cierto que los resultados de sus investigaciones tienen implicaciones en la salud, el ambiente y la economía, estas no son las únicas que tiene repercusión.

Inclusive se puede también explicitar, a la luz de lo que se ha denotado hasta el momento en los análisis de los artículos, que la didáctica y la pedagogía de las ciencias se encuentran tardías en incluir como investigación la enseñanza de la biotecnología teniendo en cuenta estos temas, de hacerlo se podría aportar a los currículos de ciencias para la enseñanza en los colegios y en la formación inicial y en ejercicio de profesores.

Con razón Leslie y Schibeci (2006) enunciaban:

“El crecimiento del conocimiento en el área de la biotecnología ha superado la velocidad a la que se produce una enciclopedia y es adquirido por las escuelas; por lo tanto, la última información de tapa dura en las bibliotecas escolares y las facultades de ciencias puede ser cinco o más años desactualizada, a decir, varias generaciones en términos de la revolución biotecnológica. Los libros de texto se desactualizan rápidamente debido a la rápida tasa de cambio en el conocimiento y las prácticas de la biotecnología.” (Leslie y Schibeci, 2006:102)

Ante la cita anterior, vale subrayar que quizá el intervalo de tiempo de atraso, puede ser a la fecha un poco mayor, por lo menos para algunos países, como ya ha quedado en evidencia. La Biotecnología surge de y en las ciencias, y se ha convertido en un vasto campo de conocimiento, y en uno de los motores de transformación social –cambio de paradigma, como ya lo había explicitado unos apartados atrás- que necesariamente debe incluirse en la educación de una manera crítica y propositiva del presente estudiantes y futuro ciudadano (Roa, *et al*, 2008).

Ahora, en lo que sigue presento cuatro subcategorías (*política, referentes socio-económicos, concientización, justificación*.) que hacen parte de la categoría *educación en biotecnología*. En cuanto a la subcategorías *política*, se avizora que en algunos de los artículos analizados se hace referencia al papel que juega la política para promover la educación en biotecnología como estrategia para dar a conocer los avances de la biotecnología, y sus alcances. Ciertamente, Kidman (2007) ha resaltado que “Los intereses del gobierno y del sector privado de Australia apoyan firmemente el concepto de la educación en biotecnología, dado que la biotecnología es considerada un avance muy importante para el progreso tanto científico como económico.” (p.1), amplía que esto alienta para que se incluya la biotecnología en los currículos de ciencias para que los estudiantes de secundaria sean conscientes de ésta.

Haciendo alusión a la necesidad de formar recurso humano en la profesión de biotecnología, Firdaus-Raih, *et al* (2005) reconocen que:

“Los diseñadores de las políticas se enfrentan al problema de la responsabilidad de educar al público de Malasia, mientras que al mismo tiempo siembran las bases con las perspectivas de las carreras de investigación en biotecnología e industria. Se considera que una opción viable y eficaz de hacer esto es embarcarse en un programa de concienciación de la biotecnología dirigido a estudiantes de escuelas secundarias de Malasia.” (p.25)

En sentido similar, Brown, *et al* (1998), manifiestan que en Kentucky (USA) se ha promulgado la inclusión de biotecnología en currículo de secundaria y formación de profesores teniendo en cuenta los estándares nacionales de educación en ciencias.

Por su parte, Erdoğan, *et al* (2012), en la perspectiva de una investigación desarrollada por varios países evidencian que si bien es cierto que en todos la educación en biotecnología ha cobrado importancia, no se encuentran publicaciones al referente en Líbano; en Eslovaquia, hay falta de fuentes de instrucción y no parece suficiente para preparar a los estudiantes, no obstante, que se encuentra la biotecnología en los planes de estudio nacionales; en tanto que en Lituania, el hecho de encontrarse la biotecnología en los planes de estudio es prueba de la importancia; para Turquía se reconocen que se le ha venido prestando más atención.

En perspectiva de un territorio más amplio conformado por varios países de Europa, Fonseca, *et al* (2012) manifiestan que la red “Iniciativa Europea para la Educación de Biotecnología”, han estado produciendo una gran cantidad de recursos educativos. Consustancialmente, Lamanauskas y

Makarskaitė (2008) ya subrayaban que las ciencias de la naturaleza y la biotecnología progresan rápidamente haciendo un impacto directo sobre las empresas y las políticas en Europa.

Por su lado, Chan y Lui (2002) expresan que "...la discusión de la biotecnología en las clases de ciencia de Hong Kong seguirá siendo limitada a menos que haya una reforma curricular en la materia de biología." (p.144). En este caso a lo que se está llamando es a la necesidad de promover una política que cambie el currículo en biología para que se promueva la biotecnología.

Ante lo anterior, se denota que la educación en biotecnología ha tomado una dimensión mayor en algunos países, propendiendo por declarar políticas sobre la necesidad de llevar la biotecnología a la educación. Se refleja que los niveles de implementación de esta están dependiendo de la política diseñada o por diseñar en los diferentes países que se evidencia han hecho alusión explícita a esta (Malasia, Australia, Líbano, Eslovaquia, Lituania, Turquía, Hong Kong, Unión Europea, y algunos ciudad de Estados Unidos de América).

Pasando a la subcategoría *referentes socioeconómicos*, parece que la relación biotecnología y el desarrollo económico, adquieren cada vez más conexión, pero se denota el hacer que la educación tenga una influencia preponderante. Kidman (2009) ya observaba que "La biotecnología es considerada como un avance muy importante para el progreso tanto científico como económico. Por esta razón, los gobiernos y los intereses del sector privado apoyan decididamente el concepto de educación biotecnológica." (p.136). En concordancia, Jenkins (1999) expresa: "Al igual que la levadura levanta la masa en la elaboración del pan, la participación de la industria da más relieve a las iniciativas de biotecnología en educación." (p.299). Analizando el tipo de participación de la industria, y lo que puede representar para la educación, este mismo autor escribe: "...El suministro de dinero en efectivo, productos consumibles y equipos son las formas tangibles de patrocinio industrial de iniciativas educativas..." (Jenkins, 1999:299).

Poniendo la educación en función de la biotecnología, pero más que nada a los estudiantes como consumidores al servicio de mercado, Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009) plasman el siguiente anuncio:

"Si nosotros, como educadores, comenzamos con la suposición de que todos los usuarios finales (reales o potenciales) y consumidores de productos biotecnológicos, en general, no poseen los conocimientos adecuados sobre temas de biotecnología... entonces una pregunta clave es la siguiente: ¿cuál debe ser el contenido de dicha educación, y dónde y cómo deben ser educados los consumidores reales y potenciales?" (p.2).

Resulta irónica la reflexión de los autores, primero suponiendo una falta de conocimientos adecuados de los consumidores sobre la biotecnología, y después mediante una pregunta, dejan claro que la educación debe estar dirigida a formar "consumidores reales y potenciales", curiosamente la pregunta tiene la respuesta. La conexión de Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009) con la de Turkmen y Darcin (2007) es coincidente dado que para estos últimos la educación, como se recordará unas páginas atrás, tendría que generar actitud positiva hacia la biotecnología. Consciente de la influencia de la biotecnología en la sociedad y lo que esta puede incidir en la biotecnología,

Darçin (2011) resalta que “El conocimiento de la sociedad y la actitud acerca de aplicaciones biotecnológicas son cada vez más importantes, ya que, es un hecho que la sociedad va a orientar el trabajo biotecnológico.” (p.1017).

Se percibe pues, la educación como un instrumento para alcanzar réditos económicos, tanto por el consumo de biotecnología como propender por sostener el campo de producción de conocimiento a través de la formación de recurso humano. En cuanto a esto último, Herskovic (2002) analizaba que, por ejemplo, los aumentos previstos en los graduados en los próximos años, dan cuenta principalmente de los estudiantes que ya están en la educación superior, junto a la mano de obra altamente cualificada que ya está en el mercado laboral, son más que suficientes para que las pequeñas industrias de la biotecnología crezcan a un ritmo muy rápido en los próximos años, sin añadir nuevos programas y estudiantes en el sistema.

En este mismo sentido, solo que proyectando el futuro, Lewis *et al* (2002) reconocen que es un momento oportuno para presentar a la próxima generación de aspirantes a científicos los problemas y técnicas pertinentes a la explosión de una disciplina de alta tecnología –la biotecnología- para entonces despertar su interés antes de comenzar sus estudios universitarios carreras.

Firdaus-Raih, *et al* (2005), reconocen además de lo anterior, la necesidad de aprovechar los recursos biológicos, estiman que:

“La educación en biotecnología en los países en desarrollo sigue siendo uno de los factores de limitación de velocidad en el logro óptimo de capacidad de recursos humanos para impulsar y aprovechar los recursos biológicos de estas naciones. Muchos países en desarrollo se encuentran dentro de las zonas de rica biodiversidad.” (p.10).

En esto se resalta la idea de que los países en desarrollo cuentan con la materia prima de la investigación en biotecnología pero que aún así no tienen suficientes profesionales –recursos humanos- que aborden las investigaciones debido a la carencia de educación en biotecnología, en esto entonces se puede inferir que la política y la economía se instituyen como los escenarios desde donde se generan las lógicas de la educación, y que la biotecnología representa el campo destinado para hacer llegar las investigaciones de modificación de los seres vivos, para presentar resultados que pueden ser convertidos en productos y servicios, que también son devenidos de las política y la economía, del territorio de Estado.

Así pues, los contenidos destinados a enseñar en la actualidad se surten de una necesidad de ser aprendidos con un fin, quizá no tan idealista como la de formar personas autónomas, cultas, ilustradas en el entendimiento de los conocimientos éticos, históricos, sociológicos, etc., de la biotecnología, sino más para *forman actitudes*, para *generar opinión*, existe la premura para que la biotecnología no sea una palabra nueva, por lo que en las publicaciones se insiste en que la educación sea el andamiaje para mostrarla. La pregunta es ¿Cuál sería el sentido que se daría al conocimiento biotecnológico desde la educación?

A decir por lo mostrado antes, la naturaleza del conocimiento biotecnológico refleja que no ha sido reducido, determinista ni terminado el desarrollo de su conocimiento, la producción de este no se realiza de forma fragmentada sino todo lo contrario el eclecticismo y la sinergia son quizá lo que más implica al campo y lo que tiene a la vez aplicaciones diversas.

Si se pretende que los estudiantes se aproximen a la biotecnología, que los futuros ciudadanos la entiendan, es fundamental avanzar en lo que es enseñar y aprender biotecnología, en esto la didáctica y la pedagogía tiene un largo camino para recorrer. Se puede declarar que con lo descrito de los artículos sobre educación en biotecnología y su ritmo de publicaciones en por lo menos las dos últimas décadas, bien se puede anunciar que las didáctica de la biotecnología se encuentra en emergencia como disciplina específica de investigación.

En cuanto a la subcategoría *concientización*, los autores aquí recogidos resaltan la importancia de contar con personas que tengan suficiente conocimiento y entendimiento de la biotecnología para poder debatir y tomar decisiones respecto a sus avances. Firdaus-Raih, *et al* (2005) ya han expresado que se espera que las decisiones de las actuales y futuras generaciones que acepten o rechacen los desarrollos de la biotecnología lo hagan con base en un sólido entendimiento de la misma y no como resultados de inducciones ocultas, tendencias o xenofobia. Kidman (2007-2009) considera que podría decirse, respecto a la biotecnología, que lo más importante es la participación del público, la cual no puede ocurrir sin un acercamiento y comprensión de la educación en biotecnología. Si las personas no están educadas en los temas de la ciencia y la tecnología –ética, agregaría Gelamdin, *et al* (2013)-, ellos no pueden tener una significativa participación en los debates públicos concernientes a estos temas.

Haciendo claridad en específico a los estudiantes y /o profesores, para los primeros Usak, *et al* (2009) destacan:

“Paralelamente a la evolución reciente de la biotecnología, nuestros estudiantes necesitan ser más conocedores de las implicaciones sociales, éticas y económicas que rodean áreas como la ingeniería genética, la clonación, los alimentos modificados genéticamente, y otros aspectos de la biotecnología.” (p.123).

Para el caso de los profesores Duarte, *et al* (2012) enuncian que la biotecnología constituye una temática novedosa para ser tratada en el aula, lo que posibilita al profesor para que la incorpore en diferentes áreas del conocimiento y con variados niveles de complejidad. Para Erdoğan, *et al* (2012) tanto los profesores como los investigadores pueden hacer uso de los resultado de la investigación sobre educación en biotecnología realizados por los países para preparar a los estudiantes para tomar decisiones informadas.

Por su parte, Roa, *et al* (2008) reconociendo las aplicaciones, alcances y el conocimiento de la biotecnología, se preguntan si sus adelantos van acompañados de un aumento en los niveles de comprensión de la temática por parte de los estudiantes, ciudadanos y profesores.

En lo destacado para esta subcategoría, en la idea de concientizar, se encuentran posturas en cuanto a cómo se puede pensar en la educación en biotecnología, una es a partir de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que, según Duarte, *et al* (2012), permitan proporcionar al estudiante un aprendizaje significativo y conocimientos útiles para la vida cotidiana. Otra postura, se refiere a la alfabetización científica (Usak, *et al*, 2009; Erdoğan, *et al* 2012). En cambio, Sürmeli y Şahin (2012) señalan que “Los temas relacionados con la biotecnología, se pueden clasificar en conjunto como "cuestiones sociocientíficas", lo cual significa que todos los aspectos de la ciencia son inseparables de la sociedad de la que surgen.” (p.76).

La concienciación entonces para estos autores debe estar trazada por la posibilidad de comprender la biotecnología desde la educación para así poder participar de los debates sobre los avances, alcances y aplicaciones de la biotecnología. No se trata de ver la educación en función de la comercialización, de la explotación de la biotecnología -de lo vivo-, de simplemente propender por cambiar las actitudes negativas por positivas, como Turkmen y Darcin (2007) y Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009) han sostenido hay que hacerlo, negando la posibilidad de la duda sobre lo que es la biotecnología, no empero de la complejidad que le subyace. A propósito de la subcategorías que sigue, continuaré en este análisis.

Para la subcategoría *justificación*, hay que decir que es una de las subcategorías más nutridas dentro de la categoría *educación en biotecnología*, tabla 6.13, lo cual no era para menos puesto que buena parte de las publicaciones analizadas tienden a identificar las razones de realizar una investigación.

En esta dirección, Turkmen y Darcin (2007) dando unas ideas bastante amplias, manifiestan:

"Últimamente, muchos estudios sobre todo en los países desarrollados han puesto esfuerzos adicionales en la conciencia pública, de los estudiantes y los profesores hacia la biotecnología (Olsher y Dreyfus, 1999; Chan y Lui, 2000, Francia, 2000; Dunham, *et al*, 2002; Dibartolomeis y Mone, 2003; Lewis, *et al*, 2003; Rota e Izquierdo, 2003). Por medio de estos estudios, sería posible que una nueva disciplina, que se podría llamar educación en biotecnología, que se refiera a la actitud y el conocimiento de público en general, de los profesores y estudiantes, así como la promoción de productos biotecnológicos en todas las formas, de la educación y seminarios para generar actitud positiva hacia la biotecnología y cambiar las ideas erróneas relacionadas con la biotecnología..." (p 126).

Esta cita manifiesta la relevancia que la biotecnología ha tomado hasta el punto de advertir la emergencia de una disciplina en torno a la biotecnología en el marco de la educación, como busqué dejar en evidencia en el capítulo (seguimiento a la didáctica y la pedagogía) pensar en el campo de la educación es basarse en conocimientos en que todo es posible de estar, al igual que todos ¿Quién no tiene o ha tenido relación con la educación?

Turkmen y Darcin (2007), a partir de la revisión que hacen, reconocen el lugar que tiene la educación a propósito del alcance de la biotecnología, tanto es así que incluso resaltan que dicho campo podría poner la atención en las actitudes, el conocimiento de todos, al igual que en la "...la promoción de productos biotecnológicos en todas las formas..." que para los autores tiene relación



con "...generar actitud positiva hacia la biotecnología y cambiar las ideas erróneas relacionadas con la biotecnología..." (p 126).

Luego entonces, puedo inferir que se está entendido que las actitudes negativas obedecen a ideas erróneas sobre la biotecnología y que tener actitudes positivas es resultado de haber superado las ideas ya mencionadas. Al parecer, es fundamental cambiar las actitudes negativas con el fin de que la promoción de los productos biotecnológicos sea un éxito. Hacer conciencia entonces responde a cambiar actitudes en el público en general en los países desarrollados. Como se denota, los profesores y los estudiantes están incluidos en el todos, por lo que es presumible que el conocimiento biotecnológico *per se* les dé, no sé si es una opción, las actitudes positivas hacia la biotecnología.

Ante la perspectiva de buscar conectar el conocimiento en lo que cotidianamente se denomina campo de la educación, se refleja una negación de la complejidad que tiene la enseñanza y el aprendizaje, no solo de la biotecnología sino, me atrevo a decir, del conocimiento formal en general, de la naturaleza (filosófica, histórica, epistemológica, sociológica, por lo menos) que le subyace al conocimiento. Ciertamente, hacer alusión a una disciplina por lo que ha acontecido en las investigaciones con profesores en formación y en ejercicio, y estudiantes, sobre los currículos y contenidos, etc., (subcategorías de la categoría educación en biotecnología, tabla 6.13) deja entrever la emergencia de una disciplina específica de investigación que yo llamaría didáctica de la biotecnología, sin desconocer el conocimiento pedagógico.

Como ya lo había expresado en el capítulo V existe una fuerte tradición de hacer ver la enseñanza de las escuelas, por lo menos desde Comenio, y universidades, como algo sin mayor problema, como un asunto meramente técnico. Desde luego que este asunto no es óbice para avanzar aquí en lo que estoy intentado exponer. De hecho, hay que decir que el tema de la investigación sobre las actitudes, que por cierto es en lo que más se encuentran artículos, han sido también interés de los campos en sí en los que se fraguan los debates sobre la genética, las modificaciones de seres vivos, y la comercialización de productos derivados de las mismas. Erdogan, *et al* (2009) ilustran este aspecto, *so pretexto* de hacer visible la carencia de instrumentos que miden actitudes hacia temas más específicos:

“La revisión de la literatura revela que las investigaciones, realizadas en el contexto de aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética, han medido las actitudes generales de los estudiantes con respecto a la genética, ingeniería genética y la biotecnología. Sin embargo, hay una falta de instrumentos de la biotecnología que se ocupen de diversas aplicaciones de la biotecnología...Las encuestas han medido las actitudes hacia la biotecnología en un sentido muy general.” (Erdogan, *et al*, 2009:257).

En lo que parece una perspectiva distinta de campo de acción de la investigación sobre las actitudes y conocimiento de la biotecnología, en este caso de los futuros profesores, Erdoğan, *et al* (2012) sostienen como justificación:

“...hay una escasez de investigaciones sobre la educación en biotecnología... Los profesores que se están formando hoy día serán los que en el futuro cercano estarán practicando y enfrentado la formación y toma de decisiones respecto a temas de biotecnología. Por tanto, entender su conocimiento y actitudes hacia la biotecnología en diferentes países puede suministrar una importante información para la política implicada en la determinación de las metas y dirección curricular... Las investigaciones de las actitudes y conocimientos de los futuros profesores puede ayudar en la conceptualización cómo las diferentes culturas afectan las percepciones sobre la biotecnología.” (p.80).

De la cita, es de subrayar por lo menos tres cosas más, la primera, la relevancia que le dan Erdoğan, *et al* (2012) al profesor en cuanto a que es quien tiene en sus manos, en la práctica, las decisiones respecto a los asuntos de la biotecnología –en lo que Kidman (2009) también está de acuerdo, al igual que Fonseca, *et al* (2012) y Leslie y Schibeci (2006), solo que propendiendo por la mirada en los factores endógenos y exógenos, y barreras y el estímulo para enseñanza, respectivamente-, lo segundo, es la implicación que le da a estas investigaciones en tanto las características del currículo, y tercero, el llamado que hace para que se realicen este tipo de investigaciones de forma conjunta entre varios países. Aunque el conocer si las actitudes son negativas o positivas hacia la biotecnología no constituyen resultados más relevantes que los pudieran ser los de investigar, por ejemplo, sobre las características del conocimiento de la biotecnología y las del que se podría enseñar y las que se podrían aprender, pueden ser más prometedores, que ir en busca de lo que ya se sabe está en estado desactualizado en los profesores, y por lo tanto en los estudiantes, y casi que por efecto en la cultura.

Según Kidman (2007), la significancia del estudio de la biotecnología ha sido identificada como un área de importancia tecnológica y económica en todo el mundo, sin embargo, hay escasa bibliografía relativa a los intereses en los temas de educación de la biotecnología en profesores y alumnos (Kidman (2007); Prokop, *et al* (2007) resaltan que “...hay pocos trabajos que analicen las diferencias en las actitudes, más o menos conscientes empíricamente hacia la biotecnología entre los profesores en formación, y un número muy limitado de trabajos que sigan las conexiones entre el conocimiento y la actitud empírica.”

Así mismo, Lamanauskas y Makarskaitė (2008) propenden por declarar:

“Los temas de la educación de las nuevas generaciones en el ámbito universitario, casi no se han examinado. No hay duda que la biotecnología es realmente un campo importante para el futuro, que gana peso e impacta cada vez más.” (p.271).

Ciertamente, también se sostiene que con el aumento en el ritmo de los desarrollos de biotecnología desde la década de 1990, es importante educar a los estudiantes de secundaria sobre biotecnología (Kidman, 2009), conocer las actitudes y los intereses en estudiantes y profesores, propendiendo porque se reflejen en el currículo (Kidman, 2010). Boone, *et al* (2006) destacan que es fundamental infundir los conceptos de biotecnología en los currículos de ciencias, en cuanto a esto Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009) señalan que la escuela debe asumir su parte de responsabilidad.

De acuerdo a Darçin y Güven (2008) la educación de la biotecnología se hace necesaria debido al creciente uso de productos biotecnológicos que se utilizan en las zonas industriales, y por lo que implica para la economía, aumento del número de trabajadores técnicos necesarios, y las preocupaciones sociales y morales que se reflejan a la sociedad. Coherentemente, Kwon y Chang (2009) declaran que el diseño y desarrollo de cursos de biotecnología para profesores de tecnología en formación inicial deben ser una prioridad. Sin embargo, el plan de estudios utilizado indica que los cursos relacionados con la biotecnología son insuficientes. En la justificación de Kwon y Chang (2009), pues como ya lo he hecho notar, conciben la biotecnología en el campo de la tecnología y no en el de la biología, generándose entonces una presión con la biología.

Ahora, Chabalengula, *et al* (2011) realizan un cuestionamiento al cual responde tratando de dejar explícita una necesidad: “¿Cómo pueden los investigadores de la educación en ciencias ayudar a mejorar y promover la enseñanza de los procesos biotecnológicos?” (p.354), creemos que los investigadores de la educación en ciencias deben dirigir sus investigaciones al diseño de recursos para la enseñanza y el aprendizaje para que los profesores de ciencias y los estudiantes las puedan usar (Chabalengula, *et al*, 2011). Continúan:

“Ante la llegada de las simulaciones por ordenador, se argumenta que sus efectos visuales simulados que muestran lo que sucede durante la modificación genética podrían promover tanto la comprensión conceptual de los estudiantes, así como "ver" los riesgos potenciales de los procesos biotecnológicos, aspectos que son cruciales para ayudar a los estudiantes a hacer sus propias decisiones acerca de la biotecnología.” (p.354).

Esta perspectiva de Chabalengula, *et al* (2011) resulta interesante dado que arguye la necesidad de la comprensión del conocimiento para que el propio estudiante tome sus decisiones sobre la biotecnología, desde luego que esta es una visión distinta a la de Turkmen y Darçin (2007). De todas maneras considero que teniendo el estudiante una aproximación virtual a lo que *puede suceder* en una modificación genética, no lo habilita para *ipso facto* “...ver" los riesgos potenciales de los procesos biotecnológicos...”, si eso fuera tan evidente y posible de simular pues no habría mayores discusiones al respecto. También un cierto sesgo de Chabalengula, *et al* (2011) al afirmar de una vez que hay riesgos. Como quiera que sea, los simuladores por computador representan una alternativa para la enseñanza.

Roa, *et al* (2008), reconocen que ante los avances de la biotecnología y la información transmitida sobre esta por los medios de comunicación televisivo y radial, la manera de concebir lo vivo y la vida sufre una transformación, lo cual requiere necesariamente de un acompañamiento desde la educación, muy especialmente desde la enseñanza de la biología. Al describir la biotecnología evidencian elementos importantes, que pueden mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, entre los cuales destacan: la naturaleza interdisciplinar, el carácter paradigmático, las relaciones ciencia/tecnología/sociedad/ambiente (CTSA), el estado actual de difusión de información que concierne a diversos tópicos (renovación de tratados de comercio, clonación, Proyecto Genoma Humano, terapia génica, consumo de organismos modificados genéticamente –transgénicos–, patentes de genes, productos recombinantes, etc.); lo que incluye debates de corte ambiental, social,

ético, político, religioso y económico, lo que lleva a un acercamiento en la comprensión del conocimiento científico desde la vida cotidiana de los estudiantes.

Estos autores también señalan otros elementos particularmente formativos, tales como: la posibilidad de abordar el trabajo pedagógico a partir de actividades que incluyan la historia de la biotecnología, con una aproximación a la naturaleza de las ciencias; el debate bioético y el dilema moral, de especiales características ante algunas aplicaciones y técnicas que subyacen a su objeto de investigación; la comercialización (fecundación in vitro, investigaciones con células madre, la clonación, terapia génica, venta y consumo de transgénicos) y el establecimiento de relaciones entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales

En torno a los anuncios dados como justificación –directamente-, incluso también con otros en otras subcategorías –de manera indirecta- se hace visible el pensar la educación y la biotecnología, indicando tanto las debilidades como las bondades en estos dos campos, así como lo que está en mora para que la educación en biotecnología tome el ritmo de la biotecnología. Pero sobre todo se denota la ausencia de investigaciones referentes a la biótica y el profesor.

#### **4. Análisis para Colombia a propósito de los artículos sobre educación en biotecnología y las Ciencias Didácticas y Pedagógicas**

A la luz de lo desarrollado hasta este punto en esta tesis, y teniendo presente que en el capítulo I he hecho alusión a algunos aspectos para el caso de la educación sobre biotecnología en Colombia, en lo que sigue buscaré esbozar algunas ideas para Colombia, que subyacen en lo fundamental en lo que considero como *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*; desde luego que lo desarrollado sobre los artículos de educación en biotecnología, y de estos lo que enfatizan en el profesor, también constituyen valiosos contenidos para pensar en los análisis para Colombia.

Así pues, en el capítulo I desarrollé aspectos que están relacionados con lo que varios autores ya habían considerado sobre la educación en biotecnología en Colombia, al igual de lo que se puede evidenciar en algunos documentos gubernamentales al respecto anterior. Básicamente, lo destacado en dicho capítulo tiene relación con:

1. Resaltar que el desarrollo de la investigación y la formación académica en el pregrado y postgrado en Colombia respecto a la biotecnología es exigua (Castellanos, *et al*, 2006) y que este campo se encuentra relacionado desde los diferentes niveles de formación con otros conocimientos afines: biología, medicina, microbiología, economía, derecho, química e ingenierías relacionadas (Villaveces y Orozco, 2004). Estos últimos autores, en su momento, también subrayan que no existe un acuerdo “...ni siquiera en la noción de biotecnología...” (p.15). En alusión a ello Castellanos, *et al* (1996) ya había desatacado que los programas educativos en sus diferentes niveles no permitían un desarrollo integral de la biotecnología en Colombia.
2. La necesidad de la educación en biotecnología en Colombia (Grevehova, *et al*, 1995) en los programas de la educación básica que favorecieran la comprensión de los ciudadanos del estudio de las bases de la biotecnología, independiente de la actividad que realicen. Incluso

- Castellanos, *et al* (1996) declaran que es perentoria la creación de una asignatura con el fin de divulgar los principios y procesos fundamentales de la biotecnología teniendo en cuenta las necesidades y condiciones reales de nuestro medio.
3. Las exigencias de formación de profesores para las asignaturas involucradas con la biotecnología, o con la biotecnología misma (Castellanos, *et al*, 1996).
  4. Los *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales* (MEN, 2004) y la escasa mención de estos con respecto a la biotecnología. Se encuentra que los aprendizajes que se busca alcancen los estudiantes sobre el ADN están poco relacionados con lo externo -lo económico, lo social, lo político, lo legal y lo cultural-, en lugar de esto es permanente dar prioridad a lo interno de disciplinas como la biología, la química y la física. Lo atinente a lo filosófico, epistemológico e histórico, no se contempla como contenido. Entre los fundamentos que se esgrimen para dar cuenta de los estándares se encuentra el buscar pensar a los profesores y a los estudiantes como científicos e investigadores ya que "...todo científico – grande o chico- se aproxima al conocimiento de manera similar..." (MEN, 2004:8).
  5. Las estrategias que emergen de Colciencias (2008), en particular de dos de sus componentes estructurales - Capacidad científica y tecnológica del país; y Percepción y apropiación social de la biotecnología-, dejan ver la necesidad de actualizar y evaluar los programas curriculares de pregrados y postgrados relacionados con la biotecnología, al igual que ampliar la oferta, y crear nuevos programas de doctorado. Así mismo, se explicita como prioridad aplicar encuestas de percepción hacia la biotecnología y sus productos; crear programas televisivos o radiales; incluir curso de biotecnología en la educación básica; y capacitar a periodistas y comunicadores.
  6. La conformación de dos grupos de investigación sobre educación en biotecnología.

Si se compara lo anterior con lo que se ha encontrado en los artículos sobre educación en biotecnología que hacen énfasis en el profesor, pues se hace evidente –para el numeral 1, aunque los otros también podrían aplicar- que las justificaciones sobre la necesidad de formar recurso humano para la continuidad de la investigación respecto a la biotecnología –incluyéndola en los currículos- es uno de los aspectos argüidos por varios autores – Brown, *et al* (1998), Jenkins (1999), Chan y Lui (2002), Herskovic (2002), Firdaus-Raih, *et al* (2005), Turkmen y Darcin (2007), Lamanaskas y Makarskaitė (2008), Kidman (2009), Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009), Darçin (2011), Erdoğan, *et al* (2012), entre otros- de varios países -Australia, Eslovaquia, Eslovenia, Estados Unidos de América, Hong Kong, Israel, Lituania, Malasia, Reino Unido, Turquía, entre otros- por lo que puede representar para sus economías.

Ante esto, es posible decir que todos los países no tendrán iguales razones o énfasis para propender por formar recurso humano, pero lo que si se hace evidente es que Colombia por su condición de ser uno de los países con mayor biodiversidad tiene en sus manos recurso biológico para realizar investigaciones. Pero quizá lo más importante no es en efecto esto sino sobre todo poder formar de manera crítica a los investigadores y profesionales sea para la enseñanza o no. Esto sin desconocer la complejidad que le subyace al conocimiento biotecnológico, y superar la falta de desarrollo integral ya anunciado por Castellanos, *et al* (1996).

Si se tiene en mente lo que he desarrollado en el presente capítulo referente a la historia de la biotecnología, sus tensiones y presiones, sobre la naturaleza de este conocimiento, los productos y servicios comerciales, *el potencial y desafíos* (Cano, 2009; Wilches, 2010 y Clive, 2014), *beneficios* (Uzogara, 2000), *miedos específicos y preocupaciones más generales* (Martín y Meghani, 2008 y Kramkowska, Grzelak y Czyżewska, 2013), es posible declarar que se requiere plantear el conocimiento del profesor y su formación profesional en biotecnología tanto en sus características externalistas –política, económica y social- como en las internalistas a esta, así como en lo filosófico, epistemológico y bioético.

En lo concerniente al numeral 2, es notorio que Grevechova, *et al* (1995 y Castellanos, *et al* (1996) son quizá los autores que primero han anunciado la necesidad de la educación en biotecnología en Colombia, lo cual coincide con el aumento de la publicación de artículos sobre educación en biotecnología desde 1990, gráfica 6.1, no obstante, hay que decir que Colombia no está dentro de los países con mayor cantidad de publicaciones al respecto, se puede decir que las publicaciones han sido ocasionales, sin mayor continuidad como ocurre con la mayoría de los 54 países de donde proceden los artículos.

Así como en nuestro país Grevechova, *et al* (1995 y Castellanos, *et al* (1996) habían expresado la necesidad de la educación en biotecnología, en otros países también lo había hecho -Firdaus-Raih, *et al* (2005), Dawson (2007); Kidman (2010); Yarden y Yarden (2010); Ocelli (2012), entre otros autores, tabla 6.7-. En Colombia, por la década del 90 Castellanos, *et al* (1996) ya habían expresado lo fundamental que era formar a los profesores en los conocimientos relacionados con la biotecnología –numeral 3-, otras publicaciones provenientes de este país corresponde a autores que han expresado en sus artículos la formación realizada a profesores de ciencias en ejercicio –Valbuena (1998), Figueredo y Regalado (2007), Caro (2008)- y en la formación inicial de profesores de biología –Roa, *et al* (2008) o en Ciencias Naturales –Rengifo (2012)- en los avances de la biotecnología. Esto es coincidente con los pronunciamientos realizados por otros autores de otros países: Zeller (1994), Estados Unidos de América; Chan y Lui (2002), Hong Kong; Leslie y Schibeci (2006), Moreland, *et al* (2006), Australia; Garritz y Velázquez (2009), México; entre otros.

No obstante, es notorio que en Colombia no se encuentran publicaciones que expresen haber investigado en si a los profesores en cuanto a la biotecnología, dos artículos que se encuentra en la tabla 6.9 - Roa, *et al* (2008) y Rengifo (2012)- obedecen a análisis y propuestas de investigación. En todo caso, si se tienen en mente las categorías y subcategorías presentadas en la tabla 6.13 se observa que los datos obtenidos para cada subcategoría están en un nivel de profundización incipiente por lo que el campo de investigación sobre los profesores todavía está por desarrollarse no sólo en Colombia sino también en otros países. No sobra poner de relieve que los 133 artículos que no enfatizaban en el profesor pueden haber abordado en específico, sin abordar al profesor, varias de las subcategorías de la tabla 6.13.

Como lo he presentado antes, la mayoría de las investigaciones sobre los profesores son de corte cuantitativo –con muestras de estudio amplias tanto para los profesores en ejercicio como para los que están en formación- se fundamentan en aplicar cuestionarios tipo Likert para medir actitudes, creencias, opiniones o percepción hacia la biotecnología. Estas investigaciones tienden a establecer

generalidades sobre el profesor, los instrumentos que se buscan estandarizar y el tamaño de las muestras no favorecen profundizar sobre lo que acontece en la práctica de la enseñanza del profesor en ejercicio o el aprendizaje en la formación de los futuros profesores. En cambio las investigaciones cualitativas -Lewis, *et al* (2002); Steele y Aubusson (2004); Leslie y Schibeci (2006); Moreland, *et al* (2006); Falk, Brill y Yarden (2008); Garritz y Velázquez (2009); Kidman (2009 y 2010) y Yarden y Yarden (2010)- no son usuales.

Se puede expresar que para nuestro país, más que realizar investigaciones cuantitativas, mediante la aplicación de encuestas masivas sobre actitudes, creencias, etc., las investigaciones cualitativas darían mayores elementos para analizar a los profesores. Por ejemplo, de los anteriores autores que han realizado investigaciones cualitativas varios se han interesado en el énfasis sobre el pensamiento-conocimiento del profesor, en particular en la tendencia sobre el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) tabla 5.11. Falk, *et al* (2008) han buscado establecer la relación entre el CPC de los profesores de biología y la promulgación del currículo de biotecnología basado en la adaptación de artículos de primera fuente. Garritz y Velázquez (2009) tienen interés por el CPC de biotecnología de profesores de secundaria para clasificar, caracterizar y discutir sobre el pensamiento pedagógico y epistemológico del profesor. Garritz y Velázquez (2009) consideran que determinar la base de conocimientos de los profesores de secundaria, relacionados con el tema de la biotecnología, proporciona la oportunidad a estudiantes y profesores para explorar y debatir críticamente los dilemas bioéticos.

Por su parte, Moreland, *et al* (2006) propenden por describir los componentes del CPC que los profesores necesitan para enseñar una materia, en particular los desafíos que enfrentan y los éxitos que pueden lograr en la enseñanza de una materia interdisciplinaria como la biotecnología, destacan la planificación de estrategias como base para mejorar el CPC de los profesores y las interacciones posteriores en el aula. Leslie y Schibeci (2006) entienden que mejorar el conocimiento de contenido personal de los profesores y su CPC sería lo más importante para fomentar la enseñanza de la biotecnología, expresan que con ello los profesores pueden llegar a ser capaces de facilitar un adecuado y efectivo aprendizaje del alumno, sugieren que es importante entender lo que los profesores perciben como las barreras y el estímulo para la enseñanza de la biotecnología.

Según esto, se puede establecer que de los 48 artículos sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, la tendencia que se hace más coincidente con las planteada en la tabla 5.11, es la del CPC con los autores ya presentados arriba -Leslie y Schibeci (2006); Moreland, *et al* (2006); Garritz y Velázquez (2009) y Falk, *et al* (2008)- que corresponden a 4 artículos, los restantes 44 artículos se pueden decir no toman forma en sí en alguna de las otras tendencias de investigación sobre el profesor, tabla 5.11, lo cual no quiere decir que no tengan razón de ser en el campo de la investigación en la didáctica de la biotecnología, solamente que dichas investigaciones no han tenido en cuenta para abordar el estudio del profesor los referentes teóricos de dichas tendencias. Sin embargo, por el corte mayoritariamente cuantitativo -esto ya que se pueden encontrar investigaciones que pueden también incluir lo cualitativo-, podría pensarse en cierta relación con las tendencias: Presagio-producto: personalidad del profesor y Proceso-producto: comportamiento del profesor, que por cierto corresponden al conjunto de tendencias externalistas, categoría eficacia, tabla 5.11.

Continuando con el ejercicio de tener en cuenta las investigaciones ya realizadas en otras latitudes para pensar en la posible enseñanza e investigación sobre la didáctica de la biotecnología en Colombia a propósito del profesor de ciencias, vale la pena señalar que no se trata de reducir todas las investigaciones a las tendencias de la tabla 5.11, todo lo contrario, las líneas de investigación que han propuesto Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999) y lo que Fraser, *et al* (2012) distinguen como áreas, constituyen fuentes de conocimiento esenciales para el conocimiento del profesor.

Por lo tanto, el conocimiento del profesor puede ser representado por las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, que para el caso del que me estoy ocupando en este momento, el capital simbólico sobre la educación en biotecnología, anexo 1, y de este el que enfatizan en el profesor, tabla 6.10, como quiera que pueden haber sido publicado en revistas que recaudan conocimiento de diferentes disciplinas, tabla 6.5, lo reconozco en el territorio anterior, específicamente en la didáctica de la ciencias (figura 5.1), que como se bosqueja en la figura 5.3 tiene varios énfasis de investigación, uno de estos es el del profesor del cual la vez derivan varias tendencias, tabla 5.11.

Ahora, la subcategoría formación de profesores, tabla 6.13, obtenida, entre otras, de artículos sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, es coincidente con una de las líneas de investigación identificada por Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999) y en una de las áreas de investigación de Fraser, *et al* (2012), en tanto que la subcategoría currículo, tabla 6.13, es coincidente con Gil, *et al* (1999) Fraser, *et al* (2012). Ante esto, sin desconocer que las otras subcategorías pueden tener puntos de encuentro con otras líneas o áreas de investigación de los autores anteriores, y sin que esté dando a entender que se pueden equiparar la subcategorías de esta investigación con las líneas o áreas de investigación que son mucho más robusta, se puede inferir que las investigaciones sobre educación en biotecnología que tienen como énfasis a los profesores tienen que ver necesariamente con otros énfasis de investigación, luego el conjunto de los énfasis de investigación del territorio académico en su conjunto aportan a las comprensiones del pensamiento - conocimiento de profesores, en este caso específico para la enseñanza de la biotecnología.

Así, investigar sobre el profesor en Colombia puede implicar abordar objetos atinentes a otros énfasis de investigación, por lo que se puede advertir que los énfasis no están cerrados sino que todo lo contrario se puede nutrir entre ellos. De manera semejante, como ya lo señalé en algún momento, las didácticas y las pedagogías específicas, tabla 5.1, también se pueden interrelacionar en la configuración del conocimiento del profesor, sin dejar de mantener sus propios objetos de enseñanza y de investigación.

Por consiguiente pensar en específico en la enseñanza de la biotecnología en Colombia puede conducir a expresar que si bien es cierto sería apremiante desarrollar investigaciones en el énfasis del profesor –la tendencia de investigación sobre el CPC, es prometedora, sin desconocer las tendencias internalistas, e incluso las externalistas-, no es menos relevante avanzar también en otros énfasis de investigación -recuerdo que para Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999) son líneas de investigación- que he evidenciado poco o nada desarrollados en los 48 artículos analizados.



Reconozco como fundamental iniciar y/o profundizar en las investigaciones sobre la didáctica y pedagogía de la biotecnología en el sentido de los fundamentos teóricos de las investigaciones más consolidadas - Gil, *et al* (1999) y Fraser, *et al* (2012)-, por ejemplo: con Porlán (1998) en lo fines y fundamentos del conocimiento del profesor; en una teoría del conocimiento escolar; y en experimentar propuestas de formación para promover, a su vez, la experimentación de los profesores, tabla 5.8. Con Gil, *et al* (1999), tanto con profesores como con estudiantes, en la resolución de problemas; prácticas de laboratorio; diseño curricular; relaciones ciencia/tecnología/sociedad; evaluación; cuestiones axiológicas, tabla 5.8. Con Fraser, *et al* (2012) en el aprendizaje y el cambio conceptual; argumentación y naturaleza de la ciencia; aprendizaje extracurricular; y perspectivas socioculturales y educación urbana, entre otras.

Continuando con numeral 4 que hace alusión a los estándares curriculares en Ciencias Naturales en Colombia, lo que también está relacionado con el numeral 1 sobre la necesidad de diseñar currículos para la formación de talento humano, cabe expresar que aún se tiene una política de currículo, y la posible enseñanza, pensando desde las disciplinas a enseñar, por lo que se tiene una fuerte propensión a reconocer, a asemejar, tanto al profesor como al estudiante como científicos. Tampoco se han generado políticas concretas o cuestionamientos respecto a incluir la biotecnología en el currículo, como ha ocurrido en otros países: Estados Unidos de América (Brown, *et al*, 1998), Australia (Kidman, 2007); Malasia (Firdaus-Raih, *et al*, 2005) y Hong Kong (Chan y Lui, 2002).

De todas maneras, se puede enunciar que en los 48 artículos analizados son escasos los que hayan investigado a fondo el tema de los contenidos y el currículo ya sea para la formación de futuros profesores de ciencias, para actualizar a los que están en ejercicio o para la enseñanza en el bachillerato. La investigación de Brown, *et al* (1998) es quizá la que más se aproximó a profundizar en el asunto de los contenidos y al currículo; precisamente estos autores al preguntar a profesores de agricultura, tecnología y ciencias, sobre cuáles serían los contenidos que se deberían integrar al currículo y desde qué asignaturas, encuentran que estos coinciden en que el profesor de ciencias es quien debe enseñar la biotecnología en forma integrada con profesores de agricultura, ciencias y educación en tecnología.

Como ya lo he enunciado en análisis anteriores, autores como Zeller (1994); Brown, *et al* (1998) y Chan y Lui (2002) han propuesto contenidos poco coincidentes en cuanto a los temas, entre tanto que otros autores en sentidos diferentes proponen contenidos pero más que nada en la perspectiva de instituir estándares para el aprendizaje de la biotecnología en los grados 9-12 (Scott, *et al*, 2006); como estrategias que se deben seguir para enseñanza y aprendizaje (Kwon y Chang, 2009); por su parte Kidman (2010) propone abrir el debate sobre quiénes deben elaborar el currículo. Otros autores, solamente han expresado la importancia de abordar el currículo y la biotecnología (Wilson, *et al*, 2002; Steele y Aubusson, 2004; Boone, *et al*, 2006; Yarden y Yarden, 2010).

El numeral 5, aborda los lineamientos para el desarrollo de la biotecnología en Colombia, se evidencia que Colciencias (2008) propone “Incluir dentro del currículo de educación básica cursos en biotecnología” (p.258); también hace referencia a la necesidad de evaluar y actualizar el currículo en la educación superior –pregrado y posgrado-. Por lo demás se puede decir que Colciencias (2008) recoge las experiencia de otros países, buscando recoger elementos para la

construcción de lineamientos para nuestro país, por lo que entonces no es extraño que se busque prioritariamente, para el marco de la educación, aplicar encuestas de percepción, actitudes, etc., hacia la biotecnología y sus productos, y propender por realizar la divulgación de estos por diferentes medios de comunicación, por lo que se ha propuesto la acción de “Capacitar a periodistas y comunicadores en temas de biotecnología, con el fin de que informen al público de manera acertada.” (Colciencias, 2008: 258), tabla 1.3.

Cabe resaltar que desde las prioridades de Colciencias (2008) no se avizora la actualización de profesores de ciencias en ejercicio sobre la enseñanza de la biotecnología en Colombia, como tampoco la incorporación de la biotecnología en los programas curriculares de formación profesional de profesores de biología o ciencias. En todo caso es llamativo que se declare la necesidad de capacitar a comunicadores y periodistas, asunto que hay que decir ha sido motivo de interés en otros países, de reflexiones (Maesele, 2009) incluso de investigación a nivel de doctorado (Salleh, 2004).

En cuanto al numeral 6, si bien es cierto que en Colombia los grupos de investigación Bio-Educación; y Línea de Investigación en Biotecnología y Educación, pueden reconocerse como lo que más han abordado la educación en biotecnología, la investigación al respecto tienen mucho camino por recorrer, lo mismo se puede decir para el caso de los autores y países –aunque no se puede asegurar que sean grupos de investigación- que tienen varias publicaciones sobre educación en biotecnología, tabla, 6.7 y 6.9, respectivamente, y de esta las que enfatizan en el profesor, tabla 6.12.

Como se puede entender, en el contexto de los artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en el profesor (n=48) analizados a fondo, el campo de investigación sobre la didáctica y la pedagogía para la enseñanza y el aprendizaje de la biotecnología, y lo que se podría considerar la consecuente inclusión en la formación de futuros profesores de ciencias, y la actualización de los que están en ejercicio, aún se encuentra en una etapa exploratoria. El campo de investigación se encuentra disperso en otros campos como se pudo constatar con las revistas que recaudaron las publicaciones de los artículos, esto tanto para n=181 y n=48.

En este sentido, lo que se puede entrever como enseñanza de la biotecnología en Colombia, en el sentido de ser el profesor de ciencias un profesional de la enseñanza, la entiendo a partir del reconocimiento de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, y de estas el campo de la didáctica de las ciencias, para la formación de los profesores de ciencias y la actualización de los que están en ejercicio, esto desde luego que sin desconocer el seguimiento que en esta tesis he hecho al conocimiento de la biotecnología, la didáctica y la pedagogía, que puedo decir son de naturaleza metadisciplinar. Por lo que entonces el conocimiento del profesor tendría tal característica.

Formar a los profesores de ciencias en la enseñanza de la biotecnología, en la perspectiva de los resultados alcanzados en esta tesis, se torna fundamental para Colombia ya que es reconocido como uno de los países megadiversos del mundo, por lo que entonces el territorio Estado podría diseñar políticas de fondo sobre la investigación en la biotecnología, y la investigación sobre la enseñanza de la biotecnología –esto no es una invitación, desde luego, a reducir la investigación únicamente a

estos conocimiento-, máxime cuando la biotecnología representa un conocimiento paradigmático y puede ser llamativo a los estudiantes lo cual de inicio puede facilitar la enseñanza y el aprendizaje, no empero la complejidad y perplejidad que de fondo tiene, además que en la biotecnología se ciernen varios aspectos de la vida: bioética, biopolítica, biopoder, bioeconomía, ambiente, nutrición, agricultura, salud, industria, investigación, derecho, asunto de alto contenido para el mundo.

Al referente, se denota la necesidad de propender por una visión amplia y crítica de lo que es la biotecnología y lo que significa e implica su enseñanza, lo cual aportaría a superar -por lo que se puede juzgar del estado de las publicaciones sobre los profesores (n=48)- la visión simplista y determinista con la que varios autores investigan al profesor: medición de actitud, creencias, etc., y cambio de estas de ser necesario. Precisamente, al incluir contenidos de la biotecnología en enseñanza en el currículo de ciencias en la educación básica secundaria y media, y en la formación de profesores de ciencias, se debería contemplar los conocimientos que en su conjunto, no obstante la naturaleza variable de los mismos, favorecen su entendimiento.

En términos generales, e infiriendo de lo desarrollado en esta tesis doctoral, la instalación del canon que se observa para la enseñanza como un instrumento para la formación de creencias, percepciones y/o actitudes positivas hacia la biotecnología y sus productos y servicios, han entendido al profesor sin un estatus epistémico específico de su profesión de enseñar, como se ha evidenciado en algunos autores e incluso para Colombia a través de Colciencias (2008) -en el marco de la educación-, han propendido por disponer.

Dado que el campo de investigación de la enseñanza de la biotecnología está todavía por desarrollarse, en Colombia se pueden tener en cuenta los avances que se han alcanzado en cada una de las áreas del *Handbook* de 2012, Fraser, *et al*, de las líneas de investigación propuestas por Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999), y de los *Handbooks* que abordan tópicos específicos, tabla 5.6, y no solo para nuestro país sino para los que tienen interés por enseñar biotecnología.

Se puede decir, que la educación es sine qua non para nuestra especie, posiblemente es la educación la que nos ha hecho permanecer, legar y dominar muchas de las dimensiones de la vida y de lo vivo, el conocimiento es fundamental para la educación, su enseñanza no lo es menos, sin embargo esta ha sido poco o nada reconocida, de allí la condición del estatus de la profesión de enseñar. Avanzar y profundizar en las investigaciones en el énfasis del pensamiento-conocimiento del profesor se torna necesario y fundamental para la formación de estudiantes y -Kant- ciudadanos ilustrados que hacen uso de su entendimiento.

## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y PROYECCIONES**

En el entendido de que el documento avanzó en varios capítulos que propendieron en unos casos por plantear el asunto por devenir en el escrito –objetivos, tesis, preguntas y metodología- y por otra en intentar dar cuenta de lo planteado en estos, las conclusiones serán presentadas a partir del

capítulo II, esto con la intención no perder de vista los desarrollos alcanzados en estos capítulos y lo que implican para esta tesis. En tal sentido, las conclusiones al igual que los capítulos estarán relacionadas. Por último se presentarán las proyecciones que derivan de esta investigación.

### **Capítulo II:**

- La metodología de la teoría fundamentada en los datos constituye un referente adecuado para abordar investigaciones en la que los documentos escritos son la base para la toma de datos. En este sentido, para la construcción y reconstrucción de conocimiento en esta tesis, los libros, capítulos de libros, artículos sobre filosofía, epistemología y sociología de las ciencias, didáctica, pedagogía y educación, así como los artículos sobre educación en biotecnología y de estos los que enfatizaban en el profesor, dieron los enunciados y datos suficientes para desarrollar la investigación.
- El sistema de categoría y subcategorías que emergió de los artículos sobre educación en biotecnología que enfatizaban en el profesor, fueron soportadas en la fundamentación desarrollada en los capítulos I al VI, es decir, estos capítulos dieron el posicionamiento en la tesis y los conocimientos que orientaron la perspectiva de análisis a propósito del sistema de categorías y subcategorías que emergieron de los artículos ya señalados.
- La reflexión epistemológica constante permite realizar preguntas respecto a la relación que como sujeto investigador fui manteniendo con los datos, al igual que con lo que los epistemólogos y filósofos han planteado sobre el quehacer en la investigación y la producción de conocimiento, y los didactas y pedagogos, más que todo, han expresado mediante investigaciones y reflexiones sobre lo que significan la enseñanza, el aprendizaje, el currículo y sus contenidos, entre otras cosas, al igual que la relación enseñanza del profesor, aprendizaje del estudiante y conocimiento enseñado y aprendido. La reflexión epistemológica constante conlleva a la transformación de quien investiga y de lo investigado.

### **Capítulo III:**

- Las explicaciones sobre la epistemología de las ciencias desarrolladas por Kuhn, Feyerabend y Bachelard; y las explicaciones en perspectiva de la antropología y la sociología ofrecidas por Bourdieu y Becher, sobre las disciplinas, campos y territorios, me han permitido inferir lo que se ha manifestado por varios siglos en la pedagogía y la didáctica y lo fundamental que resulta para su miembros –investigadores y/o profesores- que estas se instituyan en un territorio académico propio.
- Los constructos de disciplina y campo, y territorio académico son muy potentes, más que nada en el mundo de la investigación, y de allí hacia el exterior a estos, son precisamente los que ejercen la fuerza para generar las tensiones y presiones, en el interior de cada uno o entre estos, respetivamente. Son lo que propician a través de sus integrantes, la constitución de conocimientos con gramáticas diferentes entre estos, a la vez que su re-evolución.

- Los constructos de disciplina y campo, y territorio académico no solo tienen razón de ser entre las comunidades de académicos sino también de estos con los territorios de los Estados, sobre todo las relaciones que se fragua corresponden a presiones –en teoría, de afuera hacia adentro-, aunque cabe expresar que las presiones también se pueden evidenciar desde interior, por lo menos esto se avizora para la (s) Ciencia (s) de la Educación y la biotecnología.
- Los conocimientos elaborados por varios autores sobre disciplina y campo, y territorio académico, en cuanto a las fuerzas -tensiones, presiones-, capital simbólico, derecho de admisión, objetos de estudio, cultura, autonomía, son equiparables con lo que se dilucida en la didáctica y la pedagogía. La reunión de estas en territorio académico no sería más que responder a la lógica que presenta en la teoría y en la práctica de las comunidades de investigadores
- Los constructos señalados son los referentes estructurales y de organización que me han conducido de manera arriesgada a denominar las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* como territorio académico que conforma unas ciencias que configuran el conocimiento de los profesores profesionales y/o investigadores, y a sus didácticas y pedagogías específicas. Cabe resaltar, que con esto no estoy señalando el camino que han de seguir las didácticas y las pedagogías sencillamente estoy conjeturando en tanto en cuanto a lo conceptualizado sobre los campos, disciplinas y territorios académicos, y al desarrollo que la didáctica de las ciencias en particular ha alcanzado, al igual que por la emergencia de otras didácticas.

#### Capítulo IV

- Las palabras pedagogía y didáctica no siempre han tenido el mismo significado ni sentido, están supeditadas a la historia que le subyace en cada cultura académica incluso del territorio de Estado. La historia deja ver que la pedagogía y didáctica han coexistido en los escritos desde hace por lo menos tres siglos atrás. El resultado de las presiones entre estos campos de investigación, y desde diferentes culturas académicas, ha conducido mayoritariamente a que la didáctica se tienda a entender como un asunto instrumental, y la pedagogía como un puro asunto ideológico que pone en el centro de análisis al sujeto, al ciudadano.
- Las mutaciones que las palabras pedagogía y didáctica han tenido puede obedecer a que tuvo que pasar mucho tiempo para que fueran reconocidas como campos de investigación, lo cual ha tenido mucho que ver con quienes integran el campo y el desdibujamiento que se ha fraguado desde lo que constantemente se denomina Educación o Ciencia (s) de la Educación, en el mejor de los casos, por diferentes disciplinas de conocimiento con objetos de investigación muy disímiles que se encuentran inmersas en esta (s). La carencia de reconocimiento de la didáctica y la pedagogía bajo un territorio académico propio ha conducido a que otros territorios académicos, a parte de la (s) Ciencia (s) de la Educación, las hallan incluido: Ciencias Sociales y Ciencias Humanas.
- Al no ser entendidas, en su conjunto, las didácticas y las pedagogías como ciencias, con su propio territorio académico, sus dependencias a otras ciencias es un hecho. Así como las Ciencias Humanas, Sociales, Naturales, Políticas, etc., han tomado el sustantivo de ciencias en el

sentido de que sean entendidas como un territorio de investigación y de producción de conocimiento bajo el adjetivo que las particulariza, de forma semejante también las didácticas y las pedagogías lo pueden hacer.

- La compartimentación del conocimiento es un artefacto que hemos inventado para poder mejorar la comprensión del mundo no es porque este se presente así. Esto efectivamente hace que pueda haber profesionales y/o investigadores que profundicen en las ciencias o disciplinas y que habiliten la comprensión de fenómenos que no es posible estudiar como un todo sin antes concretarlos en un campo que no se puede negar la posibilidad, una vez esto, de verlo en su complejidad como un todo.
- Lo que he denominado en esta tesis doctoral como *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, comprende: primero, incluye como coexistentes a la pedagogía y a la didáctica; segundo, las pone al mismo nivel de otras ciencias; tercero, los adjetivos de estas ciencias le dan las características a estudiar a investigar; cuarto, este estatuto entiende que todas las didácticas y pedagogías, según sus características, pueden producir sus propias teorías y compartirlas tanto al interior de su territorio académico -aportando a la naturaleza de sus objetos de enseñanza y de investigación sobre estos- como con territorios académicos distinto a este, en ese sentido no todas beben de todas, no existe la prescripción teórica ya que éstas están en constante reelaboración, alcanzado mayor niveles de perfección en tanto ayudan a comprender y a mejorar la práctica que a su vez produce teoría para poner también en la práctica.
- Es posible que a la didáctica del arte, de la música, del inglés, del francés, de la biotecnología, la biología, la física y la químicas, entre otras, les corresponda una epistemología que las torne diferentes entre sí, lo cual no quiere decir que no puedan dialogar, coexistir en sus epistemologías, metodologías, teorías y conceptos. Puede que no coincidan entre ellas con sus objetos de enseñanza y de investigación, en el conocimiento que tienen como investigación y enseñanza, pero puede compartir su capital simbólico y reconocerse como disciplinas en un territorio común que puede crecer tanto en la teoría como en la práctica con sus profesionales de la enseñanza.
- Las áreas (Fraser, *et al*, 2012) y las líneas de investigación propuestas por Porlán (1998) y Gil, *et al* (1999), además de los cientos de revistas que publican artículos sobre didáctica, pedagogía, educación, el crecimiento de la comunidad de investigadores, la formación pre y postgradual, entre otros aspectos, dejan entender la consolidación de un territorio académico de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* con una extensa producción de capital simbólico.
- Las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* pueden aportar a un mayor reconocimiento de sus objetos de estudio –enseñanza, aprendizaje, y otros derivados-, sujetos de investigación – profesores, estudiantes, ciudadanos- e investigadores con un conocimiento especializado devenido de sus propias investigaciones. Lo que tiene que ver con reconocimiento de una comunidad académica -profesores y/o investigadores- que en sí pueden entrar a debatir de manera mucho más cercana a referentes teóricos y conceptuales que redundan en la comprensión, interpretación y explicación de sus objetos y sujetos de estudio. Estas ciencias

pueden conducir hacia una mayor identidad de los profesores y/o investigadores hacia su profesión, a la vez que favorecería tener más autonomía respecto a otros territorios académicos – Ciencias Sociales, Ciencias Humanas, Ciencia (s) de la Educación- y el territorio de Estado.

- Ni la investigación ni la enseñanza en el territorio académico de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* responden al determinismo del conocimiento de las ciencias duras, ni se reducen a un solo método universal, como Comenio quiso plasmar en su *Didáctica Magna*, todo lo contrario lo característico del territorio es el metaconocimiento. Es en estas ciencias en donde convego se fundamenta el conocimiento del profesor -de ciencias-.

## Capítulo V

- Autores como Porlán (1998); Gil, *et al* (1999) y Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), desde la década de los noventa han puesto de relieve la emergencia de la didáctica de las ciencias como campo de investigación, reconocieron, entre otras cosas, que este campo había tenido avances en cuanto a la conformación de una comunidad académica con producción de conocimiento publicado en revistas especializada, y organización de programas de formación profesional pre y postgraduales. Sin embargo, es esencial enfatizar que este campo es el que daría identidad a los profesores de ciencias profesionales de la enseñanza, la gramática y discurso específico a estos y a los investigadores del campo.
- En la revisión realizada, no es evidente que quienes han reconocido en sus publicaciones a la didáctica de las ciencias como disciplina hayan reconocido a la *Didáctica magna* de Comenio como parte de los antecedentes que darían cuenta de esta didáctica específica. La didáctica de las ciencias en conjunto con otras didácticas y pedagogías, estarían contenidas en las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*. Así también, reconozco que coexisten en estas ciencias otras disciplinas: filosofía, epistemología, antropología, psicología, sociología, historia, entre otras.
- Tradicionalmente, se ha solido pensar que las profesiones no devienen de las disciplinas, y que en consecuencias sus profesionales no las representan, tampoco investigan, no empero, de indilgar a las profesiones por naturaleza un conocimiento especializado. No existe una definición compartida sobre lo que es una profesión, tampoco se puede asegura que todas las profesiones tengan una disciplina que les legitime sus conocimiento especializado.
- Para que el enseñar sea considerado una profesión es *sine qua non* formar a los profesores en un conocimiento especializado que responda a la realidad de su quehacer profesional, que los edifique con la gramática y discursos en un territorio académico inherente a los objetos de enseñanza y de investigación.
- Lo que caracterizaría el conocimiento de las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas* es su naturaleza metadisciplinar, no solamente por pluralidad de disciplinas teóricas que convergen e instituyen a estas ciencias, sino también porque, precisamente, la práctica profesional del profesor deviene sistémica y compleja. Varios autores han declarado como metaconocimiento al conocimiento y práctica del profesor.



- Se ha buscado llevar o equiparar el hacer en la producción del conocimiento en las disciplinas al hacer en la enseñanza del conocimiento, asunto que ya ha mostrado un quiebre dado que el conocimiento a enseñar –aparentemente el de la disciplina a enseñar- no es el mismo conocimiento que se enseña. Es decir, el conocimiento del profesor no es el mismo de los contenidos de la disciplina que se enseña, si bien el conocimiento que se enseña tiene necesariamente relación con dicha disciplina, lo que se enseña tiene características que atienden a la didáctica y a la pedagogía como disciplinas.
- El constructo metaconocimiento responde al campo práctico de la enseñanza y al de producción de conocimiento sobre la enseñanza, aprendizaje, currículo, evaluación, ideas previas, ente otros, que en su conjunto tiene que ver con el conocimiento profesional del profesor. La fundición epistemológica y ontológica confluye en los objetos tanto en la investigación como en la acción profesional de la enseñanza.
- Las tendencias de investigación identificadas en esta tesis sobre el pensamiento-conocimiento del profesor de ciencias, tabla 5.11, sobre todo las del “Conocimiento pedagógico del contenido”; Epistemología antropológica: transposición didáctica”; “Práctica, investigación y reflexión del profesor”; y “Evolución del conocimiento del profesor: del mayoritario al deseable (hipótesis de progresión)- representan avances sustanciales para la interpretación y comprensión de la naturaleza del conocimiento profesional del profesor.
- Se pueden encontrar varias tendencias de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor, cada una con mayor o menor énfasis en el conocimiento disciplinar a enseñar, pedagógico, práctico, experiencial y contextual para plantear una postura sobre lo que se debe entender por conocimiento o saber profesional, su desarrollo y puesta en práctica en la educación.

## Capítulo VI

- La biotecnología representa un cambio de paradigma que tiene incidencia en muchas dimensiones de la vida precisamente por lo que implica tener como objeto o sujeto de investigación a lo vivo, y la aplicación de los resultados para su reproducción en masa en el marco de las economías de los Territorios de Estado.
- La epistemología de la biotecnología, se puede decir, se caracteriza por la coexistencia de epistemologías de varias disciplinas de conocimiento muy cercanas a la investigación del material genético que convergen en el campo de la biotecnología, al igual que de otras disciplinas que no tienen como objeto directo lo vivo sino las implicaciones o aplicaciones de la vida: derecho, economía, política, mercadeo, estadística, ambiente, medicina, agricultura. La biotecnología más que ser un campo productor de conocimiento es el lugar al cual llegan conocimientos de la biología molecular, la genética, la ingeniería genética, la bioquímica, entre otras, al igual que de donde surgen posibilidades para que otras disciplinas se impliquen. Esto hace pensar que la naturaleza del conocimiento biotecnológico es metadisciplinar.

- Es posible declarar que la biotecnología es un campo receptor –académico y económico a la vez, esta puede ser su naturaleza- de conocimientos de varias disciplinas de investigación a la vez que representante de los productos y servicios que son objetivo de negocio que alcanzan gran expansión en diversos sectores.
- La biotecnología *per se* no tiene como objetos de investigación a la enseñanza y el aprendizaje, aunque puede tener interés en las actitudes de estudiantes, profesores y público en general hacia sus productos o aplicaciones. No obstante, como ha ocurrido a lo largo de la historia ciertos avances en la investigación en la física, química, biología, sociología, la misma historia, han sido introducidos como contenidos en las escuelas y universidades desde donde muchas veces se ha cuestionado su razón de ser en cuanto a la educación, el aprendizaje, la enseñanza, y los materiales para las mismas. Es decir, suelen ser la universidades y escuelas, los lugares desde donde se problematiza lo anterior, no obstante de estar presas, en función de formar bajo los cánones de las disciplinas de donde proceden los conocimientos producto de las investigaciones, no precisamente de la didáctica y la pedagogía.
- Por la amplitud, extensión del conocimiento biotecnológico es muy difícil encontrar una definición, más bien se evidencia una pluralidad de conceptualizaciones que se han elaborado según los intereses de quién o quiénes las establecen.
- Siendo la biología la ciencia que tiene por objeto lo vivo, derivando de esta múltiples disciplinas de investigación, la biotecnología tendría la condición de ser una de tales disciplinas, solo que se particularizaría por no ser la que propiamente tiene un objeto de investigación dentro de las posibilidades de lo vivo –bacteria, hongos, etc.- sino más bien por recaudar los conocimientos producidos por varias disciplinas -biología molecular, bioquímica, etc.- que tienen como objeto de estudio el material genético.
- Desde la primera publicación sobre educación en biotecnología en la década de 1980 hasta inicios de los noventa las publicaciones fueron escasas, no obstante, después el número de publicaciones han aumentado de manera significativa en variedad de revistas y en algunos países. En esta investigación se encontró que el primer artículo de educación en biotecnología con énfasis en el profesor se publicó a mediados de la década de 1990, momento desde el cual también se evidencia un aumento en las publicaciones de artículos al referente. No obstante, la cantidad de artículos sobre los profesores –n=48- es menor en relación a los 133 restantes de los 181 artículos seleccionados en esta investigación.
- La falta de inclusión de los contenidos de la biotecnología moderna en los programas de formación de profesores y de allí a los colegios, se puede inferir, se debe al acelerado crecimiento del conocimiento para el campo de la biotecnología, ante la cual, se puede declarar, la didáctica y la pedagogía están rezagadas.
- Pero más que nada es indispensable pensar, además de la integralidad, en la metadisciplinariedad, no solo de la biotecnología *per se* sino también en el metaconocimiento

didáctico y pedagógico de la biotecnología en la formación de los futuros profesores de ciencias que ejercerán ya no en la teoría de la biotecnología sino en la teoría y práctica de su enseñanza.

- Me atrevo a decir que los 48 artículos analizados aquí tienden a equiparar el conocimiento del profesor de biología al de la tecnología y otras disciplinas, por lo que se suele aplicar el mismo instrumento, a no distinguir el campo de formación y de enseñanza del profesor, incluso muchas veces esto mismo ocurre al asemejar el conocimiento del profesor al de los estudiantes.
- Las investigaciones sobre los profesores en el contexto de la educación en biotecnología tienen un fuerte sesgo en la metodología cuantitativa, menos en la cualitativa y la mixta. Lo cual tiene mucho que ver con el tipo de conocimiento que se produce: con los niveles de profundización y con la manera como se entiende al profesor, sobre todo desde el conocimiento la biotecnología *per se*.
- Los análisis presentados sobre el comportamiento de las investigaciones sobre la educación en biotecnología –n=181- son una primera aproximación, en tanto que las que hacen énfasis en el profesor –n=48- representan una profundización en los contenidos, lo cual ha permitido poner a prueba como la producción de conocimiento al respecto del profesor está dispersa en varias disciplinas y revistas que soportan conocimientos muchas veces distantes a los de la educación, muchos más con los de la didáctica y la pedagogía.
- Las investigaciones han arrojado que los profesores en ejercicio y los profesores en formación inicial tienen escasos conocimientos de la biotecnología, no obstante, estos últimos, a decir de algunos autores, pueden tener niveles más altos que los que están en ejercicio.
- En algunos de los análisis 48 artículos, los contenidos a incluir en los currículos de ciencias no se encuentran definidos, estandarizados, estos están supeditados a los acuerdos a los que se lleguen, en un país o en grupos de interesados que participan de una investigación.
- A la luz de los 48 artículos analizados sobre educación en biotecnología que enfatizan en el profesor, se puede decir que no se evidencia el analizar las características y posible naturaleza de sus conocimientos, a excepción de 4 artículos que lo abordan desde el CPC. A decir por los nombres de las revistas en los que se han realizado las publicaciones de estos artículos, se puede comprender la ambigüedad y extensión que se ha expresado sobre el profesor frente a los posibles campos de investigación que recaudan el capital simbólico.
- Pensar en el conocimiento profesional didáctico del profesor en las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, en particular en la didáctica de las ciencias, puede representar el establecer un territorio académico –distinto al de la (s) Ciencia (s) de la Educación, en la que concurren varias disciplinas y profesionales: políticos y economistas, por no decir que todas las disciplinas para tomar decisiones sobre la educación- que no ponga al servicio del territorio de Estado la enseñanza y el aprendizaje, en este caso el de la biotecnología.

- En Colombia no se evidencia artículos de investigación sobre el conocimiento, actitudes, creencias o percepciones sobre los profesores en ningún de las disciplinas de enseñanza. En los estándares curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental no son explícitos los relacionados con la enseñanza de la biotecnología.

### Proyecciones

- Realizar el análisis profundo a los 143 artículos restantes que no tiene como sujetos y problema de investigación al profesor. El sistema de categorías elaborado para el análisis en esa investigación a los 48 artículos puede ser contribuir a la sistematización de datos.
- Desarrollar investigaciones de la didáctica y pedagogía de la biotecnología, por lo menos en las siguientes perspectivas (Roa y Valbuena, 2012), a saber:
  - Epistemología de la biotecnología e implicaciones didácticas.
  - Formación inicial y en ejercicio de profesores de ciencias para la enseñanza de la biotecnología.
  - Relaciones entre la didáctica de las ciencias y la enseñanza de la biotecnología.
  - El conocimiento didáctico del contenido biotecnológico.
  - El conocimiento escolar de la biotecnología.
  - La antropología didáctica como fundamento para la educación y enseñanza de la biotecnología.
  - Implicaciones bioéticas de la educación en biotecnología.
  - El papel de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la biotecnología.
  - Las implicaciones biopolíticas de la educación en biotecnología.
  - Didáctica, capitalismo y formación ciudadana.” (p. 1654)
- Se encuentra fundamental adelantar investigaciones de corte cualitativo y/o cuantitativo, pero sobre todo del primero, sobre las enseñanza, currículo, resolución de problemas, etc., de la biotecnología en profesores en ejercicio y en formación inicial.
- Proyectar currículos en la formación de profesores de biología, atendiendo a las *Ciencias Didácticas y Pedagógicas*, que incluyan contenidos de enseñanza de la biotecnología desde la didáctica y pedagogía, sin dejar de incluir los campos de la filosofía, economía, sociología, epistemología general y la específica a la biotecnología, lo cual puede contribuir a mejorar el conocimiento del profesores para la enseñanza de la biotecnología.
- Se denota como fundamental para Colombia incluir en el currículo de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la educación secundaria y media contenido de biotecnología en los cuales se tengan en cuenta los aspectos de la bioética, biopolítica, bioeconomía, filosofía, historia y epistemología.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abell, S. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10), August, 1405–1416.
- Abell, S. y Lederman, N. (Editors.). (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abrams, P. (1993). Analyzing biotech's past, present, and future, *Bio/Technology*, 11, 450-451.
- Acevedo, J. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.
- Acevedo, J. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 164-189.
- Acevedo, J; Vázquez, Á; Martín, M; Oliva, J, Acevedo, P; Paixão, F y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 121-140.
- Adúriz-Bravo, A e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (3).
- Adúriz-Bravo, A e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, número especial 1, 40-49.
- Adúriz-Bravo, A; Izquierdo, M y Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 465-476.
- Adúriz-Bravo, A; Labarca, M; y Lombardi, O. (2014). Una noción de modelo útil para la formación del profesorado de química. En: Merino, C; Arellano, M; y Adúriz-Bravo, A. (Editores). *Avances en didáctica de la química: Modelos y lenguajes*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pp. 13-36.
- Aguayo, C. (2007). *Las profesiones modernas: Dilemas del conocimiento y del poder*. Argentina: Espacio Editorial.
- Aguilar, T. (2009). Biosemiótica, memética y arte transgénico. *Éndoxa: Series Filosóficas*, 23, 359-374.
- Aliberas, J.; Gutiérrez, R. y M. Izquierdo (1989). La didáctica de las ciencias: Una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 227–280.
- Almonacid, R. (2014). Colombia busca ser en 2025 líder mundial de biotecnología. En: <http://colombia-inn.com.co/colombia-busca-ser-en-2025-lider-mundial-de-biotecnologia/>
- Altet, M; Paquay, L y Perrenoud, P. (2007). *La formación de profesionales de la enseñanza*. España: Díada.
- Álvarez-Villareal, L. (2009). Reseña de "Vigilar y castigar. El nacimiento de la prisión" de Michel Foucault. *Díkaion*, 23 (18) 363-367.

Andelique, C. M. (2011). La Didáctica de la Historia y la formación docente: ¿Qué profesor de historia necesitan las escuelas? *Clío & Asociados* (15) 56-269.

Aramendis R.H. (Editor). (1999). *Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas*. Organización de Estados Americanos. Colciencias. Bogotá, Colombia.

Arbeláez, E. (2013). Describiendo especies: un panorama de la Biodiversidad colombiana en el ámbito mundial. *Acta Biológica Colombiana*, 18 (1), 165–178.

Ariza, Y y Adúriz-Bravo, A. (2012). La “Nueva filosofía de la ciencia” y la “concepción semántica de las teorías científicas” en la didáctica de las ciencias naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática*, 2 (2), 81-92.

Artunduaga, R. (1999). Definiciones en el protocolo de bioseguridad y aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo. En: Aramendis, R. (Editor). *Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas*. OEA. Colciencias. Pp. 3-7.

Asprelli, M. (2011). *La didáctica en la formación docente*. Argentina: Ediciones HomoSapiens.

Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*. Sevilla: Díada Editora.

Atkinson, P. (2005) “Qualitative Research - Unity and Diversity”, Forum: Qualitative Social Research 6 (3). En: [www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-05/05-3-26-e.htm](http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/3-05/05-3-26-e.htm)

Ávila, R. (2002). Las relaciones entre la educación y la cultura en Pierre Bourdieu. *Revista Colombiana de Sociología*, 7 (1), 9-26.

Aycardi, E. (1986). Alcance, desarrollo y perspectivas de la Biotecnología en el país. Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 4 (4), 28-29.

Aziz, A; Tegegne, F; and Wiemers, R. (2009). Benefits of hands-on biotechnology training workshops for secondary school educators and college students. *Journal of Biotech Research*, 1, 72-79.

Aznar, V. (2000). ¿Qué conocemos sobre la Biotecnología? *Alambique Didáctica de la Ciencias Experimentales*, 25, 9-14.

Bachelard, G. (2009). *La filosofía del no. Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu científico*. Buenos Aires-Madrid: Amorrortu Editores.

Bachelard, G. (2010). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.

Ball, S. (1994). (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata.

Ball, S. (1994). Presentación de Michael Foucault. En: Ball, S. *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata.

Banks, F; Leach, J y Moon, B. (2005). Extract from New understandings of teachers’ pedagogic knowledg. *The Curriculum Journal*, 16 (3), 331–340.

Barahona, A. (2004). Ingeniería genética: Origen y desarrollo. En: Muñoz, J. (coordinador). *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*. México: Siglo XXI Editores. Pp 9-27.

Barco, Susana (1989). Estado actual de la pedagogía y la didáctica. *Revista Argentina de Educación. AGCE*. Año VII, 12.

Barrio, J y Fernández, J. (2007). La pedagogía urbana como experiencia educativa en adultos. *Pulso*, 30, 171-190.

Becher, T. (2001). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Berliner, D and Calfee, R. (Editor). (1996). *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan.

Bisang, R; Campi, M; y Cesa, V. (2009). *Biotecnología y desarrollo*. Colección Documentos de Proyectos CEPAL, Santiago de Chile.

Bloom, B; Hastings, J and Madaus, G. (Editors). (1971). *Handbook of formative and summative evaluation of student learning*. London: McGraw-Hill.

Bolaños, P; Pulido, M; García, Y y Roa, R. (2003). Investigaciones escolares de Biotecnología en educación media, una forma de integrar ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extra, 189-191.

Boone, H; Gartin, S; Boone, D and Hughes, J. (2006). Modernizing the agricultural education curriculum: An analysis of agricultural education teachers' attitudes, knowledge, and understanding of biotechnology. *Journal of Agricultural Education*, 47 (1), 78-89.

Borrás, J. (1836). *Diccionario Citador de Máximas, Proverbios, Frases Y Sentencias: Escogidas de Los Autores Clásicos Latinos, Francese, Inglese É Italianos*. Barcelona: Editorial Maxtor. En:

<http://books.google.com.co/books?id=qUkXAAAAYAAJ&pg=PA347&lpg=PA347&dq=similis+simili+gaudet&source=bl&ots=UJw4-Bqw8&sig=bpQxGoeITu CZr6JPF64N8bHTjZo&hl=es&sa=X&ei=czHFU8CaDYbJsQS35ILYCg&ved=0CCkQ6AEwAjgK#v=onepage&q=similis%20simili%20gaudet&f=false>

Bossolan, N; Da Silva and Beltramini, L. (2010). Continuing education in structural biology for science teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3145–3149.

Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y la reflexividad*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Braun, R and Moses, V. (2004). A public policy on biotechnology education: What might be relevant and effective? *Current Opinion in Biotechnology*, 15, 246–249.

Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 19-29.

Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. In: Biehler, R; Scholz, R; SträBer, R and Winkelman, B. (Editors). *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline: The state of the art*. Dordrecht: Kluwer Academic Pb. Pp



73-88.

- Brousseau, G. (1993). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. En Sánchez, E. y Zubieta, G. (comps.) *Lecturas en didáctica de las matemáticas* (págs. 1-67). DME Cinvestav-IPN, México. Original en *Recherches en Didactique des Mathématiques*. (1986), 7 (2), 33-115.
- Brown, D; Kemp, M and Hall, J. (1998). On teaching biotechnology in Kentucky. *Journal of Industrial Teacher Education*, 35 (4), 44-60.
- Bud R (2003). History of biotechnology. *Encyclopaedia of life sciences. Nature*, 1-6.
- Bud R. (1993). *The Uses of Life: A History of Biotechnology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bud, R. (1989a): History of biotechnology. *Nature* (London), 387, 10.
- Bud, R. (1989b). Janus-faced biotechnology: an historical perspective. *TIBTECH*, 7, 230–233
- Bud, R. (1991). Biotechnology in the twentieth century. *Social Studies of Science*, 21 (3), 415-457.
- Buitrago, G, *et al.* (2007). La biotecnología: “un juguete” preferido en la educación, una visión de Grupo de investigación Bio-educación. *Revista Colombiana de Biotecnología*, IX (2), 72-78.
- Bunge, M. (1968). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Bustamante, G. (2013). De una ambigüedad (productiva) en el concepto de ‘ campo’ . En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía*. Nro 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 13-38.
- Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J. (2006). Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en ciencia y tecnología. El caso de la biotecnología. *Revista Eureka*, 3 (3), 349-368.
- Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J. (2005). Controversias y dilemas en el aula. El caso de la biotecnología. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra.
- Calvo, F. (2009-2010). La ciencia y la didáctica de la geografía: investigación geográfica y enseñanza escolar. *Cuestiones Pedagógicas*, 20, 269-282.
- Camelo, L; García, Y; y Roa, R. (2009). Propuestas desarrolladas en la enseñanza de la biotecnología en Bogotá: recopilación de resultados. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*. Número extraordinario. 4º Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 613-617
- Camilloni, A. (1994). Epistemología de la didáctica de las ciencias sociales. En: Aisenberg, B. y Alderoqui S. (compiladora). *Didáctica de las Ciencias Sociales. Aportes y Reflexiones*. Buenos Aires. Paidós.
- Camilloni, A. (1997). De herencias, deudas y legados. Una introducción a las corrientes actuales de la didáctica. En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 17-39.
- Camilloni, A. (1998), El sujeto en el discurso didáctico. *Revista Praxis Educativa*, 3 (3), 27-32.
- Camilloni, A. (2008). El sujeto del discurso didáctico. En Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El*

*saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 61-70.

Camilloni, A. (2008). Los profesores y el saber didáctico. En: Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 41-60.

Camilloni, A; Cols, E; Basabe, L; y Feeney, S. (2008). *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós.

Cano, C. (2009). La dominación alimentaria de la política monetaria, biotecnología y política de tierras. *Borradores de economía*, 568, 1-17.

Cantera, J. (2005). *Diccionario Akal del Refranero latino*. España: Ediciones Akal, S.A. En: [http://books.google.com.co/books?id=xll5lkkwNIOc&pg=PA218&lpg=PA218&dq=similis+simili+gaudet+significato&source=bl&ots=IGi86iCxW6&sig=\\_5rGhpEnC99gKEmeq9UGssNOJio&hl=es&sa=X&ei=WC\\_FU\\_XJBqbIsASun4DoCg&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q=similis%20simili%20gaudet%20significato&f=false](http://books.google.com.co/books?id=xll5lkkwNIOc&pg=PA218&lpg=PA218&dq=similis+simili+gaudet+significato&source=bl&ots=IGi86iCxW6&sig=_5rGhpEnC99gKEmeq9UGssNOJio&hl=es&sa=X&ei=WC_FU_XJBqbIsASun4DoCg&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q=similis%20simili%20gaudet%20significato&f=false)

Caro, M. (2008). Biotecnología aplicada Un logro del Grupo BIOSEC. *Revista Colombiana de Biotecnología*, X (2), 129-132.

Castellanos, O; Jiménez, C y Montañez, V. (2006). Generación de política pública en biotecnología a partir de un modelo de inteligencia tecnológica. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*. Bogotá: OEI - AECI

Castellanos, O; Salcedo, L y Grevechova, R. (1996). Importancia del factor educacional en el desarrollo sostenido de la Biotecnología. *Revista Estudios en Pedagogía*, 9 (2), 50-65.

Castiel, L y Sanz, J. (2006). Pruebas genéticas predictivas y percepción de riesgo. Apuntes para la comunicación pública de contenidos sobre biotecnología. *Salud Colectiva*, 2 (2), 161-172.

Cepal y Caf (2003). *Posibilidades de la biotecnología para el uso sostenible de los recursos de biodiversidad en la región andina: recomendaciones y directrices estratégicas*. Santiago, Chile. Caracas, Venezuela.

Chabalengula, VM; Mumba, F and Chitiyo, J. (2011). American elementary education preservice teachers' attitudes towards biotechnology processes. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (4), 341-357.

Chan, S and Lui, C. (2002). Teachers' perception of biotechnology and its implication on science curriculum development. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development*, 5 (1), 139-166.

Charlier, E. (2012). Cómo formar maestro profesionales. Por una formación continua vinculada con la práctica. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 139-3169.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1989). On didactic transposition theory: Some introductory notes. Paper presented at the International symposium on selected domains of research and development in mathematics education, proceedings pp. 51-62, Bratislava, Slovakia. En: [http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=122](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=122)

- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Chinn, P. (2012). Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors). *Second International Handbook of Science Education*. Springer. Pp 323-334.
- Clandinin, D. (1985). Personal Practical Knowledge: A Study of Teachers' Classroom Images. *Curriculum Inquiry*, 15 (4), 361-385.
- Clark, C y Peterson, P. (1997). Procesos de pensamiento de los profesores. En: Wittrock, M. (Editor). *La investigación de la enseñanza III. Enfoques, teorías y métodos*. España: Ediciones Paidós Ibérica. Pp. 443-539.
- Claros, G. (2003). Aproximación histórica a la biología molecular a través de sus protagonistas, los conceptos y la terminología fundamental. *Revista Panace@*, 4 (12), 168-179.
- Clive, J. (2014). *Estado global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2014*. ISAAA. En: [http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech\\_booklets/top\\_10\\_facts/download/Top%2010%20Facts%20Booklet.pdf](http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_booklets/top_10_facts/download/Top%2010%20Facts%20Booklet.pdf)
- Cochran-Smith, M y Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24, 249-305.
- Cochran-Smith, M; Feiman-Nemser, S and McIntyre, D. (Editors). (2008). *Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts* (3rd ed.). New York: Routledge.
- Coffey, A y Atkinson, P. (2003). *Encontrar sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Colciencias. (2008). *La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015*. Bogotá, Colombia.
- Coleman, W. (2002). *La biología del siglo XIX. Problemas de forma, función y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Colom, A y Sureda, J. (1989). El entorno social de la Pedagogía Ambiental. *Educació i Cultura: Revista Mallorquina de Pedagogia*, 7, 195-223.
- Cols, E. (2008). Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo. En: Camilloni, A; Cols, E y Feeney, S. *El saber didáctico*. Buenos Aires: Paidós. Pp. 71-124.
- Comenio, A. (2010). *Didáctica magna*. Argentina, México: Editorial Porrúa.
- Contreras, J (2001). *La autonomía del profesorado*. Madrid: Morata.
- Contreras, J. (1996). Teoría y práctica docente. *Cuadernos de Pedagogía*, 253, 92-99.
- Cuauhtli, H. (1962). *Manual de historia de la educación*. México
- Cura, R. (2011). La filosofía educativa de Juan Luis Vives. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Argentina, Facultad de Filosofía y Letras. En: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/filosofia-educativa-juan-luis-vives.pdf>
- Darçin, E and Güven, T. (2008). Development of an attitude measure oriented to biotechnology for

- the pre-service science teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 5 (3), 72-81.
- Darçin, E and Türkmen, L. (2006). A study of prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues. *Asi-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7 (2).
- Darçin, E. (2011). Turkish pre-service science teachers' knowledge and attitude towards application areas of biotechnology. *Scientific Research and Essays*, 6 (5), 1013-1019.
- DaSilva, E. (2004). Art, biotechnology and the culture of peace. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (2), 130-166.
- Davini M. (2004). Conflictos en la evolución de la didáctica. La demarcación entre la didáctica general y las didácticas especiales. En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp. 41-73.
- Dawson, V and Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes, *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12.
- Dawson, V and Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12.
- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37, 59–73.
- Dawson, V and Venville, G. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: an indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31 (11), 1421–1445.
- De Longhi, A. (2001). ¿Cuáles son los principales cambios en la didáctica de la biología en los últimos años? Memorias: *V Jornadas Nacionales de Biología*. Misiones. Argentina, 75-80.
- De Zubiria, M y De Zubiria, J. (1986). *Fundamentos de pedagogía conceptual*. Bogotá: Editorial Presencia.
- Delval, J. (1991). *Los fines de la educación*. Madrid: Siglo XXI.
- Denzin, N y Lincoln, Y. (1994). "Introduction: Entering the Field of Qualitative Research" En Denzin, N y Lincoln (editors). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage. [Traducido por Mario E. Perrone].
- Díaz, A. (2005). *Bio... ¿Qué? Biotecnología, el futuro llegó hace rato*. Argentina: Siglo XXI. Editores Argentina S.A. y Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Díaz, A. (2010). *La revolución silenciosa. Biotecnología y vida cotidiana*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Díaz-Barriga, Á. (1988). La formación del pedagogo. Un acercamiento al tratamiento de los temas didácticos en el plan de estudios. *Revista cuadernos del CESU*, 9, 11-21.
- Díaz-Barriga, Á. (1995). *Didáctica, aportes para una polémica*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A.
- Díaz-Barriga, Á. (1998). La investigación en el campo de la didáctica. Modelos históricos. *Perfiles*

*Educativos*, 80, 1-23.

Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. España: Biblioteca Buridán.

Dilthey, W. (1965). *Historia de la pedagogía*. Buenos Aires: Losada.

Dori, Y; Tal, R and Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies –Can we improve higher order thinking skills of nonscience majors? *Science Education*, 87 (6), 767-793.

Duarte, P; Noguera, A y Martínez, M. (2012). Prácticas innovadoras para la incorporación de la enseñanza de la biotecnología en el aula. *Memorias: X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 989-992.

Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (1), 3-15.

Dunham, T; Wells, J and White, K. (2002). Biotechnology education: a multiple instructional strategies approach. *Journal of Technology Education*, 14 (1), 65-81.

Eco, U. (2001). *Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Edelstein, G. (1996). “Un capítulo pendiente: el método en el debate didáctico contemporáneo” En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 75–90.

Edmondston, J; Dawson, V and Schibeci, R. (2010). Undergraduate biotechnology students views of science communication. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2451–2474.

Elbaz, F. (1981). The Teacher's "Practical Knowledge": Report of a Case Study. *Curriculum Inquiry*, 11 (1), 43-71.

Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanauskas, V; Uşak, M and Prokop, P. (2012). Assessment of preservice teachers' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A cross-cultural comparison. *Journal of Baltic Science Education*, 11 (1), 78-93.

Erdoğan, M; Özel, M; Uşak, M and Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university student biotechnology attitude. *Journal of Science Education and Technology*, 18 (3), 255- 264.

Ereky, K. (1918b). Biotechnológia. *MMÉE Közlöny, Budapest*, 52 (41), 337–339.

Espinet, M; Izquierdo, M and Garcia-Pujol, C. (2013). Can a Spanish science education journal become international? the case of Enseñanza de las Ciencias. *Cultural Studies of Science Education*, 10 (4), 1017-1031.

Estany, A e Izquierdo, M. (2001). Didactología: una ciencia de diseño. *Éndoxa*, 14, 13-33.

Falk, H; Brill, G and Yarden, A. (2008). Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1841-1866.

Fári, M and Kralovánszky, U. (2006). The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky.

*International Journal of Horticultural Science*, 12 (1), 9–12.

Fenstermacher, G. (1994). The Knower and the Known: The Nature of Knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education*, 3-56.

Fernández, J. (2001). Elementos que consolidan al concepto profesión. Notas para su reflexión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3 (1), 23-39.

Fernández, Pérez. M. (2000). *La profesionalización del docente. Perfeccionamiento, investigación en el aula, análisis de la práctica*. México: Siglo Veintiuno Editores.

Ferrández, A. (1990). Didáctica general y didácticas especiales. *Educar*, 17, 9-36.

Feyerabend, P. (2008). *Adiós a la razón*. Madrid: Editorial Tecnos.

Feyerabend, P. (2010). *Tratado contra el método*. Madrid: Editorial Tecnos.

Finol De Navarro, T y Nava De Villalobos, H. (1996). *Procesos y Productos de la Investigación Documental*. Venezuela: Editorial de La Universidad del Zulia.

Firdaus-Raih, M, *et al.* (2005). A nationwide biotechnology outreach and awareness program for Malaysian high schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 8 (1), 9-15.

Fischer, H; Borowski, A and Tepner, O. (2012). Professional Knowledge of Science Teachers. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors). *Second International Handbook of Science Education*. Springer. Pp 435-448.

Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

Flores, R. (2013). Diálogos entre la pedagogía y la educación ambiental. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 7 (1), 95-107.

Fonseca, M; Costa, P; Lencastre, L and Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teaching and Teacher Education*, 28, 368-381.

Foucault, M. (2008). *Nacimiento de la biopolítica*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Foucault, M. (1975). *El orden del discurso*. Barcelona: Tusquets.

Foucault, M. (2002). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Argentina: Siglo XXI editores.

Foucault, M. (2010a). *La arqueología del saber*. México: Siglo XXI Editores.

Foucault, M. (2010b). *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*. México: Siglo XXI Editores

Fourez, G. (2006). *La construcción del conocimiento científico. Sociología y ética de la ciencia*. Madrid: Narcea.

France B and Bay, J. (2010). Questions students ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom. *International Journal of Science Education*, 32 (2), 173–194.

France, B. (2000). Biotechnology teaching models: What is their role in technology education? *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1027- 1039.

- France, V. (2007). Location, location, location: Positioning biotechnology education for the 21st century. *Studies in Science Education*, 43, 88- 122.
- Fraser, B, and Tobin, K. (Editors). (1998). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editors). (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Springer.
- Freidson, E. (2001). La teoría de las profesiones estado de arte. *Perfiles Educativo*, 23, (093), 28-43.
- Freinet, C. (2001). *Pedagogía y emancipación*. Barcelona: Laia.
- Freire, P. (1989). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI Editores
- Fukuyama, F. (2003). *El fin del hombre. Consecuencias de la revolución biotecnológica*. Barcelona, España: Ediciones B.
- Gabel, D. (Editors). (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: MacMillan Pub Co.
- Galagovsky, L. (2010). ¿Por qué didáctica de la ciencias naturales? En Galagovsky, L. (Coordinadora). *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires Argentina: Lugar Editorial. Pp. 203-210.
- García, E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada Editores.
- García-Carmona, A. (2009). Investigaciones en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3 (2), 369-375.
- Garritz, A and Velázquez, P. (2009). Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer s conceptual profile. *Proceedings of the NARST Annual Meeting*, 1-18.
- Garritz, A; Daza, S y Lorenzo, M. (2015). Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana. *Educación Química*, 26 (1), 66-70.
- Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18/1 (52), 7-33.
- Gelamdin, R; Alias, N and Attaran, M. (2013). Students' and teachers' perspectives on biotechnology education: A Review On Publications In Selected Journals. *Life Science Journal*, 10 (1), 1210-1221.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. In: Gess-Newsome, S. and Lederman, N. (Editors.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. Pp. 3-17.
- Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Editors). (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

- Giere, R. (1992). *La explicación en la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Gil, D. (1982). El profesorado y la investigación educativa. *Primeras jornadas de investigación didáctica en física y química*. Valencia: ICE, 537-540.
- Gil, D. (1993). (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154-164.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 197-212.
- Gil-Pérez, D; Carrascosa, J y Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista de Educación y Pedagogía*, 11 (25), 13– 65.
- Gil-Pérez, D; Carrascosa, J y Martínez, F. (2000). La didáctica de las ciencias. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, F; y Cañal, P. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil. Pp. 11-34.
- Godino, J. (1991). Hacia una teoría de la didáctica de la matemática. En: Gutiérrez, A. (Editor). *Área de Conocimiento: Didáctica de la Matemática*. Madrid: Editorial Síntesis. Pp. 105-148.
- Godoy, O. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. En: *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*. Pp. 15-34.
- Gómez, M. (2005). La transposición didáctica: Historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 83-115.
- Gómez, M. (2013). La didáctica de la filosofía y del filosofar en Francia (1989- 2012) Balance documental o «estado » de la cuestión. *Praxis & Saber*, 4 (7), 67-102.
- Grevechova, R; Salcedo, L y Cárdenas, F. (1995). Biotecnología y educación básica. *Actualidad Educativa*, 2 (7), 35-40.
- Grossman, P; Wilson, S. y Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2), 1-25.
- Guba, E. y Lincoln, Y. (1994) “Competing paradigms in qualitative Research” en Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (eds.). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage Publications. Traducción: Mario E. Perrone.
- Hacker, D; Dunlosky, J and Graesser, A. (Editors). (2009). *Handbook of metacognition in education*. New York: Routledge.
- Hark, a (2008). Crossing over: An undergraduate service learning project that connects to biotechnology education in secondary schools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36 (2), 159–65.
- Harres, J y Porlán, R. (1999). La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 39, 17-26.



- Hashweh, M. (1985). *An exploratory study of teacher knowledge and teaching: the effects of science teachers' knowledge of their subject matter and their conceptions of learning on their teaching*. Unpublished doctoral dissertation, Stanford Graduate School of Education, Stanford, CA.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11 (3), 273–292.
- Hernández, E. (2008). Bioinformática: una oportunidad y un desafío. *Revista Colombiana de Biotecnología*, X (1), 132-138.
- Hernández, J. (2005). El poder de la vida. Formas biopolíticas de la racionalidad. En: Ugarte, J. *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp 13-42.
- Herskovic, S. (2002). Academic manpower training policy in Israel in the area of biotechnology. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5 (2), 14.
- Ho, M-W. (2001). *Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?* Barcelona, España. Editorial Gedisa.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541–566.
- Hoskin, K. (2004). Foucault a examen. El critoteórico de la educación desenmascarado. En: Ball, S. (1994). (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. 33-57.
- Höttecke, D; Henke, A and Riess, F. (2012). Implementing history and philosophy in science teaching: Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST project. *Science & Education*, 21 (9), 1233-1261.
- Ibarra, O. (2005). Tensiones y distensiones en la formación de maestros. *Memorias: III Encuentro Internacional: El Conocimiento que Educa*. OREAL/ UNESCO. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 5-13.
- Ibarra, O. (2010). *Ser de maestro en Colombia: de oficio a profesión. Perspectiva histórica, social y pedagógica de las transformaciones de la actividad educadora en nuestro país*. Colombia: Fondo Editorial. Universidad Pedagógica Nacional.
- İncekara, S and Tuna, F. (2011). An overview of biotechnology in Turkish secondary schools: a student's perspective on health and environmental issues. *European Journal of Educational Studies*, 3 (1), 123-133.
- Jacob, F. (1976). Biología molecular: la próxima etapa. En: Jacob, F, et al. *Biología molecular. Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 45-51.
- Jalil A; Occelli, M y Acevedo, C. (2010). Conocimientos sobre biotecnología en alumnos de profesorado en ciencias biológicas de la provincia de Córdoba. *Memorias: IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Argentina*, 1-2.
- Jenkins, R. (1998). Biotechnology education. *Biochemical Education*, 26, 299-300.
- Jiménez, Aleixandre. (2001). Comunidades de producción de conocimientos en clase de biología. *Memorias: V Jornadas Nacionales de Biología*. Misiones. Argentina, 19-25.

- Juanola, R. (2011). La investigación didáctica: hacia la interdisciplinariedad y la cooperación. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 233-262.
- Kant, I. (2008). *Sobre pedagogía*. Argentina: Editorial Universidad Nacional de Córdoba. Encuentro Grupo Editor.
- Kidman, G and Hoban, G. (2009). Biotechnology learnings using ‘claymation’ and ‘slowmation’. *NARST Grand Challenges and Great Opportunities in Science Education*, 1-6.
- Kidman, G. (2007). Biotechnology education: Topics of interest to students and teachers. *The World Conference on Science and Technology Education, 8 to 12 July, Perth, Australia*.
- Kidman, G. (2008). Asking students: What key ideas would make classroom biology interesting? *Teaching Science*, 54 (2), 34-38.
- Kidman, G. (2009). Attitudes and interests towards biotechnology: The mismatch between students and teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 5 (2), 135-143.
- Kidman, G. (2010). What is an interesting curriculum for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40 (3), 353-373.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45 (2), 169-204.
- Klopfer, L. (1983). Research and the crisis in science education. *Science Education*, 67 (3), 283-84.
- Kramkowska, M; Grzelak, T and Czyżewska, K. (2013). Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 20 (3), 413–419
- Kuhn, T. (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de la Cultura Económica.
- Kwon, H and Chang, M. (2009). Technology teachers’ beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35 (1), 67-75.
- Kwon, H and Chang, M. (2009). Technology teachers’ beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35 (1), 67-75.
- Labastida, J. (2006). Prologo. El problema del concepto. En: González, P y Roitman, M. (Coordinadores). *La formación de conceptos en ciencias y humanidades*. México: Siglo XXI Editores.
- Lamanauskas, V and Makarskaitė-Petkevičienė, R. (2008). Lithuanian University students’ knowledge of biotechnology and their attitudes to the taught subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4 (3), 269-277.
- Latour, B y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Lederman, N and Lederman, J. (2015). The Status of Preservice Science Teacher Education: A

- Global Perspective. *Journal of Science Teacher Education*, 26, 1-6.
- Lederman, N. and Abell, S. (Editors). (2014). *Handbook of research on science education*, New York, NY: Routledge.
- Lemkow, L. (2000). La sociedad ante los riesgos biotecnológicos. *Revista Sostenible*, (2), 31-43.
- Lemm, V. (2005). El umbral biológico de la política moderna: Nietzsche, Foucault y la cuestión de la vida animal. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 115-131.
- Leslie, G and Schibeci, R. (2006). Teaching about designer babies & genetically modified foods: Encouraging the teaching of biotechnology in secondary schools. *The American Biology Teacher*, 68 (7), 98-103.
- Leslie, G and Schibeci, R. (2006). Teaching about designer babies & genetically modified foods: Encouraging the teaching of biotechnology in secondary schools. *The American Biology Teacher*, 68 (7), 98-103.
- Lewis, J, et al. (2002). Biotechnology apprenticeship for secondary-level students: teaching advanced cell culture techniques for research. *Cell Biology Education*, 1, 26-42.
- Litwin E. (1994). La investigación en el campo de la didáctica. *Educacion*, 11 (4), 199-206.
- Litwin, E. (2004). El campo de la didáctica: la búsqueda de una nueva agenda. En: Camilloni, A; Davini, M; Edelstein, G; Litwin, E; Souto, M; y Barco, S. *Corrientes didácticas contemporáneas*. Buenos aires, Barcelona y México: Paidós. Pp 91-115.
- Litwin, E. (2012). *Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior*. Buenos Aires: Paidós
- Lombardi, O. (2010). Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. En: Galagovsky, L. (Coordinadora). *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos*. Argentina: Lugar Editorial. Pp. 83-94.
- López, F. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 65-74.
- López, S. (2009). La política del querer vivir. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 167-177.
- Loughran, J; Berry, A and Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam, Boston, Taipei: Sense Publishers.
- Loughran, J; Hamilton, M; LaBoskey, V and Russell, T. (Editors). (2004). *International handbook of self-study of teaching and teacher education practices*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Madden, D. 2005. The English patient Biotechnology education in the UK. En: Csermely, P., Korcsmáros, T., Lederman, L. *Science Education: Best Practices of Research Training for Students under 21*. Pp. 47: 143-152.
- Maesele, P. (2009). NGOs and GMOs. A case study in alternative science communication. *Javnost-*

*The Public*, 16 (4), 55-72.

Maestre, A. (2009). Una reflexión sobre la pedagogía crítica. *Revista Innovación y experiencias Educativas*, 14, 1-16.

Malajovich, M. (2012). *Biotecnología*. Buenos Aires, Argentina. Editorial. Universidad Nacional de Quilmes.

Marcelo, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona, España. Ediciones Ceac.

Marcelo, C. (2002). Los profesores como trabajadores del conocimiento. Certidumbres y desafíos para una formación a lo largo de la vida. *Educación*, 30, 27-56.

Marín-Díaz, D y Noguera, C. (2011). Educar es gobernar. En: Cortés, R y Marín-Díaz, D. (Compiladoras). *Gubernamentalidad y educación. Discusiones contemporáneas*. Bogotá, Colombia: IDEP. Pp. 127-151.

Marshall, J. (1994). Foucault y la investigación educativa. En: Ball. (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. 15-32.

Martín Del Pozo, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

Martín, I and Meghani, Z. (2008). Beyond risk. A more realistic risk-benefit analysis of agricultural biotechnologies. *EMBO reports*, 9 (4), 302-306.

Martínez Terrades, S. (1998). *La didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. Génesis, estado actual y perspectivas*. Tesis doctoral. Universitat de Valencia.

Martínez, A. (1990). “Una mirada arqueológica de la pedagogía”. *Pedagogía y Saberes*, 1, 7-17.

Martínez, A. (1990a). La enseñanza como posibilidad del pensamiento. En: *Pedagogía, discurso y poder*. Bogotá, Colombia: Coprodic.

Martínez, A. (2004). *De la escuela expansiva a la escuela competitiva. Dos modos de modernización en América Latina*. Bogotá, Colombia: Editorial Anthropos, Convenio Andrés Bello.

Martínez, A. (2013). Lecciones para diferenciar: conceptos, historias y debates. En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía*. Numero 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 39-66.

Martínez, C y Valbuena, E. (Compiladores). (2013). Prólogo. En: *Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y el conocimiento escolar*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Pp. 13-15.

Mascarenhans, D. (1997). Sustaining biotechnology education initiatives. *Nature Biotechnology*, 15, 850.

Mayr, E. (2006). *Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires, Argentina: Katz Ediciones.

McInerney, J. (1990). *Teaching Biotechnology in School. Science and Technology Education*. Document Series N°. 39. Unesco-IUBS

- Meinardi, E. (2001). Estado actual del conocimiento en la didáctica de la biología. Memorias: *V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología, Misiones, Argentina*, 83-90
- Meinardi, E. (2012). Estado actual del conocimiento en la didáctica de la biología: qué es lo específico de la didáctica y lo específico de la biología. En: Zambrano, C; y Uribe, C. (Compiladores). *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula*. Pp. 109-131.
- Mellado, V y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 331-339.
- Mellado, V y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: Perales, F y Cañal, P. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. España: Editorial Marfil. Pp. 525-555.
- Melo, C; Mondragón; Wilches, F; Valbuena, E; Bolaños, P; Celis, L. (2005). Desarrollo de proyectos escolares en biotecnología. Propuesta de trabajo para la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en el nivel de educación media. En: [www.colciencias.gov.co/sisbiosis/forosvirtuales.htm](http://www.colciencias.gov.co/sisbiosis/forosvirtuales.htm)
- Mendiola, I. (2006). *El jardín biotecnológico. Tecnociencia, transgénicos y biopolítica*. Madrid: Catarata.
- Mendiola, I. (2009). La bio(tanato)política moderna y la producción de disponibilidad. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 33-69.
- Mendiola, I. (2009). La biopolítica como un pensar fronterizo. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 7-29.
- Mercè, I. (2014). Pasado y presente de la química: su función didáctica. En: Merino, C; Arellano, M; y Adúriz-Bravo, A. (Editores). *Avances en didáctica de la química: Modelos y lenguajes*. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pp. 13-36.
- Mignolo, W. (2009). Regeneración y reciclaje: descolonizar la ciencia y la bio-tecnología para liberar la vida. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 181-199.
- Miguel, M; Auch, M; Corfield, M; Sattler, S; Tarulli, G; Viñas, F y Gobo, M. (2011). Las didácticas en los profesorados... especificidades que se construyen. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 43, 97 – 127.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia (MADS –PNUD). (2014). *V Informe nacional de biodiversidad ante el convenio de biodiversidad biológica*.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Colombia. Serie Guías 7.
- Miron, C; Cabo, J; Hernández y Cotrinas, J. (2007). La presencia de la biotecnología dentro y fuera de la escuela. Primeros resultados de un estudio diagnóstico. *Publicaciones*, 37, 89-108.

- Monod, J. (1976). Las fronteras de la biología. En: Jacob, F, *et al. Biología molecular. Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 29- 43.
- Monod, J. (2000). *El azar y la necesidad. Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna*. España: Tusquets Editores.
- Montero, L. (2001). *La construcción del conocimiento profesional docente*. Argentina: HomoSapiens Ediciones.
- Montgomery, B. (2003). Teaching the principles of biotechnology transfer: A service-learning approach. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6 (1), 13-15.
- Montgomery, B. (2004). Teaching the nature of biotechnology using service-learning instruction. *BEE-j*, 4, 1-12.
- Mora, G (2010). Prologo. En: Comenio, A. (2010). *Didáctica magna*. Argentina, México: Editorial Porrúa. Pp. IV-XXXVIII.
- Morata, T. (2014). Pedagogía Social Comunitaria: un modelo de intervención socioeducativa integral. *Educación Social. Revista de Intervención Socioeducativa*, 57, 13-32.
- Moreland, J; Jones, A and Cowie, B. (2006). Developing pedagogical content knowledge for the new sciences: The example of biotechnology. *Teaching Education*, 17 (2), 143–155.
- Moreno, E. (1995). ¿Educación Ambiental o Pedagogía Ambiental? *Pedagogía y saberes*, 7, 18-21.
- Moreno, G. (2003). *Cómo investigar. Técnicas documentales y de campo*. México. Ederë.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Moses, V. (2003). Biotechnology education in Europe. *Journal of Commercial Biotechnology*, 9 (3), 219–230.
- Mujica, H y Reyes, C. (2007). Percepción y educación sobre la biotecnología en las Escuelas agropecuarias del estado Yaracuy. *Educare*, 11 (1), 1-7.
- Munby, H y Russell, T. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En: *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Municio, A. (2004). Perspectiva histórica de la bioquímica. *Arbor*, CLXXIX (706), 341-364.
- Murillo, S. (2012). *Prácticas científicas y procesos sociales. Una genealogía de las relaciones entre ciencias naturales, ciencias sociales y tecnologías*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Biblos.
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre diversidad biológica*. En: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Nader, R. (2005). *Cultural impacts on public perceptions of agricultural biotechnology: a comparison of south korea and the united states*. Tesis de doctoral inédita. Texas A&M University.
- Nájera, E (2008). Esbozos para una pedagogía urbana pertinente a los desarrollos educativos en las ciudades. *Revista Latinoamericana Polis*, 20, 1-11.
- Narasimharao, B. (2009). Need for new trends in biotechnology education and training. *Asian*

*Biotechnology and Development Review*, 11 (2), 89-114.

Narasimharao, B. (2010). Biotechnology education and societal demands: Challenges faced by biotechnology and human resources development. *Social Responsibility Journal*, 6 (1), 72-90.

Nérici, I. (1985). *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.

Nezvalová, D. (2011). Researching science teacher pedagogical content knowledge. *Problems of education in the 21st century*, 35, 104-118.

Nietzsche, F. (2005). *Ecce Homo. Cómo se llega a ser lo que se es*. México: Grupo Editorial Tomo, S.A.

Nietzsche, F. (2009). *Sobre el porvenir de nuestras escuelas*. Barcelona: Tusquets Editores.

Nietzsche, F. (2010). *Schopenhauer educador*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Noguera, C. (2012). *El gobierno pedagógico. Del arte de educar a las tradiciones pedagógicas*. Bogotá: Siglo del Hombre.

Nunez, J. (2012). Fronteras del saber científico: reflexión epistemológica sobre las investigaciones fundamentales y praxeológicas en las ciencias de la educación en torno al trabajo docente. *Redes de conocimiento: Génesis de enlaces y modalidades interdisciplinarias de cooperación social y científica*, 1(4), 13-26.

Ocelli, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: Aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológico*, 27 (7), 9-13.

Ocelli, M and Vázquez-Abad, J. (2010). Teacher training through the solution of a biotechnological problem in a computer supported collaborative learning environment. *VESC*, 1 (1), 51-63.

Ocelli, M y Valeiras, N. (2009). Un modelo didáctico para la enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria integrando tecnologías de la información y la comunicación. *Jornadas sobre investigación en educación a distancia y nuevas tecnologías en la UNC*, 1-5.

Ocelli, M y Valeiras, N. (2010). La biotecnología y el curriculum de la escuela secundaria Argentina. *Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 1-2.

Ocelli, M. (2012). Estrategias de enseñanza vinculadas a la biotecnología. *Memorias X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 1992-1993.

Ocelli, M; García, L y Masullo, M. (2012). Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *VESC*, 3 (5), 53-72.

Ocelli, M; Vilar, M y Valeiras, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 227-242.

Oliveira, R y Da Silva, A. (2011). A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8.

Orozco, L y Carrizosa, M. (2004). Indicadores en biotecnología. Colombia. En: Orozco, L. y

- Chaves, F (Editores). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT. Pp. 49-83.
- Orozco, L. y Chaves, F (Editores). (2004). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT.
- Ortega, P. (2009). La pedagogía crítica: reflexiones en torno a sus prácticas y sus desafíos. *Pedagogía y Saberes*, 31, 26-34
- Osseweijer, P. (2004). Campañas institucionales sobre Biotecnologías en Europa: ¿Funcionan? *Quark*, 33, 39-50.
- Özden, M; Usak, M; Prokop, P; Türkoğlu, A and Bahar, B. (2008). Student teachers' knowledge of and attitudes toward chemical hormone usage in biotechnology. *African Journal of Biotechnology*, 7 (21), 3892-3899.
- Pacios, A (1980). *Introducción a la didáctica*. España. Editorial Cincel-Kapelusz.
- Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). (2012). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Páramo, P y Arango, M. (2008). Cuestionarios. En: Páramo, P (Compilador). *La investigación en las ciencias sociales. Técnicas de recolección de información*. Bogotá: Ediciones Universidad Piloto de Colombia. Pp. 55-72.
- Páramo, P y Duque, E. (2008). Observación participante. En: Páramo, P (Compilador). *La investigación en las ciencias sociales. Técnicas de recolección de información*. Bogotá: Ediciones Universidad Piloto de Colombia. Pp. 30-42.
- Páramo, P. (2009). Pedagogía Urbana: elementos para su delimitación como campo de conocimiento *Revista Colombiana de Educación*, 57, 14-27.
- Parga, D y Mora, W. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25 (3), 332-342.
- Park, S y Oliver, J. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research Science Education*, 38, 261-284.
- Parra, C y Reguero, M. (2000). Algunas experiencias de la introducción de la Biotecnología en la educación básica y media. *Revista de Educación en Ciencias*, 1 (1), 13-16.
- Pedrancini, et al. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 299-309.
- Perafán-Cabrera, A. (2013). Reflexiones en torno a la didáctica de la historia. *Revista Guillermo de Ockham*, 1 (2), 149-160.
- Perafán-Echeverry, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional.



- Perafán–Echeverry, G. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios*, 37, 83-93.
- Pérez, E y Sánchez, J. (2005). La educación comunitaria: Una concepción desde la Pedagogía de la Esperanza de Paulo Freire. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 9 (2), 317-329.
- Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*. España: Editorial Graó.
- Perrenoud, P; Altet, M; Charlier, E; Paquay, L. (2012). Conclusión. Fecundas incertidumbres o cómo formar maestros antes de tener todas las respuestas. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E y Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 355-377.
- Popper, K. (2011). *Realismo y el objetivo de la ciencia. Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*. Volumen I. Madrid: Editorial Tecnos
- Porlán, R y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. España: Editorial Díada.
- Porlán, R, et al. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 31-46.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185.
- Porlán, R. y Martín, R. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 24, 49-59.
- Porlán, R; Azcárate, P; Martín Del Pozo, R; Martín, J y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- Porlán, R; Rivero, A y Martín Del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271–288.
- Portnoff, A y Thomas, D. (2009). *Repensar las ciencias de la vida. Una mirada sistémica que revoluciona las biotecnologías*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Prados, M. (2013). Bogotá vista desde la pedagogía urbana. *Mediaciones*, (7), 97-106.
- Prats, J. (2001). *Enseñar historia: Notas para una didáctica renovadora*. Mérida: Junta de Extremadura.
- Prats, J. (2003). Líneas de investigación en didáctica de las ciencias sociales. *Historia & Ensino, Revista do Laboratorio de Ensino de História*, 9, 1-25.
- Prentis, S. (1993). *Biotecnología. Una nueva revolución industrial*. Barcelona: Savat Editores.
- Prokop, P; Lešková, A; Kubiátko, M and Dirand, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29 (7), 895–907.
- Puebla, M; Yrazola, M y Mercadal, R. (2012). Enseñar a enseñar biotecnología: Una mirada desde la química, la didáctica y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC's). *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 3 (1), 75-93.
- Puigdoménech, P y Ruiz, L. (1993). Prólogo a la tercera edición. En: Prentis, S. *Biotecnología. Una*

*nueva revolución industrial*. Barcelona: Savat Editores. Pp IX.

Puigdomènech, P. (2000). Què és la Biotecnologia? *Revista Sostenible?* (2), 25-30.

Pulido, M; Roa, R; García, Y; Bolaño, P; Valbuena, E; López, S y Chavarro, C. (2006). Investigaciones escolares en Biotecnología una estrategia que involucra situaciones problemáticas. En Vasco, C. (Editor). *Ciencias, racionalidades y medio ambiente*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. pp 139-145.

Quiceno, H. (2005). Michel Foucault ¿pedagogo? En: Zuluaga, O, et al. *Foucault, la pedagogía y la educación, pensar de otro modo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. Pp. 71-104.

Quiroz, P; y Díaz, M. (2011). La investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias Sociales y su dinámica de articulación en un grupo de universidades públicas en Colombia. *Unipluri/versidad*, 11 (2), 1-16.

Ramírez, R. (2008). La pedagogía crítica. Una manera ética de generar procesos educativos. *Folios*, 28, 108-119.

Real, M. (2002). *Sociología de la profesión de graduado social*. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante, España. En:

[http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/45706285432370541854679/012094\\_3.pdf](http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/45706285432370541854679/012094_3.pdf)

Reissig, J. (1983). *La genética y la revolución en las ciencias biológicas*. Washington, D.C: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Rengifo, L. (2012). Construcción del saber de los profesores de ciencias naturales en formación inicial, para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología. *Revista EDUCYT*, Volumen extraordinario, 22-39.

Richardson, V. (Editor). (2001). *Handbook of research on teaching, 4th Edition*. Washington, DC: AERA (American Educational Research Association).

Rico, L y Sierra, M. (2000). Didáctica de la matemática e investigación. En: Carrillo, J; y Contreras, L. (Eds.). *Matemática española en los albores del siglo XXI*. Huelva, España: Editorial Hergué. Pp. 77-131.

Rifkin, J. (1998). *The Biotech Century: Harnessing The Gene and Remaking the World*. EE. UU.: Putmann/Tarcher.

Rifkin, J. (2009). *El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*. Barcelona, Buenos Aires, México: Ediciones Paidós Ibérica.

Rivero, A and Porlán, R. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel enseignant souhaitable (Traducción en español: La naturaleza y organización del conocimiento profesional "deseable" del profesorado). *Recherches en didactique des sciences experimentales*, 32, 221-251.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de Ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. Un estudio de caso*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

Roa (2012). Configuración del conocimiento didáctico profesional del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología en Colombia. Propuesta de investigación. *Revista EDUCYT*, edición

extraordinaria, 107-125.

Roa, R (2013). *Aproximación a la acción profesional docente y su autoeficacia*. Documento de trabajo.

Roa, R y Urbina, J. (2005). Reflexión en torno a la introducción de la Biotecnología en la educación media y básica. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número extra, 192-193.

Roa, R y Valbuena, É. (2009). Hacia la estructuración de la educación en Biotecnología como problema didáctico de investigación. *Primer Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología*. Asociación Colombiana para la Investigación en Ciencia y Tecnología, Bogotá.

Roa, R y Valbuena, É. (2009). Los límites de la profesión de ser profesor. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número extra, 163-168.

Roa, R. (2011). El control de la profesión docente: algunos apuntes y análisis. *Revista Nodos y Nudos*, 3 (31), 46-55.

Roa, R; García, G y Chavarro, C. (2008). Formación de profesores de biología a través de la biotecnología. *Revista Educación y Educadores*, 11 (2), 69-88.

Roa, R; Hernández, A; Vallejo, C; Morales, G; y Amórtegui, E. (2013). *Caracterización del conocimiento de profesores no licenciados vinculados a instituciones educativas de Bogotá en el área de ciencias naturales*. Informe de investigación. Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional.

Roa, R; Pulido, M; García, Y; Bolaño, P; Valbuena, E; López, S Y Chavarro, C. (2006). Una mirada de los proyectos escolares en ciencias bajo el marco de la enseñanza/aprendizaje como investigación. En: Vasco, C. (Editor). *Ciencias, racionalidades y medio ambiente*. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Pp. 131-137.

Roa, R; Vallejo, Y; Vargas, C; Zapata, P; Correa, M y Morales, G. (2011). Diseño de un sistema de categorías para caracterizar el conocimiento de profesores no licenciados y licenciados en Ciencias Naturales. *Revista Bio-grafías: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Edición Extra-Ordinaria, 351- 364.

Roa, R; Vargas, J; Hernández, A; y Vallejo, C (2012). Puntos de referencia para la construcción y constitución metodológica en una investigación sobre el conocimiento profesional de profesores no licenciados. *Revista EDUCyT*, volumen extraordinario, 197-213.

Roca, W. (2004). *Tendencias en el desarrollo de capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

Rodríguez F y Guillén M. (1992). Organizaciones y profesiones en la sociedad contemporánea. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 59, 9-18.

Rodríguez, A. (1991). El objeto formal de la didáctica. *Aula. Revista de Enseñanza e Investigación Educativa*, (4), 105-114.

Rota, G and Izquierdo, J. (2003). Comics as a tool for teaching biotechnology in primary schools.

*Electronic Journal of Biotechnology*, 6 (2), 85-89.

Rotger, A. (1992). Hacia una Pedagogía comunitaria de la Pedagogía penitenciaria. *Pedagogía Social: Revista Interuniversitaria*, (7), 63-84.

Rousseau, J. (1762). *Emilio o de la educación*. En: <http://peuma.e.p.f.unblog.fr/files/2012/06/Emilio-ROUSSEAU.pdf>

Royal Society (1981). Biotechnology – an interdisciplinary curriculum for schools. *School Science Review*, 68: 699-701.

Royal Society (1981). *Biotechnology and education*. Informe grupo de trabajo.

Royal Society (1982). Biotechnology and education. *Journal of Biological Education*, 16 (1), 10-12.

Ruiz, A. (2013). Acerca del campo teórico de la educación. En: Vargas, G y Ruiz, A. *Cátedra doctoral. Campo intelectual de la educación y la pedagogía*. Número 1. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 67-90.

Sabino, C. A. (1996). *El proceso de investigación*. Buenos Aires: Editorial Lumen/Hvmanitas.

Salleh, A. (2004). *Journalism at Risk: Factors Influencing Journalistic Coverage of the GM Food and Crops Debate (Australia, 1999-2001) and Prospects for Critical Journalism*. Unpublished PhD thesis. School of Social Sciences, Media and Communication, University of Wollongong, Australia.

Sanjurjo, L. (2009). Razones que fundamentan nuestra mirada acerca de la formación en las prácticas. En: Sanjurjo, L. (coordinadora). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Argentina. Ediciones HomoSapiens. Pp. 15-43.

Sasson, A. (1989). Biotecnologías y los países en desarrollo: promesas y desafíos. *Colombia. Ciencia y Tecnología*, 7 (1), 4-8.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona, Buenos Aires, México: Ediciones Paidós.

Schrödinger, E. (1944). *¿Qué es la vida?* Tusquets editores.

Scott, D; Washer, B and Wright, M. (2006). A Delphi study to identify recommended biotechnology competencies for first-year/initially certified technology education teacher. *Journal of Technology Education*, 17 (2).

Seki, T; Yoshida, Y; Nihira, T y DaSilva, E. (2004). International experience in human resource development in biotechnology: achievements and lessons learnt. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (2), 91-103.

Serrano, M. (1993). Didáctica de las Matemáticas. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (8), 173-194.

Shulman, L (1999). Foreword. En: Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Editors). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Pp. IX-XII.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

- Shulman, L. (1997). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. Una perspectiva contemporánea. En: Wittrock, M. (Editor). *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. España: Ediciones Paidós Ibérica. Pp 9-91.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Sibilia, P. (2006). *El hombre postorgánico. Cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*. Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Skelton, C; Francis, B and Smulyan, L. (Editors). (1971). *Handbook of gender and education*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Soneira, A. (2006). La «Teoría fundamentada en los datos» (Grounded Theory) de Glaser y Strauss. En: Vasilachis de Gialdino (coordinadora). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa. Pp 153-173.
- Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J. (2009). The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12 (3), 1-13.
- Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M. (2012). The influence of intelligence and emotions on the acceptability of genetically modified organisms. *Electronic Journal of Biotechnology*, 15 (1), 1-11.
- Soteras, S. (2004). La secuencia formativa: más allá de una programación rutinaria. En: *La planificación didáctica*. Barcelona: Editorial Laboratorio Educativo y Editorial Grao. Pp. 13-21.
- Sousa, C. (2014). History and Nature of Science enriched Problem-Based Learning on the origins of biodiversity and of continents and oceans. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 1 (2), 142-159.
- Souto, X. M. (2000) La didáctica de la geografía: dudas, certezas y compromiso social de los docentes. Memorias: *XVI Congreso Colombiano de Geografía*. Santiago de Cali, ACOGE, 141-152.
- Spencer, H (1992). Origen de las profesiones. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 59, 315-325.
- Steele, F and Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology. *Research in Science Education*, 34 (4), 365-387.
- Stenhouse, L. (1998). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Ediciones Morata.
- Stephens, S. (2003). *Handbook for culturally responsive science curriculum*. Fairbanks, AK: Alaska Science Consortium and the Alaska Rural Systemic Initiative.
- Stinnett, T. (1968). *La profesión de enseñar*. Argentina: Ediciones Troquel.
- Strauss, A y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Colombia: Universidad de Antioquía.
- Streelman, J y Karl, S. (1997). Paradigms and the rise (or fall?) of molecular biology. *Nature Biotechnology*, 15, 696 – 697.

- Strohman, R. (1997). The coming Kuhnian revolution in biology. *Nature Biotechnology*, 15, 194-200.
- Suarez, E y Barahona, A. (1992). Física y biología en el nacimiento de la Biología molecular: la determinación de la estructura del ADN. *Llull*, 15, 395-414.
- Suárez, E. (2005). La Biología molecular: el reto de formular explicaciones reduccionistas. En: Estany, A. (editora). *Filosofía de las ciencias naturales, sociales y matemáticas*. Enciclopedia iberoamericana de Filosofía. Madrid: Editorial Trotta. Pp. 225-260.
- Subirats, M.A. (2011). La Investigación en Didáctica de la Expresión Musical. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 175-194.
- Sürmel, H and Sahin, F. (2010). Examination of university students' attitudes towards biotechnological studies in terms of faculty and gender variables. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3999-4005.
- Sürmeli, H y Şahin, F. (2012). Preservice science teacher's opinions and ethical perceptions in relation to cloning studies. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 41 (2), 76-86.
- Taber, K. (2014). "Barry J. Fraser, Kenneth G. Tobin and Campbell J. McRobbie (Eds): Second International Handbook of Science Education". *Science & Education*, 1-19. En: <https://static-content.springer.com/lookinside/art%3A10.1007%2Fs11191-014-9725-7/000.png>
- Taborda, M (2010). Tendencias de la Didáctica de la Geografía: Reflexiones para un debate en el país. *Uni-pluri/versidad*, 10 (3), 1-10.
- Taguena, J. (2008). La opinión de los españoles ante las nuevas biotecnologías. *Papers*, 88, 31-44
- Tambornini, E. (2003). *Biotecnología: la otra guerra*. Bueno Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Tardif, M y Gauthier, C. (2012). El maestro como actor racional: Racionalidad, conocimiento, juicio. En: Paquay, L; Altet, M; Charlier, E; Perrenoud, P. (Coordinadores). *La formación profesional del maestro: estrategias y competencias*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 309-354.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*, Madrid Narcea.
- Testa, P. (2004). Análisis comparativo. Sobre las capacidades de la investigación en biotecnología en Colombia, Costa Rica, México y Venezuela. En: Orozco, L. y Chaves, F (Editores). *Construcción de indicadores en biotecnología: Región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*. Bogotá, OEA, Colciencias-OCyT. Pp. 21-48.
- Tezanos, A. (2007). Oficio de enseñar – saber pedagógico: la relación fundante. *Revista del Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP*, 12, 7-26.
- Tezanos, A. (2010). Didáctica-pedagogía-ciencia de la educación: la relación que confirma la "excepción" francesa. *Revista Educación y Pedagogía*, 18 (46), 33-57.
- Thuillier, P. (1976). Cómo nació la biología molecular. En: Jacob, F, et al. *Biología molecular. Selecciones de la recherche*. España: Hermann Blume Ediciones. Pp. 9- 28

- Tirado, J. (2009). Cine política cinevalor. La «gran transformación» de la biopolítica. En: Mendiola, I. (Editor). *Rastros y rostros de la biopolítica*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp. 93-114.
- Tolvanen, S; Jansson, J; Vesterinen, V and Aksela, M. (2014). How to Use Historical Approach to Teach Nature of Science in Chemistry Education? *Science & Education*, 23 (8), 1605-1636.
- Torres, A. y Jiménez, A. (2006). La construcción del objeto y los referentes teóricos en la investigación social. En: Torres, A. & Jiménez, A. *La práctica investigativa en Ciencias Sociales*. Santafé de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Pp. 13-26.
- Toulmin, S. (1972-1977). *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Tovar-Gálvez, J. (2013). Pedagogía ambiental y didáctica ambiental como fundamentos del currículo para la formación ambiental. *Revista Brasileira de Educação*, 18 (55), 877-1061.
- Travers, R (Editor). (1973). *Second handbook of research and teaching*. Chicago: Lawrence Erlbaum.
- Trillo, F y Sanjurjo, L. (2012). *Didáctica para profesores de a pie. Propuesta para comprender y mejorar la práctica*. Argentina: Ediciones HomoSapiens.
- Turkmen, L and Darcin, E. (2007). A comparative study of Turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (4), 125-131.
- Ugarte, J. (2005). Las dos caras de la biopolítica. En: Ugarte, J. (Compilador). *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Editorial Anthropos. España. Pp. 43-72.
- Ugarte, J. (2005). Presentación. En: Ugarte, J. (Editor). *La administración de la vida. Estudios biopolíticos*. Barcelona, España: Anthropos Editorial. Pp 7-11.
- Uribe, J. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategia de investigación en ciencias sociales. En: Páramo, P. (Compilador). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Bogotá, Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Pp. 195-210.
- Uşak, M; Erdogan, M; Prokop, P and Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37 (2), 123-130.
- Uzogara, S. (2000). The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: A review. *Biotechnology Advances*, 18, 179–206
- Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Valbuena, E; Correa, M; y Cedeño, E. (2012). La enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008. *Tecné, episteme y didaxis*, 31, 67-90.
- Van Driel and Barry, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge. En: Peterson, P; Baker, E y McGaw. *International encyclopedia of education*, 7, 656-661.
- Van Driel and Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical

Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41 (1), 26–28.

Van Eijck, M. (2010). Addressing the dynamics of science in curricular reform for scientific literacy: The case of genomics. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2429–2449.

Varas, P. (2006). Biopolítica. Bases cognitivas para el entendimiento. *Revista Colombiana de Bioética*. 1 (2), 42-82.

Varela, J. (1994). Prólogo a la educación española. En: Ball, S. J. (Compilador). *Foucault y la educación. Disciplinas y saber*. Madrid: Ediciones Morata. Pp. IX-XV.

Vargas, C. (2011). *Metodología de investigación. Proyecto “Caracterización del conocimiento de profesores no licenciados vinculados a instituciones educativas de Bogotá en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental”*. Informe preliminar. Universidad Pedagógica Nacional.

Vasilachis de Gialdino, I. (1992) *Métodos Cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Vasilachis de Gialdino, I. (1997). El pensamiento de Habermas a la luz de una metodología propuesta de acceso a la teoría. *Estudios Sociológicos XV* (43). En: <http://www.ceil-piette.gov.ar/areasinv/metcuali/metcuali.html>

Vasilachis de Gialdino, I. (2006). La investigación cualitativa. En: Vasilachis, I. (Coordinadora). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa. Pp. 23-64.

Vasilachis de Gialdino, I. (2007). El aporte de la Epistemología del Sujeto Conocido al estudio cualitativo de las situaciones de pobreza, de la identidad y de las representaciones sociales. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 8 (3). En: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/290/638>

Vasilachis de Gialdino, I. (2009). “Ontological and epistemological foundations of qualitative research”, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 10 (2). En: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0902307>

Vázquez, A; Acevedo, J; Manassero, M y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.

Veal, W and MaKinster, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4), En: <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev3n4.html>.

Venville, G; Rennie, L and Wallace, J. (2012). Curriculum Integration: Challenging the Assumption of School Science as Powerful Knowledge. En: Fraser, B; Tobin, K and McRobbie, C. (Editor). *Second International Handbook of Science Education*. Pp. 737-749.

Vera, L. (1990). *Estudiar bioquímica*. España: universitat de valència.

Vez, J. M. (2011). La investigación en didáctica de las lenguas extranjeras. *Educatio Siglo XXI*, 29 (1), 81-108.

Vosniadou, S. (Editora). (2008). *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.

Watson, J. (2007). *La doble hélice*. Madrid: Alianza Editorial.



- Weber, M. (2007). *La ciencia como profesión. La política como profesión*. España: Editorial Espasa Calpe.
- Wells, J and Kwon, H. (2008). Inclusion of biotechnology in US Standards for technological literacy: Influence on South Korean technology education curriculum. *Proceedings of the 19th Pupil's Attitude Toward Technology Conference*, 315-333.
- Wells, J. (1994). Establishing a taxonomic structure for the study of biotechnology in secondary school technology education. *Journal of Technology Education*, 6 (1), 58-75.
- Wells, J. (1999). Biotechnology content organizers. *Journal of Industrial Teacher Education*, 36 (4).
- Wilches, Á. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista Colombiana de Bioética*, 5 (2), 164-169.
- Wilson, E; Kirby, B and Flowers, J. (2002). Factors influencing the intent of North Carolina agricultural educators to adopt agricultural biotechnology curriculum. *Journal of Agricultural Education*, 43 (1), 69- 81.
- Wittrock, M. (Editor). (1986). *Handbook of research on teaching* (3rd edición). New York: Macmillan.
- Wymer, P and Micklos, D. (1990). New Educational Journal Biotechnology Education. *Biochemical Education*, 18 (1), 57.
- Wymer, P. (1990). Considerations for implementation. En: McInerney, J. (editor). *Teaching Biotechnology in School*. Paris. Unesco.
- Wymer, P. (1992). Biotechnology in schools: the UK experience. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8, 473-476.
- Wymer, P. 1986. A driving force in biotechnology. *New Scientist*, 1525, 63.
- Wymer, P; (1992). Biotechnology in schools: the UK experience. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8, 473-476.
- Yager, R y Penick, J. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*. 5, 463-459.
- Yarden, H and Yarden, A. (2006). Supporting learning biotechnological methods using interactive and task included animations. *SIG 2 Bi -Annual meeting "Text and graphics comprehension"*, 131-135.
- Yarden, H and Yarden, A. (2010). Teachers' contribution to the enactment of animations in class while studying biotechnological methods. *Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era*, 94-99.
- Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. España: Editorial Gram.
- Zambrano, A. (2003). Las teorías pedagógicas, los modelos pedagógicos, los modelos disciplinares y los modelos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En: Zambrano, A. *Educación y formación del pensamiento científico. Cátedra ICFES "Agustín Nieto Caballero"*. Bogotá, Colombia: Universidad del Valle e Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.

Pp. 21-45

Zambrano-Leal, A. (2002). *Pedagogía, educabilidad y formación de docentes*. Colombia: Nueva Biblioteca Pedagógica.

Zambrano-Leal, A. (2005). *Didáctica, pedagogía y saber*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Zambrano-Leal, A. (2006a). *Contributions to the comprehension of the science of education in france concepts, discourse and subjects*. Tesis de Doctorado. Atlantic International University. Honolulu, Hawaii.

Zambrano-Leal, A. (2006b). Las ciencias de la educación y didáctica: Hermenéutica de una relación culturalmente específica. *Educere*, 10 (35), 593-599.

Zaragüeta, J. (1940). *Las directrices de la pedagogía de Juan Luis Vives*. Madrid: Editorial Magisterio Español.

Zeller, M. (1994). Biotechnology in the high school biology curriculum: The future is here! *The American Biology Teacher*, 56 (8), 460-464.

Zeller, M. (2002). Agricultural biotechnology education. *The Agricultural Education Magazine*, 74 (5), 22-23.

Zuluaga, O. (2005). Foucault: Una lectura desde la práctica pedagógica. En: Zuluaga, O, *et al. Foucault, la pedagogía y la educación, pensar de otro modo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. Pp. 11-37.

Zuluaga, O. (2007). Otra vez Comenio. *Revista de Educación y Pedagogía*, 19 (47), 99-118.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Lista de artículos seleccionados sobre educación en biotecnología

Nombre artículo	Año	Autor (es)	Nombre revista	Idioma	País (es)
Biotechnology Education in schools.	2002	Harms, U.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 5 (3), 205-211.	Inglés	Alemania
A practical approach to the understanding and teaching of RNA silencing in plants.	2007	Bazzini, A, Mongelli, V, Hopp, H, Del Vas, M, y Asurmendi, S.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 10 (2), 178- 190.	Inglés	Argentina
La Enseñanza de Conceptos en Biotecnología a través de un experimento sencillo y económico.	2010	Curia, M; D'Alessandro, O y Briand, L.	<i>Formación Universitaria</i> , 3 (1), 27-30.	Español	Argentina
Un modelo didáctico para la enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria integrando tecnologías de la información y la comunicación.	2009	Ocelli, M; Valeiras, N.	Jornadas sobre investigación en educación a distancia y nuevas tecnologías en la UNC.	Español	Argentina
Biotechnology Education at the secondary school within the constructivist perspective.	2009	Andrioli, N; Calderón, M; Scarcia, P; González, L and Meinardi, E.	<i>Journal of Science Education</i> , 10 (2), 83-86.	Inglés	Argentina
Conocimientos sobre biotecnología en alumnos de profesorado en ciencias biológicas de la provincia de Córdoba.	2010	Jalil A; Ocelli, M y Acevedo, C.	<i>Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> , Argentina, 1-2.	Español	Argentina
La biotecnología y el curriculum de la escuela secundaria Argentina.	2010	Ocelli M y Valeiras N.	<i>Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> ,1-2.	Español	Argentina
Una propuesta para realizar trabajos prácticos de Biotecnología en la escuela secundaria.	2012	Marchesini, S; Piassentini, M; Ocelli,M.	<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> , 191-193.	Español	Argentina
Prácticas innovadoras para la incorporación de la enseñanza de la Biotecnología en el aula.	2012	Duarte, P; Noguera, A y Martinez, M.	<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> . 989-992.	Español	Argentina
Estrategias de enseñanza vinculadas a la biotecnología.	2012	Ocelli, M.	<i>Memorias X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> , 1992-1993.	Español	Argentina
Enseñar bioecnología en la escuela: Aportes y reflexiones didácticas.	2013	Ocelli, M.	<i>Revista Boletín Biológico</i> , 27 (7), 9-13.	Español	Argentina
Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología.	2011	Ocelli, M; Vilar, M y Valeiras, N.	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 10 (2), 227-242.	Español	Argentina

Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza universitaria de Biotecnología. El caso de la velocidad específica de crecimiento microbiano (u).	2012	Ruberto, L; Mac Cormack, W; Calabró, A and Rodríguez, J.	<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 9 (3), 353-360.	Español	Argentina
Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas.	2012	Ocelli, M; García., L y Masullo, M.	<i>VEsC</i> , 3 (5), 53-72.	Español	Argentina
Teacher training through the solution of a biotechnological problem in a computer supported collaborative learning environment.	2010	Ocelli, M y Vázquez-Abad, J.	<i>VEsC</i> , 1 (1), 51-63.	Español	Argentina y Canadá
New Teaching Strategies to Improve Student Performance in Fundamentals of Biotechnology.	2011	Cid, A and Rajal, V.	<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i> , 12 (1), 1-2.	Inglés	Argentina y Estados Unidos de América
Riverina high school students' views of biotechnology.	2005	Cavanagh, H; Hood, J and Wilkinson, J.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 8 (2), 121-127.	Inglés	Australia
Attitudes and interests towards biotechnology: The mismatch between students and teachers.	2009	Kidman, G	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 5 (2). 135-143.	Inglés	Australia
Australian Undergraduate Biotechnology Student Attitudes towards the Teaching of Ethics.	2006	Lysaght, T; Rosenberger III, P and Kerridge, I	<i>International Journal of Science Education</i> , 28 (10), 18, 1225–1239.	Inglés	Australia
High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy?	2009	Dawson, V and Venville, G.	<i>International Journal of Science Education</i> , 31 (11), 1421–1445.	Inglés	Australia
Undergraduate Biotechnology Students Views of Science Communication.	2010	Edmondston, J; Dawson, V and Schibeci, R.	<i>International Journal of Science Education</i> , 32 (18), 2451–2474.	Inglés	Australia
Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes.	2003	Dawson, V and Schibeci, R.	<i>Journal of Biological Education</i> , 38 (1), 7-12.	Inglés	Australia
Biotechnology learnings using 'Claymation' and 'Slowmation'.	2009	Kidman, G y Hoban, G.	<i>NARST Grand Challenges and Great Opportunities in Science Education</i> , 1-6.	Inglés	Australia
An Exploration of High School (12–17 Year Old) Students' Understandings of, and Attitudes Towards Biotechnology Processes.	2007	Dawson, V.	<i>Research in Science Education</i> , 37, 59–73.	Inglés	Australia
What is an 'Interesting Curriculum' for Biotechnology Education Students and Teachers Opposing Views?	2010	Kidman, G.	<i>Research in Science Education</i> , 40 (3), 353-373.	Inglés	Australia
The Challenge in Teaching Biotechnology.	2004	Steele, F and Aubusson, P.	<i>Research in Science Education</i> , 34 (4), 365-387.	Inglés	Australia
Asking students: What key ideas would make classroom biology interesting?	2008	Kidman, G	<i>Teaching Science</i> , 54 (2), 34-38.	Inglés	Australia
Preparing technological citizens: A proposed 'Australian Biotechnology Education Centre'.	2004	Schibeci, R.	Technologies, Publics and Power. Akaroa, New Zealand, 15,	Inglés	Australia

			February. 1-12		
Teaching About Designer Babies & Genetically Modified Foods: Encouraging the Teaching of Biotechnology in Secondary Schools.	2006	Leslie, G. and Schibeci, R.	<i>The American Biology Teacher</i> , 68 (7), 98-103.	Inglés	Australia
Biotechnology education: topics of interest to students and teachers.	2007	Kidman, G	<i>The World Conference on Science and Technology Education</i> , 8 to 12 July 2007, Perth, Australia.	Inglés	Australia
Biotechnology education in Europe.	2003	Moses, V.	<i>Journal of Commercial Biotechnology</i> , 9 (3), 219-230.	Inglés	Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Portugal, España, Suecia, Suiza, Reino Unido y Estado Unidos de América.
Bioinformática como recurso pedagógico para o curso de ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará - UECE - Fortaleza, Estado de Ceará.	2012	Ribeiro, H; Germano, R de Oliveira, V. y Ceccatto, V.	<i>Acta Scientiarum. Education</i> , 34 (1), 129-140.	Español	Brasil
Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos.	2008	Pedrancini, <i>et al.</i>	<i>Ciência &amp; Educação (Bauru)</i> , 14 (1), 135-146.	Portugués	Brasil
High School Students' Attitudes Associated with Biotechnology and Molecular Genetics Concepts in Brazil.	2013	Freire, A; Xavier, M and Moraes, M.	<i>Creative Education</i> , 4 (2), 149-153.	Inglés	Brasil
O estudo da Biotecnologia: análise prévia da percepção de alunos do curso de Ciências Biológicas (UFPel).	2012	Rodrigues,G; Barneche,M ; Borba, V, Bobrowski,V.	<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> , 1121-123.	Portugués	Brasil
Continuing education in structural biology for science teachers.	2010	Bossolan, N; Da Silva y Beltramini, L.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2, 3145-3149.	Inglés	Brasil
Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.	2007	Pedrancini, <i>et al.</i>	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6 (2), 299-309	Portugués	Brasil
Teaching Biotechnology: A model for building a resource base.	2004	MacKinnon, G.	<i>In Society for Information Technology &amp; Teacher Education International Conference</i> , (1), 4701-4704.	Inglés	Canadá

Toward an integrated biotechnological engineering education program: a Canadian perspective.	2003	Vermette, P; Proulx, P and Marcos, B.	<i>Nature Biotechnology</i> , 21 (12), 1525-1527.	Inglés	Canadá
Módulos experimentales interactivos en biotecnología: una estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias experimentales en educación media.	2005	Said, A; Barrios, O y Acevedo, J.	<i>Enseñanza de las Ciencias</i> . Número Extra. VII Congreso. 1-5.	Español	Chile
Promotion of Biotechnology Education for Secondary Schools in Hong Kong (July 2004).	2004	Wan, F; Ying, Lee, S and Mak, W.	www.hkbta.org.hk/article_2.htm	Inglés	China
The Development and Validation of the GMOAS, an Instrument Measuring Secondary School Students' Attitudes Towards Genetically Modified Organisms.	2012	Herodotou, C; Kyza, E; Nicolaidou, I; Hadjichambis, A; Kafouris, D and Terzian, F.	<i>International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement</i> , 2 (2), 131-147.	Inglés	Chipre
Biotecnología aplicada Un logro del Grupo BIOSEC.	2008	Caro, M.	<i>Revista Colombiana de Biotecnología</i> , 10 (2), 129-132.	Español	Colombia
Incorporación de la biotecnología en la Educación básica y media.	1998	Grupo de Incorporación de la Biotecnología en la Educación Básica y Media.	<i>Revista Colombiana de Biotecnología</i> , 1 (2), 68-68.	Español	Colombia
Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología.	2008	Roa, R; García, G y Chavarro, C.	<i>Revista Educación y Educadores</i> , 11 (2), 69-88	Español	Colombia
Nuevas tecnologías aplicadas a la educación: una experiencia en la enseñanza de la genética.	2007	Figueredo, O y Regalado, L.	<i>Revista Educación y Educadores</i> , 10 (2), 165-173.	Español	Colombia
Construcción del saber de los profesores de ciencias naturales en formación inicial, para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología.	2012	Rengifo, L.	<i>Revista EDUCyT</i> . Volumen extraordinario, Diciembre.	Español	Colombia
Contribución al desarrollo de la biotecnología desde la educación en los niveles de la básica y media.	1998	Valbuena, E.	<i>Tecné, episteme y didaxis</i> , (4), 83-92.	Español	Colombia
Importancia de la Biotecnología Basada en Resolución de Problemas en la Enseñanza de la Economía.	2005	Camargo, A.	<i>Vestigium. Revista Académica Universitaria</i> , 2 (1), 54-63.	Español	Colombia
Technology Teachers' Beliefs About Biotechnology and Its Instruction in South Korea.	2009	Kwon, H and Chang M.	<i>Journal of Technology Studies</i> , 35(1), 67-75.	Inglés	Corea del Sur
Secondary School Students' Perceptions about Biological Issues in South Korea.	2012	Kim, et al.	<i>World Academy of Science, Engineering and Technology</i> , 66, 466-468.	Inglés	Corea del Sur
Enseñanza popular de la Biotecnología.	2007	Negrín, et al.	<i>Biotecnología Aplicada</i> , 24 (1), 53-58.	Español	Cuba
Slovakian Students' Knowledge of and Attitudes toward Biotechnology.	2007	Prokop, P; Lešková, A; Kubiátko, M and Dirand, C.	<i>International Journal of Science Education</i> , 29 (7), 895-907.	Inglés	Eslovaquia y Estados Unidos de América.
The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers.	2009	Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 12 (3), 1-13.	Inglés	Eslovenia

The influence of intelligence and emotions on the acceptability of genetically modified organisms.	2012	Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 15 (1), 1-11.	Inglés	Eslovenia
Controversias y dilemas en el aula. El caso de la biotecnología.	2005	Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J.	<i>Enseñanza de las Ciencias</i> . Número Extra. VII Congreso. 1-6.	Español	España
Matching Society Values: Students' Views of Biotechnology.	2008	Saenz, M; Nino, Gómez and Carretero, A.	<i>International Journal of Science Education</i> , 30 (2), 167-183.	Inglés	España
Comunidades de producción de conocimientos en clase de biología.	2001	Jiménez, M P.	<i>Memorias V Jornadas Nacionales de Enseñanza de la Biología</i> , Argentina, 19-25.	Español	España
La presencia de la biotecnología dentro y fuera de la escuela. Primeros resultados de un estudio diagnóstico.	2007	Miron, C; Cabo, J; Hernández; Cotrinas, J.	<i>Publicaciones</i> , 37, 89-108.	Español	España
Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en ciencia y tecnología. El caso de la biotecnología.	2006	Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J.	<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> , 3 (3), 349-368.	Español	España
Food biotechnology and education.	2008	Ramón, D; Diamante, A and Calvo, M.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 11 (5), 1-5.	Inglés	España y Argentina
A teaching model for biotechnology and genomics education.	2003	Kirkpatrick, G; Orvis, K and Pittendrigh, B.	<i>Journal of Biological Education</i> , 37 (1), 31-35.	Inglés	Estados Unidos de América
Work in Progress - Engagement Through a Dual Credit Initiative Resulting in Collaborative Partnerships to Create Pre-Engineering Biotechnology Curriculum for The High School Classroom.	2009	Clase, K.	<i>39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference</i> , 1-3.	Inglés	Estados Unidos de América
The Effects of an Active-Learning Biotechnology and Genomics Unit on High School Students' Knowledge, Motivation and Learning Experiences.	2009	Mueller, A; Knobloch, N and Orvis, K.	<i>American Association for Agricultural Education Research Conference Proceedings</i> , 272-287.	Inglés	Estados Unidos de América
Teaching the Nature of Biotechnology Using Service-Learning Instruction.	2004	Montgomery, B.	<i>BEE-j</i> , 4, November, 1-12.	Inglés	Estados Unidos de América
Crossing Over: An Undergraduate Service Learning Project That Connects to Biotechnology Education in Secondary Schools.	2008	Hark, A	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> , 36 (2), 159-165.	Inglés	Estados Unidos de América
Food Biotechnology Teaching Guide.	2000	Tietyen, J; Garrison, M; Bessin, R and Hildebrand, D.	<i>Biotechnology Research and Education Initiative (BREI) committee</i> , 1-4.	Inglés	Estados Unidos de América
Education resources of the National Center for Biotechnology Information.	2010	Cooper, et al.	<i>Briefings in Bioinformatics</i> , 11 (6). 563-569	Inglés	Estados Unidos de América
DNA Microarray Wet Lab Simulation Brings Genomics into the High School Curriculum.	2006	Campbell A; Zanta C; Heyer L; Kittinger, B; Gabric, K and Adler, L.	<i>CBE—Life Sciences Education</i> , 5, 332-339.	Inglés	Estados Unidos de América

Biotechnology Apprenticeship for Secondary-Level Students: Teaching Advanced Cell Culture Techniques for Research.	2002	Lewis, J; Kotur, M; Butt, O; Kulcarni, S; Riley, A; Ferrell, N; Sullivan, K, and Ferrari, M.	<i>Cell Biology Education</i> , 1, 26-42.	Inglés	Estados Unidos de América
Project-Based Learning to Promote Effective Learning in Biotechnology Courses.	2012	Movahedzadeh, F; Patwell, R; Rieker, J and Gonzalez, T.	<i>Education Research International</i> , 1-8.	Inglés	Estados Unidos de América
Teaching the principles of biotechnology transfer: A service-learning approach.	2003	Montgomery, B.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 6 (1), 13-15.	Inglés	Estados Unidos de América
The future of biotechnology depends on quality science education.	2003	Alberts, B. and Labov, J.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 6 (3), 167-167.	Inglés	Estados Unidos de América
The Involvement of Genome Researchers in High School Science Education.	1999	Munn, M; Skinner, P; Conn, L; Horsma, H and Gregory, P.	<i>Genome Research</i> , 9, (7), 597-607.	Inglés	Estados Unidos de América
Undergraduate Research: A Bridge to Graduate Education in Agricultural Biotechnology for Hispanics.	2008	Louzada, E; De Rio, H; Abell, A; Peltz, G and Persans, M.	<i>Hort Technology</i> , 8 18(3), 516-519.	Inglés	Estados Unidos de América
American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes.	2011	Chabalengula VM; Mumba F and Chitiyo J.	<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i> , 6 (4), 341-357.	Inglés	Estados Unidos de América
Modernizing the agricultural education curriculum: An analysis of agricultural education teachers' attitudes, Knowledge, and understanding of biotechnology.	2006	Boone, H; Gartin, S; Boone, D y Hughes, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 47 (1), 78-89.	Inglés	Estados Unidos de América
Factors influencing the intent of North Carolina agricultural educators to adopt agricultural biotechnology curriculum.	2002	Wilson, E; Kirby, B y Flowers, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 43 (1), 69-81.	Inglés	Estados Unidos de América
Differences in agricultural science teachers' knowledge and attitudes of biotechnology.	2006	Mowen, D; Roberts, Y; Wingenbach, G and Harlin, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 48 (1), 42 - 51.	Inglés	Estados Unidos de América
Overtly teaching critical thinking and inquiry-based learning: A comparison of two undergraduate biotechnology classes.	2008	Friedel, C; Irani, T; Rudd, R; Gallo, M; Eckhardt, E and Ricketts, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 49 (1), 72 - 84	Inglés	Estados Unidos de América
The Lego® Model for Teaching Gene Sequencing and Biotechnology.	2006	Rothhaar, R; Pittendrigh, B and Orvis, K.	<i>Journal of Biological Education</i> , 40 (4), 166-171.	Inglés	Estados Unidos de América
Benefits of Hands-On Biotechnology Training Workshops for Secondary School Educators and College Students. <i>Journal of Biotech Research</i> , 1, 72-79.	2009	Aziz, A; Tegegne, F; and Wiemers, R	<i>Journal of Biotech Research</i> , 1, 72-79.	Inglés	Estados Unidos de América
The original biotechnology: brewing an undergraduate Education.	2000	Brulla, D and Woller, M.	<i>Journal of Industrial Microbiology &amp; Biotechnology</i> , 24, 327-333.	Inglés	Estados Unidos de América
On Teaching Biotechnology in Kentucky.	1998	Brown, D; Kemp, M y Hall, J	<i>Journal of Industrial Teacher Education</i> , 35 (4), 44-60.	Inglés	Estados Unidos de América
Biotechnology Content Organizers.	1999	Wells, J.	<i>Journal of Industrial Teacher Education</i> , 36 (4).	Inglés	Estados Unidos de América



Going Forward in Education on Agricultural Biotechnology: Extension's Role Internationally.	2004	Davis, K; Irani, T and Payson, K.	<i>Journal of International Agricultural and Extension Education</i> , 11 (1), 25-34.	Inglés	Estados Unidos de América
Engaging Students in a Bioinformatics Activity to Introduce Gene Structure and Function.	2013	May, B.	<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i> , May, 107-109.	Inglés	Estados Unidos de América
Preparing Science-Trained Professionals for the Biotechnology Industry: A Ten-Year Perspective on a Professional Science Master's Program.	2012	Hamilton, P; Luginbuhl, S and Hyman, M.	<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i> , May, 39-44.	Inglés	Estados Unidos de América
The Use of Open-Ended Problem-Based Learning Scenarios in an Interdisciplinary Biotechnology Class: Evaluation of a Problem-Based Learning Course Across Three Years.	2012	Steck, T; DiBiase, W; Wang, C and Boukhtiarov, A.	<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i> , 13 (1), 2-10.	Inglés	Estados Unidos de América
Biotechnology education: a multiple instructional strategies approach.	2002	Dunham, T; Wells, J and White, K.	<i>Journal of Technology Education</i> , 14 (1), 65-81.	Inglés	Estados Unidos de América
A Delphi Study to Identify Recommended Biotechnology Competencies for First-Year/Initially Certified Technology Education Teachers.	2006	Scott, D; Washer, B and Wright, M.	<i>Journal of Technology Education</i> , 17 (2).	Inglés	Estados Unidos de América
Establishing a Taxonomic Structure for the Study of Biotechnology in Secondary School Technology Education.	1994	Wells, J.	<i>Journal of Technology Education</i> , 6 (1), 58-75.	Inglés	Estados Unidos de América
Incorporating case studies into an undergraduate genetics course.	2011	Murray-Nseula, M.	<i>Journal of the Scholarship of Teaching and Learning</i> , 11 (3), 75-85.	Inglés	Estados Unidos de América
Agricultural Biotechnology Education.	2002	Zeller, M.	<i>The Agricultural Education Magazine</i> . 74 (5), 22-23.	Inglés	Estados Unidos de América
Biotechnology in the High School Biology Curriculum: The Future Is Here!	1994	Zeller, M.	<i>The American Biology Teacher</i> , 56 (8), 460-464.	Inglés	Estados Unidos de América
The Emerging Role of Biotechnology in the Classroom.	1998	Shmaefsky, B.	<i>The American Biology Teacher</i> , 60 (6), 402-406.	Inglés	Estados Unidos de América
Genetically Modified (GM) Foods and Teaching Critical Thinking.	2003	Flores V and Tobin, A.	<i>The American Biology Teacher</i> , 65 (3), 180-184.	Inglés	Estados Unidos de América
Development of biotechnology curriculum for the biomanufacturing industry.	2002	McKown, R and Coffman, G.	<i>The Official Journal of ISPE</i> , 22 (3), 1-6.	Inglés	Estados Unidos de América
Teaching Biotechnology to Medical Students: Is There An Easy Way?	1987	Steggles, A.	<i>The Ohio Journal of Science</i> , 87 (5), 158-161.	Inglés	Estados Unidos de América
Genomics Analogy Model for Educators (GAME): VELCRO® Analogy Model to Enable the Learning of DNA Arrays for Visually Impaired and Blind Students.	2007	Bello, et al.	<i>The Science Education Review</i> , 6 (4). 123:1-123:12.	Inglés	Estados Unidos de América
Genomics Analogy Model for Educators (GAME): Fuzzy DNA Model to Enable the Learning of Gene	2008	Butler, H; Bello, J; York, A; Orvis, K and Pittendrigh, B.	<i>The Science Education Review</i> , 7 (2), 52:1-52:9.	Inglés	Estados Unidos de América

Sequencing by Visually Impaired and Blind Students.					
Photo bioreactor: Biotechnology for the Technology Education Classroom.	2002	Dunham, T; Wells, J and White, K.	<i>The Technology Tacher</i> , 62 (2), 7-12.	Inglés	Estados Unidos de América
Inclusion of biotechnology in US Standards for Technological Literacy: Influence on South Korean Technology Education Curriculum.	2008	Wells, J and Kwon, H.	<i>Proceedings of the 19th Pupil's Attitude Toward Technology Conference</i> , 315-333.	Inglés	Estados Unidos de América y Corea del Sur
Analysis of debating strategies in classroom in the field of biotechnology.	2002	Simonneaux, L.	<i>Journal of Biological Education</i> , 37 (1), 9-12.	Inglés	Francia
An Exploration of Attitudes towards Modern Biotechnology: A study among Dutch secondary school students	2007	Klop, T and Severiens, S.	<i>International Journal of Science Education</i> , 29 (5), 663 – 679.	Inglés	Holanda
Addressing the Dynamics of Science in Curricular Reform for Scientific Literacy: The case of genomics.	2010	Van Eijck, M	<i>International Journal of Science Education</i> , 32 (18), 2429–2449.	Inglés	Holanda
Teachers' perception of Biotechnology and its implications on science curriculum development.	2002	Chan, S and Lui, C.	<i>Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development</i> , 5 (1), 139-166.	Inglés	Hong Kong
Biotechnology Education for Teacher Trainees.	1999	Lui, K y Chan, S.	<i>The Journal of Education Hong Kong Teachers' Association (HKTA)</i> , 40, 109 – 116	Inglés	Hong Kong
Need for New Trends in Biotechnology Education and Training.	2009	Narasimharao, B.	<i>Asian Biotechnology and Development Review</i> , 11 (2), 89-114.	Inglés	India
Microbiology and Biotechnology Education in India.	2010	Lal, R.	<i>Indian Journal Microbiology</i> , 50, September, 251–252.	Inglés	India
Enhanced Facilitation of Biotechnology Education in Developing Nations via Virtual Labs: Analysis, Implementation and Case-studies.	2011	Diwakar, S; Achuthan, K; Nedungadi, P; and Nair, B	<i>International Journal of Computer Theory and Engineering</i> , 3(1), 1-8.	Inglés	India
Biotechnology education and societal demands: challenges faced by biotechnology and human resources development.	2010	Narasimharao, B.	<i>Social Responsibility Journal</i> , 6 (1), 72-90.	Inglés	India
Academic Manpower Training Policy in Israel in the Area of Biotechnology.	2002	Herskovic, S.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 5 (2), 14.	Inglés	Israel
Teaching a Biotechnology Curriculum Based on Adapted Primary Literature.	2008	Falk, H; Brill, G and Yarden, A	<i>International Journal of Science Education</i> , 30 (14) 1841-1866.	Inglés	Israel
The 'ostension-teaching' approach as a mean to develop junior-high student attitudes towards biotechnologies.	1999	Olsher, G and Dreyfus, A.	<i>Journal of Biological Education</i> , 34 (1), 25-31.	Inglés	Israel
Teachers' Contribution to the Enactment of Animations in Class while Studying Biotechnological Methods.	2010	Yarden, H y Yarden, A.	Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era. 94-99.	Inglés	Israel

Learning Using Dynamic and Static Visualizations: Students' Comprehension, Prior Knowledge and Conceptual Status of a Biotechnological Method.	2010	Yarden, H and Yarden, A.	<i>Research Science Education</i> , 40, 375–402.	Inglés	Israel
Supporting learning biotechnological methods using interactive and task included animations.	2006	Yarden, H y Yarden, A.	<i>SIG 2 Bi -Annual meeting "Text and graphics comprehension"</i> , 131-135.	Inglés	Israel
Teaching biotechnology through case studies –can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?	2003	Dori, Y; Tal, R; y Tsaushu, M.	<i>Science Education</i> , 87(6), 767-793.	Inglés	Israel y Estados Unidos de América
Gene literacy education in Japan—Fostering public understanding through practice of hands-on laboratory activities in high schools.	2006	Oto, M; Ono, M and Kamada, H.	<i>Plant Biotechnology</i> , 23, 339–346.	Inglés	Japón
How Japanese students reason about agricultural biotechnology.	2004	Maekawa, F and Macer, D.	<i>Science and Engineering Ethics</i> , 10, 705-716.	Inglés	Japón
Opportunities in Africa for training in genome science.	2004	Masiga, D and Isokpehi, R.	<i>African Journal of Biotechnology</i> , 3 (2), 117-122.	Inglés	Kenia y Sur África
Lithuanian University Students' Knowledge of Biotechnology and Their Attitudes to the Taught Subject.	2008	Lamanauskas, V y Makarskaitė, R.	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 4 (3), 269-277.	Inglés	Lituania
Online forum in biotechnology education: a study from the students' perspective.	2012	Shing, W and Hing, T.	<i>Academic Research International</i> , 2 (3), 120-125.	Inglés	Malasia
A nationwide biotechnology outreach and awareness program for Malaysian high schools.	2005	Firdaus-Raih M; Senafi S; Murad A; Sidik N; Kiew Lian W; Daud F; Zainal Ariffin S; Zamrod Z; Chon Seng T; Othman A; Harmin S; Saad M; Mohamed R.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 8 (1), 9-15.	Inglés	Malasia
Students' And Teachers' Perspectives On Biotechnology Education: A Review On Publications In Selected Journals.	2013	Gelamdin, R; Alias, N; and Attaran, M.	<i>Life Science Journal</i> , 10 (1), 1210-1221.	Inglés	Malasia
Escuela y medios, una mirada a la difusión sobre clonación y transgénicos.	2006	Jiménez, M T.	<i>UNIrevista</i> , 1 (3), 1-11.	Español	México
Biotechnology Pedagogical Knowledge through Mortimer s conceptual profile.	2009	Garritz, A y Velázquez, P.	<i>Proceedings of the NARST Annual Meeting</i> , 1-18.	Español	México
Enseñar a Enseñar Biotecnología: Una Mirada desde la Química, la Didáctica y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC's) . .	2012	Puebla, M; Yrazola, M y Mercadal, R.	<i>Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología</i> , 3 (1), 75-93.	Español	México
Using education as a public relations tool for biotechnology.	2002	Styles, M.	<i>Plant Cell, Tissue and Organ Culture</i> , 70, 23–26.	Inglés	Nueva Zelanda
Improving Technology Perception through Information and Education: A case of Biotechnology in Nigeria.	2008	Adekoya, A y Oladele, O.	<i>Agriculturae Conspectus Scientifi cus</i> . 73 (4), 239-243.	Inglés	Nigeria y Botswana

Learning about cloning: developing student knowledge and interest through an interactive, context-based approach.	2009	Lyngved, R.	<i>Nordina</i> , 5 (2), 142-157.	Inglés	Noruega
Gen-Gangere: a science-ndrama project about knowledge, biotechnology and Ibsen's dramatic works.	2004	Ødegaard, M.	<i>School Science Review</i> , 86 (315), 87-94.	Inglés	Noruega
Marine biotechnology in education: a competitive approach.	2003	Bosma, R and Wijffels, R.	<i>Biomolecular Engineering</i> , 20, 125-131.	Inglés	Nueva Zelanda
Guided Practice Software for Teaching DNA Replication to Senior High School Students.	2008	Woods, E; McKinnon, A; Hickford, J and Abell, W.	<i>Bioscience Education</i> , 12, December. En: <a href="http://www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol12/beej-12-4.pdf">www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol12/beej-12-4.pdf</a>	Inglés	Nueva Zelanda
Enhancing technology education by forming links with industry: a new zealand case study.	2005	Brunton, M and Coll,R.	<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> , 3, 141-166.	Inglés	Nueva Zelanda
Biotechnology teaching models: what is their role in technology education?	2000	France, B.	<i>International Journal of Science Education</i> , 22 (9), 1027- 1039.	Inglés	Nueva Zelanda
Questions Students Ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom.	2010	France B and Bay, J.	<i>International Journal of Science Education</i> , 32 (2), 173-194.	Inglés	Nueva Zelanda
New Zealand Teachers' Experiences in Implementing the Technology Curriculum.	2004	Jones, A; Harlow, A and Cowie,B.	<i>International Journal of Technology and Design Education</i> , 14, 101-119.	Inglés	Nueva Zelanda
Location, Location, Location: Positioning Biotechnology Education for the 21st Century.	2007	France, B.	<i>Studies in Science Education</i> , 43, 88- 122.	Inglés	Nueva Zelanda
Developing Pedagogical Content Knowledge for the New Sciences: The example of biotechnology.	2006	Moreland, J; Jones, A and Cowie, B	<i>Teaching Education</i> , 17 (2), 143-155.	Inglés	Nueva Zelanda
Interdisciplinary Nature of Genetics: Educational Implications.	2004	Potyrala, K.	<i>Science Education International</i> , 15 (2), 153-160.	Inglés	Polonia
Teaching of Biotechnology in the Biochemistry Course.	2002	Serralheiro, M and Freire, A	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 5 (3), 212-215.	Inglés	Portugal
Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education.	2012	Fonseca, M; Costa, P; Lencastre, L; Tavares, F.	<i>Teaching and Teacher Education</i> , 28, 368-381.	Inglés	Portugal
La Biotecnología en la enseñanza de las Ciencias en el 3º Ciclo – Desarrollo de una unidad didáctica utilizando la acción de biocatalizadores.	2008	Palma, R; Costa, M y Carmo, J.	<i>V Seminário Ibérico y I Seminário Iberoamericano</i> , 374-379.	Español	Portugal
La enseñanza y capacitación en Biotecnología desde la perspectiva de la Educación General.	2011	Arroyo,G.	<i>Revista Umbral</i> , 4, mayo,66-78	Español	Puerto Rico
Evaluating University Masterclasses and School Visits as mechanisms for enhancing teaching and learning experiences for undergraduates and school pupils. A pilot study involving biotechnology students.	2003	Todd, A and Murphy, D.	<i>BEE-j</i> , 2, November, 1-11.	Inglés	Reino Unido
Biotechnology education.	1998	Jenkins, R.	<i>Biochemical Education</i> , 26, 299-300.	Inglés	Reino Unido

The Biotechnology Summer School: A Novel Teaching Initiative.	2002	Thomas, <i>et al.</i>	<i>Innovations in Education and Teaching International</i> , 39 (2), 124-136.	Inglés	Reino Unido
Biotechnology in schools: the UK experience.	1992	Wymer, P.	<i>World Journal of Microbiology and Biotechnology</i> , 8, 473-476.	Inglés	Reino Unido
Teaching food biotechnology across the 16+ curriculum: an interdisciplinary INSET workshop based on European collaboration.	2000	Grainger, J; Howarth, S; Jung, A and Wymer, P.	<i>Proceedings of the International Symposium "BioEd 2000" The Challenge of the next Century</i> , 1-4.	Inglés	Reino Unido y Francia
New Educational Journal Biotechnology Education.	1990	Wymer, P and Micklos, D.	<i>Biochemical Education</i> , 18 (1), 57.	Inglés	Reino Unidos y Estados Unidos de América
An overview on the status of romanian Biotechnology in educational and trade sector.	2010	Stanciuc, N; Stanciu, S; Nistor, C; Râpeanu, G and Bahrim, G.	<i>Innovative Romanian Food Biotechnology</i> , 7, 1-11.	Inglés	Rumanía
A cross-sectional study of biotechnology awareness and teaching in European high schools.	2010	Vanderschuren, H; Heinzmann, D; Faso, C; Stupak, M; Arga, K.Y; Hoerzer, H; Laizet, Y; Leduchowska, P; Silva, N and Šimková, K.	<i>New Biotechnology</i> , 27, 822-828.	Inglés	Suiza
A public policy on biotechnology education: what might be relevant and effective?	2004	Braun, R y Moses, V	<i>Current Opinion in Biotechnology</i> , 15, 246-249.	Inglés	Suiza y Reino Unido
Enhanced learning of biotechnology students by an inquiry-based cellulase laboratory.	2010	Ketpichainarong, W; Panijpan, B and Ruenwongsa, P.	<i>International Journal of Environmental and Science Education</i> , 5(2), 169-187.	Inglés	Tailandia
The Development of Multimedia Courseware for Biotechnology.	2005	Chuang, L and Yang, C.	<i>International Journal of The Computer, the Internet and Management</i> , 13 (3), 33-44.	Inglés	Taiwán
Biotechnology student's knowledge and attitudes in the UK and Taiwan.	1999	Chen, S and Raffan, J.	<i>Journal of Biological Education</i> , 34 (1). 17-23.	Inglés	Taiwán y Reino Unido
A study of prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues.	2006	Darcin, E and Türkmen, L.	<i>Asi-Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i> , 7 (2).	Inglés	Turquía
High School and University Students' Knowledge and Attitudes regarding Biotechnology.	2009	Usak, M; Erdogan, M; Prokop, P and Ozel, M.	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> , 37 (2), 123-130.	Inglés	Turquía
Preservice science teacher's opinions and ethical perceptions in relation to Cloning studies.	2012	Sürmeli, H y Şahin, F.	<i>Cukurova University Faculty of Education Journal</i> , 41 (2), 76-86.	Inglés	Turquía
What makes biology learning difficult	2012	Çimer, A.	<i>Educational Research</i>	Inglés	Turquía

and effective: Students' views?			<i>and Reviews</i> , 7 (3), 61-71.		
An overview of biotechnology in turkish secondary schools: a student's perspective on health and environmental issues.	2011	İncekara, S and Tuna, F.	<i>European Journal of Educational Studies</i> , 3 (1), 123-133.	inglés	Turquía
A Comparative Study of Turkish Elementary and Science Education Major Students' Knowledge Levels at the Popular Biotechnological Issues.	2007	Turkmen, L and Darcin, E.	<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i> , 2 (4), 125-131.	Inglés	Turquía
Eighth-Grade Students' Perceptions of Biotechnology: A Case Study.	2012	Anagün, Ş.	<i>Journal of Turkish Science Education</i> , 9 (3), 191-206.	Inglés	Turquía
Easy biotechnology: Practical material designs within team activities in learning biotechnological concepts & processes.	2010	Altıparmak, and Yazici, N.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2 (2), 4115-4119.	Inglés	Turquía
Science fiction aided biotechnology instruction: effects of bioethics group discussions on achievement and attitudes.	2010	Yazıcı, N. and Altıparmak, M.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2 (2), 4125-4129	Inglés	Turquía
Examination of university students' attitudes towards biotechnological studies in terms of faculty and gender variables.	2010	Sürmeli, H y Şahin, F.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2, 3999-4005.	Inglés	Turquía
Turkish pre-service science teachers' knowledge and attitude towards application areas of biotechnology.	2011	Darçin, E.	<i>Scientific Research and Essays</i> , 6 (5), 1013-1019.	Inglés	Turquía
An assessment of Turkish secondary school students' attitudes towards biotechnology in the perspective of genetically modified foods.	2011	Tuna, F and İncekara, S.	<i>Scientific Research and Essays</i> , 6 (14), 3072-3078.	Inglés	Turquía
Opinions on genetic engineering studies of primary school students in Turkey.	2011	Topsakal, U.	<i>Scientific Research and Essays</i> , 6 (2), 229-235.	Inglés	Turquía
Development of an Attitude Measure Oriented to Biotechnology for the Pre-Service Science Teachers.	2008	Darçin, E y Güven, T.	<i>Teachers. Journal of Turkish Science Education</i> , 5 (3), 72-81.	Inglés	Turquía
Development of biotechnology education in Turkey.	2000	Severcan, F; Ozan, A and Haris, P.	<i>Biochemical Education</i> , 28, 36-38.	Inglés	Turquía y Reino Unido
Student teachers' knowledge of and attitudes toward chemical hormone usage in biotechnology.	2008	Özden; M; Usak, M; Prokop, P; Türkoğlu, A y Bahar, B.	<i>African Journal of Biotechnology</i> , 7 (21), 3892-3899.	Inglés	Turquía y Eslovaquia
High School Students' Knowledge and Attitudes Regarding Biotechnology Applications.	2009	Özel, M; Erdoğan, M; Uşak, M and Prokop, P.	<i>Educational Sciences: Theory &amp; Practice</i> , 9 (1), 321-328.	Inglés	Turquía y Eslovaquia
Development and validation of an instrument to measure university student Biotechnology attitude.	2009	Erdoğan; M Özel , M; Uşak, M y Prokop, P.	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , 18 (3), 255- 264.	Inglés	Turquía y Eslovaquia
Assessment of preservice teachers' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A cross-cultural comparison.	2012	Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanauskas, V; Uşak, M and Prokop, P.	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , 11 (1), 78-93.	Inglés	Turquía, Líbano, Lituania y Eslovaquia
Comics as a tool for teaching biotechnology in primary schools.	2003	Rota, G e Izquierdo, J.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 6 (2), 85-89.	Inglés	Uruguay

Percepción y educación sobre la biotecnología en las Escuelas agropecuarias del estado Yaracuy.	2007	Mujica, H y Reyes, C.	<i>Educare</i> . 11 (1), 1-7.	Español	Venezuela
Modelo analógico para enseñar biotecnología. Una experiencia en el aula.	2009	Rengifo, V; Lander, Y y Reyes, E.	<i>Paradigma</i> , XXX (2), 203 - 215.	Español	Venezuela
Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología.	2010	Eleizalde, M; Parra, N; Palomino, C; Reyna, A y Trujillo, I.	<i>Revista de Investigación</i> , 71 (34), 271-290.	Inglés	Venezuela

**Anexo 2:** Nombre de revistas y memorias de eventos que han publicado artículos sobre educación en biotecnología

Nombre de la revista o evento	Número de publicaciones
<i>39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*</i>	1
<i>Academic Research International</i>	1
<i>Acta Scientiarum. Education</i>	1
<i>Agriculturae Conspectus Scientificus</i>	1
<i>American Association for Agricultural</i>	1
<i>Asian Biotechnology and Development Review</i>	1
<i>Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development</i>	1
<i>Asi-Pacific Forum on Science Learning and teching*</i>	1
<i>Biomolecular Engineering</i>	1
<i>Bioscience Education</i>	1
<i>Biotechnology Research and Education Initiative</i>	1
<i>Biotecnología Aplicada</i>	1
<i>Briefings in Bioinformatics</i>	1
<i>CBE—Life Sciences Education</i>	1
<i>Cell Biology Education</i>	1
<i>Ciência &amp; Educação (Bauru)</i>	1
<i>Creative Education</i>	1
<i>Cukurova University Faculty of Education Journal</i>	1
<i>Current Opinion in Biotechnology</i>	1
<i>Educare</i>	1
<i>Education Research International</i>	1
<i>Educational Research and Reviews</i>	1
<i>Educational Sciences: Theory &amp; Practice</i>	1
<i>European Journal of Educational Studies</i>	1
<i>Formación Universitaria</i>	1
<i>Genome Research</i>	1
<i>Hort Technology</i>	1
<i>In Society for Information Technology &amp; Teacher Education International Conference</i>	1
<i>Indian Journal Microbiology</i>	1
<i>Innovations in Education and Teaching International</i>	1
<i>Innovative Romanian Food Biotechnology</i>	1
<i>International Journal of Computer Theory and Engineering</i>	1
<i>International Journal of Science and Mathematics Education</i>	1
<i>International Journal of Technology and desing Education</i>	1
<i>International Journal of the Computer, the Internet and Management</i>	1
<i>Jornadas sobre investigación en educación a distancia y nuevas tecnologías en la UNC</i>	1
<i>Journal of Baltic Science Education</i>	1
<i>Journal of Biotech Research</i>	1
<i>Journal of Commercial Biotechnology</i>	1
<i>Journal of Industrial Microbiology &amp; Biotechnology</i>	1
<i>Journal of International Agricultural and Extension Education</i>	1
<i>Journal Of Science Education</i>	1

<i>Journal of Science Education and Technology</i>	1
<i>Journal of Technology Studies</i>	1
<i>Journal of the Scholarship of Teaching and Learning</i>	1
<i>Journal of Turkish Science Education</i>	1
<i>Life Science Journal</i>	1
<i>NARST Grand Challenges and Great Opportunities in Science Education</i>	1
<i>Nature Biotechnology</i>	1
<i>New Biotechnology</i>	1
<i>Nordina</i>	1
<i>Paradigma</i>	1
<i>Plant Biotechnology</i>	1
<i>Plant Cell, Tissue and Organ Culture</i>	1
<i>Proceedings of the 19th Pupil's Attitude Toward Technology Conference*</i>	1
<i>Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era*</i>	1
<i>Proceedings of the International Symposium "BioEd 2000" The Challenge of the next Centur*</i>	1
<i>Proceedings of the NARST Annual Meeting*</i>	1
<i>Publicaciones</i>	1
<i>Revista Boletín Biológico</i>	1
<i>Revista de Investigación</i>	1
<i>Revista EDUCyT*</i>	1
<i>Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología</i>	1
<i>Revista Umbral</i>	1
<i>School Science Review</i>	1
<i>Science and Engineering Ethics</i>	1
<i>Science Education</i>	1
<i>Science Education International</i>	1
<i>SIG 2 Bi -Annual meeting "Text and graphics comprehension"</i>	1
<i>Social Responsibility Journal</i>	1
<i>Student in Science Education</i>	1
<i>Teachers. Journal of Turkish Science Education</i>	1
<i>Teaching and Teacher Education</i>	1
<i>Teaching Education</i>	1
<i>Teaching Science</i>	1
<i>Technologies, Publics and Power</i>	1
<i>Technologies, Publics and Power*</i>	1
<i>Tecné, episteme y didaxis</i>	1
<i>The Agricultural Education Magazine</i>	1
<i>The Journal of Education Hong Kong Teachers' Association (HKTA)</i>	1
<i>The Official Journal of ISPE</i>	1
<i>The Ohio Journal of Science</i>	1
<i>The Technology Teacher</i>	1
<i>The World Conference on Science and Technology Education*</i>	1
<i>UNIrevista</i>	1
<i>Seminario Ibérico y Seminario Ibero-americano*</i>	1
<i>Vestigium. Revista Académica Universitaria</i>	1
<i>World Academy of Science, Engineering and Technology</i>	1
<i>World Journal of Microbiology and Biotechnology</i>	1
<i>www.hkbta.org.hk/article_2.htm</i>	1
<i>African Journal of Biotechnology</i>	2
<i>BEE-j</i>	2
<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	2
<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	2
<i>Journal of Industrial Teacher Education</i>	2
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	2
<i>Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*</i>	2
<i>Revista Colombiana de Biotecnología</i>	2
<i>Revista Educación y Educadores</i>	2
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>	2



<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia</i>	2
<i>The Science Education Review</i>	2
<i>VEsC</i>	2
<i>Biochemical Education</i>	3
<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i>	3
<i>Journal of Technology Education</i>	3
<i>Scientific Research and Essays</i>	3
<i>Journal of Agricultural Education</i>	4
<i>Journal of Microbiology &amp; Biology Education</i>	4
<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*</i>	4
<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i>	4
<i>Research in Science Education</i>	4
<i>The American Biology Teacher</i>	4
<i>Journal of Biological Education</i>	6
<i>International Journal of Science Education</i>	11
<i>Electronic Journal of Biotechnology</i>	12

\* Corresponde a memorias de eventos

### Anexo 3: Lista de artículos sobre educación en biotecnología con énfasis en los profesores

Nombre artículo	Año	Autor	Nombre revista	Idioma	País (es)
Prácticas innovadoras para la incorporación de la enseñanza de la Biotecnología en el aula.	2012	Duarte, P; Noguera, A y Martínez, M.	<i>Memorias X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> . 989-992.	Español	Argentina
Conocimientos sobre biotecnología en alumnos de profesorado en ciencias biológicas de la provincia de Córdoba.	2010	Jalil A; Ocelli, M y Acevedo, C.	<i>Memorias IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología</i> , Argentina, 1-2.	Español	Argentina
Teacher training through the solution of a biotechnological problem in a computer supported collaborative learning environment.	2010	Ocelli, M y Vázquez-Abad, J.	<i>VEsC</i> , 1 (1), 51-63.	Español	Argentina y Canadá
Attitudes and interests towards biotechnology: The mismatch between students and teachers.	2009	Kidman, G	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology</i> , 5 (2). 135-143.	Inglés	Australia
Biotechnology education: topics of interest to students and teachers.	2007	Kidman, G	<i>The World Conference on Science and Technology Education</i> , 8 to 12 July 2007, Perth, Australia.	Inglés	Australia
What is an 'Interesting Curriculum' for Biotechnology Education Students and Teachers Opposing Views?	2010	Kidman, G.	<i>Research in Science Education</i> , 40 (3), 353-373.	Inglés	Australia
Teaching About Designer Babies & Genetically Modified Foods: Encouraging the Teaching of Biotechnology in Secondary Schools.	2006	Leslie, G. and Schibeci, R.	<i>The American Biology Teacher</i> , 68 (7), 98-103.	Inglés	Australia
The Challenge in Teaching Biotechnology.	2004	Steele, F and Aubusson, P.	<i>Research in Science Education</i> , 34 (4), 365-387.	Inglés	Australia
Continuing education in structural biology for science teachers.	2010	Bossolan, N; Da Silva y Beltramini, L.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2, 3145-3149.	Inglés	Brasil

Construcción del saber de los profesores de ciencias naturales en formación inicial, para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología.	2012	Rengifo, L.	<i>Revista EDUCyT</i> . Volumen extraordinario, Diciembre.	Español	Colombia
Formación de profesores de Biología a través de la Biotecnología.	2008	Roa, R; García, G; Chavarro, C.	<i>Revista Educación y Educadores</i> , 11 (2), 69-88.	Español	Colombia
Technology Teachers' Beliefs About Biotechnology and Its Instruction in South Korea.	2009	Kwon H, Chang M.	<i>Journal of Technology Studies</i> , 35(1), 67-75.	Inglés	Corea del Sur
Slovakian Students' Knowledge of and Attitudes toward Biotechnology.	2007	Prokop, P; Lešková, A; Kubiátko, M and Dirand, C.	<i>International Journal of Science Education</i> , 29 (7), 895-907.	Inglés	Eslovaquia, Estados Unidos de América.
The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers.	2009	Šorgo, A and Ambrožič-Dolinšek, J.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 12 (3), 1-13.	Inglés	Eslovenia
The influence of intelligence and emotions on the acceptability of genetically modified organisms.	2012	Šorgo, A; Jaušovec, N; Jaušovec, K and Puhek, M.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 15 (1), 1-11.	Inglés	Eslovenia
Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en ciencia y tecnología. El caso de la biotecnología.	2006	Cabo, J; Enrique, C y Cortiñas, J.	<i>Revista Eureka</i> , 3 (3), 349-368.	Español	España
Controversias y dilemas en el aula. El caso de la biotecnología.	2005	Cabo, J; Enrique, C; García-Peña, H y Cortiñas, J.	<i>Enseñanza de las Ciencias</i> . Número Extra.	Español	España
La presencia de la biotecnología dentro y fuera de la escuela. Primeros resultados de un estudio diagnóstico.	2007	Miron, C; Cabo, J; Hernández; Cotrinas, J.	<i>Publicaciones</i> , 37, 89-108.	Español	España
Benefits of Hands-On Biotechnology Training Workshops for Secondary School Educators and College Students. <i>Journal of Biotech Research</i> , 1, 72-79.	2009	Aziz, A; Tegegne, F; and Wiemers, R	<i>Journal of Biotech Research</i> , 1, 72-79.	Inglés	Estados Unidos de América
Modernizing the agricultural education curriculum: An analysis of agricultural education teachers' attitudes, Knowledge, and understanding of biotechnology.	2006	Boone, H; Gartin, S; Boone, D y Hughes, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 47 (1), 78-89.	Inglés	Estados Unidos de América
On Teaching Biotechnology in Kentucky.	1998	Brown, D; Kemp, M y Hall, J	<i>Journal of Industrial Teacher Education</i> , 35 (4), 44-60.	Inglés	Estados Unidos de América
American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes.	2011	Chabalengula VM; Mumba F and Chitiyo J.	<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i> , 6 (4), 341-357.	Inglés	Estados Unidos de América
Crossing Over: An Undergraduate Service Learning Project That Connects to Biotechnology Education in Secondary Schools.	2008	Hark, A	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> , 36 (2), 159-165.	Inglés	Estados Unidos de América
Biotechnology Apprenticeship for Secondary-Level Students: Teaching Advanced Cell Culture Techniques for Research.	2002	Lewis, J; Kotur, M; Butt, O; Kulcarni, S; Riley, A; Ferrell, N; Sullivan, K, and Ferrari, M.	<i>Cell Biology Education</i> , 1, 26-42.	Inglés	Estados Unidos de América
A Delphi Study to Identify Recommended Biotechnology	2006	Scott, D; Washer, B and Wright, M.	<i>Journal of Technology Education</i> , 17 (2).	Inglés	Estados Unidos de América

Competencies for First-Year/Initially Certified Technology Education Teachers.					América
Factors influencing the intent of North Carolina agricultural educators to adopt agricultural biotechnology curriculum.	2002	Wilson, E; Kirby, By Flowers, J.	<i>Journal of Agricultural Education</i> , 43 (1), 69-81.	Inglés	Estados Unidos de América
Biotechnology in the High School Biology Curriculum: The Future Is Here!	1994	Zeller, M.	<i>The American Biology Teacher</i> , 56 (8), 460-464.	Inglés	Estados Unidos de América
Teachers' perception of Biotechnology and its implications on science curriculum development.	2002	Chan, S and Lui, C.	<i>Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development</i> , 5 (1), 139-166.	Inglés	Hong Kong
Teaching a Biotechnology Curriculum Based on Adapted Primary Literature.	2008	Falk, H; Brill, G and Yarden, A	<i>International Journal of Science Education</i> , 30 (14) 1841-1866.	Inglés	Israel
Teachers' Contribution to the Enactment of Animations in Class while Studying Biotechnological Methods.	2010	Yarden, H y Yarden, A.	Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2010: Learning in the technological era.94-99.	Inglés	Israel
Lithuanian University Students' Knowledge of Biotechnology and Their Attitudes to the Taught Subject.	2008	Lamanauskas, V y Makarskaitė, R.	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 4(3), 269-277.	Inglés	Lituania
Assessment of preservice teachers' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A cross-cultural comparison.	2012	Erdoğan, M; Özel, M; BouJaoude, S; Lamanauskas, V; Uşak, M and Prokop, P.	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , 11 (1), 78-93.	Inglés	Lituania, Eslovaquia, Turquía, Líbano
A nationwide biotechnology outreach and awareness program for Malaysian high schools.	2005	Firdaus-Raih M; Senafi S; Murad A; Sidik N; Kiew Lian W; Daud F; Zainal Ariffin S; Zamrod Z; Chon Seng T; Othman A; Harmin S; Saad M; Mohamed R.	<i>Electronic Journal of Biotechnology</i> , 8 (1), 9-15.	Inglés	Malasia
Students' And Teachers' Perspectives On Biotechnology Education: A Review On Publications In Selected Journals.	2013	Gelamdin, R; Alias, N; and Attaran, M.	<i>Life Science Journal</i> , 10 (1), 1210-1221.	Inglés	Malasia
Biotechnology Pedagogical Knowledge through Mortimer s conceptual profile.	2009	Garritz, A y Velázquez, P.	<i>Proceedings of the NARST Annual Meeting</i> , 1-18.	Español	México
Enseñar a Enseñar Biotecnología: Una Mirada desde la Química, la Didáctica y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC's) .	2012	Puebla, M; Yrazola, M y Mercadal, R.	<i>Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología</i> , 3 (1), 75-93.	Español	México
Developing Pedagogical Content Knowledge for the New Sciences: The example of biotechnology.	2006	Moreland, J; Jones, A and Cowie, B	<i>Teaching Education</i> , 17 (2), 143-155.	Inglés	New Zelandia
Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education.	2012	Fonseca, M; Costa, P; Lencastre, L; Tavares, F.	<i>Teaching and Teacher Education</i> , 28, 368-381.	Inglés	Portugal

Examination of university students' attitudes towards biotechnological studies in terms of faculty and gender variables.	2010	Sürmeli, H y Şahin, F.	<i>Procedia Social and Behavioral Sciences</i> , 2, 3999-4005.	Inglés	Turkey
A study of prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues.	2006	Darcin, E and Türkmen, L.	<i>Asi-Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i> , 7 (2).	Inglés	Turquía
Development of an Attitude Measure Oriented to Biotechnology for the Pre-Service Science Teachers.	2008	Darçin, E y Güven, T.	<i>Teachers. Journal of Turkish Science Education</i> , 5 (3), 72-81.	Inglés	Turquía
Turkish pre-service science teachers' knowledge and attitude towards application areas of biotechnology.	2011	Darçin, E.	<i>Scientific Research and Essays</i> , 6 (5), 1013-1019.	Inglés	Turquía
Preservice science teacher's opinions and ethical perceptions in relation to Cloning studies.	2012	Sürmeli, H y Şahin, F.	<i>Cukurova University Faculty of Education Journal</i> , 41 (2), 76-86.	Inglés	Turquía
A Comparative Study of Turkish Elementary and Science Education Major Students' Knowledge Levels at the Popular Biotechnological Issues.	2007	Turkmen, L and Darcin, E.	<i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i> , 2 (4), 125-131.	Inglés	Turquía
High School and University Students' Knowledge and Attitudes regarding Biotechnology.	2009	Usak, M; Erdogan, M; Prokop, P and Ozel, M.	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> , 37 (2), 123-130.	Inglés	Turquía
Student teachers' knowledge of and attitudes toward chemical hormone usage in biotechnology.	2008	Özden; M; Usak, M; Prokop, P; Türkoğlu, A y Bahar, B.	<i>African Journal of Biotechnology</i> , 7 (21), 3892-3899.	Inglés	Turquía y Eslovaquia
Development and validation of an instrument to measure university student Biotechnology attitude.	2009	Erdogan; M Özel , M; Uşak, M y Prokop, P.	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , 18 (3), 255-264.	Inglés	Turquía/Eslovaquia
Percepción y educación sobre la biotecnología en las Escuelas agropecuarias del estado Yaracuy.	2007	Mujica, H y Reyes, C.	<i>Educare</i> . 11 (1), 1-7.	Español	Venezuela

### Anexo 3.1: Sistematización de datos sobre preguntas y objetivos

Referencia	Preguntas	Objetivos
Aziz, Tegegne y Wiemers (2009)		La formación de los profesores sobre la biotecnología es un aspecto relevante para la integración de la misma, su integración en la escuela depende del conocimiento del profesor, su confianza en la enseñanza, al igual que dé su opinión hacia la biotecnología.
Boone, Gartin, Boone y Hughes (2006)	“(1) ¿Cuáles fueron las actitudes de los profesores de educación agrícola en West Virginia hacia la biotecnología? (2) ¿Qué nivel de conocimiento y comprensión se demostró por los profesores de educación agrícola en West Virginia respecto a la biotecnología? (3) ¿Qué relaciones existían entre las variables de selección demográficas de profesores y los niveles de actitudes y conocimientos en biotecnología?” (p.81).	“Describir las actitudes y conocimientos de profesores de educación agrícola en temas de biotecnología en West Virginia.” (p.81).
Bossolan, Da Silva y Beltramini (2010)	“En los últimos años, el rápido desarrollo de los conocimientos en el campo de la biología molecular y sus tecnologías relacionadas ha	“... identificar la percepción que los profesores de los campos de las Ciencias Naturales tienen en el uso de estrategias de enseñanza al usar

	creado un vacío en la formación académica de los profesores de hoy en día...Como resultado, se puede notar que los maestros necesitan con urgencia mejorar en y para mantenerse al tanto en estos temas.” (p.3145).	modelos para representar biomoléculas.” (p.3146).
Brown, Kemp y Hall (1998)	<p>La revisión de la literatura para el estudio se basó en las siguientes preguntas.</p> <p>¿Cómo son definidas en la actualidad la biotecnología y la bio-relacionada tecnología? ¿Qué intentos se han hecho para organizar el contenido de la biotecnología para facilitar el desarrollo de la instrucción? ¿Qué modelos de enseñanza se han descrito previamente?</p> <p>En tanto para orientar el estudio y focalizar el estudio se formularon las preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuáles son las percepciones de los profesores con respecto a la necesidad de la enseñanza de la biotecnología?</li> <li>2. ¿Cuáles son las percepciones de los profesores respecto a las más apropiadas técnicas y metodologías para motivar a los estudiantes a querer aprender más acerca de la biotecnología?</li> <li>3. ¿Cuáles son las opiniones de los expertos sobre los contenidos en relación con el uso de los más adecuados sub-organizadores que den a los estudiantes un panorama general de la biotecnología?</li> <li>4. ¿Qué apoyo es más importante para los profesores que desean mejorar la enseñanza de la biotecnología aplicadas en sus escuelas?</li> </ol>	
Cabo, Enrique y Cortiñas (2006)		<p>“A. Si valoramos los factores sociales y culturales por su influencia en las percepciones de la ciudadanía, cabe preguntarse en primer lugar si la percepción hacia la Ciencia del profesorado es diferente del público en general y cuáles son las fuentes de información del profesorado sobre cuestiones sociocientíficas.</p> <p>B. De acuerdo con la finalidad de la enseñanza de las ciencias con orientación CTS, nos preguntamos cuáles serán las creencias del profesorado sobre la toma de decisiones en asuntos sociocientíficos y en la participación social.</p> <p>C. Finalmente y de acuerdo con la TAR queremos comparar datos sobre actitudes genéricas hacia la Biotecnología y las intenciones hacia cuatro aplicaciones específicas biotecnológicas.” (p.356-357).</p>
Cabo, Enrique, García-Peña, y Cortiñas (2005)	<p>“La influencia del grado de conocimiento sobre las opiniones públicas hacia la biotecnología y aplicaciones concretas controvertidas (modelo de déficit cognitivo).</p> <p>La utilidad de tratar actitudes generales hacia la Biotecnología o actitudes hacia aplicaciones biotecnológicas concretas en relación a las intenciones conductuales de los sujetos.” (p.1)</p>	

Chabalengula, Mumba y Chitiyo (2011)	¿Cuáles son las actitudes de profesores en formación inicial hacia los procesos biotecnológicos?, ¿las actitudes de los profesores en formación inicial hacia los procesos biotecnológicos influenciadas por factores demográficos, ejemplo: nivel del curso matriculado en enseñanza de las ciencias, enseñanza de los temas principales - después de haber tomado cursos de biología anteriormente-, y género?	Examinar las actitudes de profesores de educación primaria estadounidense en formación inicial hacia la biotecnología y sus procesos relacionados, a saber: uso de microorganismos para procesos específicos; modificación genética de las plantas / alimentos; modificación genética de los animales; modificación genética de genes humanos.
Chan y Lui (2002)	<p>“1. ¿Cuáles son las percepciones de los profesores de secundaria de su conocimiento hacia la práctica de la biotecnología? ¿Son ellos competentes para enseñar este tema? ¿De qué temas necesitan recibir más formación?</p> <p>2. ¿La edad y el tiempo de formación tienen algún efecto sobre su conocimiento de la materia?</p> <p>3. ¿Cuál es la actitud general de los profesores de secundaria "hacia la práctica de la biotecnología? ¿Están o no están ellos, a favor de la inclusión de los temas de la biotecnología en los principales programas de estudio de la biología?</p> <p>4. ¿Profesores y profesoras tienen diferencias significativas en las actitudes hacia la biotecnología? ¿Cuáles son sus actitudes hacia las cuestiones de bioética?</p> <p>5. De acuerdo a los profesores, ¿qué temas de biotecnología son adecuados para la enseñanza en el nivel HKCEE (Grados 10-11)?</p> <p>6. De acuerdo a los profesores, ¿qué temas de biotecnología son adecuados para la enseñanza en el nivel HKALE (Grados 12-13)?</p> <p>7. ¿Qué consecuencias tienen los resultados, en cuanto a la formulación de políticas, el desarrollo y formación de profesores, las prácticas de enseñanza y la investigación?” (p.140).</p>	El objetivo consistió en “...medir la percepción (conocimientos y actitudes) de los profesores de biología hacia la práctica de la biotecnología, y su punto de vista sobre la pertinencia de los temas de biotecnología que se enseñan en la escuela secundaria y las clases.” (p.145).
Darçin y Güven (2008)		“El objetivo de este estudio fue desarrollar medidas válidas y fiables para las actitudes de las ciencias de profesores en formación frente a la biotecnología.” (p.72)
Darçin y Türkmen (2006)		El propósito de este estudio fue determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes del departamento de ciencias de la educación en Turquía en relación con asuntos populares sobre biotecnología, tales como la tecnología de células madre, y modificados genéticamente de organismos.
Darçin (2011)		“...determinar el nivel de conocimiento y actitud de futuros profesores turco de ciencias, y las causas de su actitud negativa o neutral hacia las áreas de aplicación de la biotecnología. En segundo lugar, se investigaron las diferencias de género en la percepción de la biotecnología.” (p.1014).

Duarte, Noguera y Martínez (2012)		“... dar a conocer algunas herramientas que favorezcan la alfabetización científica, considerando fundamental su puesta en marcha en un ámbito de formación docente como lo es la carrera de Profesorado en Biología... incorporar en la formación docente de los futuros Profesores de Biología, prácticas que sean innovadoras en la enseñanza de temas referidos a la Biotecnología...” (p.989).
Erdogan, Özel, Uşak y Prokop (2009)	“A pesar del gran número de instrumentos centrados en la medición de las actitudes de los estudiantes hacia la biotecnología, la mayoría de ellos no han sido rigurosamente validados.” (p.255).	“...El objetivo del presente estudio fue desarrollar un instrumento válido y confiable para ser utilizado para medir las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la biotecnología y sus aplicaciones” (p.257).
Erdoğan, Özel, BouJaoude, Lamanuskas, Uşak y Prokop, 2012	<p>“¿Cuál es el grado de conocimiento de biotecnología de futuros profesores en los cuatro países?”</p> <p>¿Cuáles son las actitudes de futuros profesores en diversas aplicaciones de la biotecnología en los cuatro países?</p> <p>¿Los conocimientos y actitudes de la biotecnología de futuros profesores difieren según el país, el género y la mayor área temática?”</p>	“Investigar el conocimiento y las actitudes hacia la biotecnología en relación con futuros profesores en el contexto de los diferentes países” (p.79).
Falk, Brill y Yarden (2008)		<p>“... presentar el PCK de los profesores en relación con la promulgación del currículo de biotecnología basada en APL dentro de los estudios mayores de biología de secundaria en Israel.</p> <p>Analizar varias dimensiones del PCK en los docentes: creencias del profesor objetivos, PCK establecido y la motivación para enseñar este nuevo currículo, sus estrategias de instrucción durante la promulgación, y su interpretación de los resultados al entrar en vigor.” (p.1844).</p>
Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)	<p>Malaysia necesita direccionar los temas con respecto al desarrollo de la biotecnología. Si bien el país está dotada con una rica biodiversidad, este no ha sido explotado, la diversidad de los recursos humanos necesarios para una industria de la biotecnología, apenas está empezando a desarrollarse.</p> <p>Los diseñadores de las políticas se enfrentan al problema de la responsabilidad de educar al público de Malasia, mientras que al mismo tiempo que siembra las bases con las perspectivas de las carreras de investigación en biotecnología e industria. Se consideró que una opción viable y eficaz de hacer esto era embarcarse en un programa de concienciación de la biotecnología dirigido a estudiantes de escuelas secundarias de Malasia.</p>	

Fonseca, Costa, Lencastre y Tavares (2012)	<p>¿Hasta qué punto las creencias de los profesores sobre la enseñanza de la biotecnología inciden en su voluntad de invertir en ella?” (p.370). A partir de este cuestionamiento se formulan otras preguntas: “A cuáles factores atribuyen los profesores más importancia en la limitación de su enseñanza de temas relacionadas con la biotecnología? ¿Las creencias de los profesores hacia la biotecnología influyen sus creencias acerca de la educación de la biotecnología? ¿Son las limitaciones endógenas asociados con las creencias de los profesores más determinantes que factores exógenos, como la falta de disponibilidad de los materiales o de la falta de tiempo para preparar clases? ¿Las creencias de los profesores sobre la enseñanza de la biotecnología varían de acuerdo a su perfil general en cuanto a la edad, la experiencia de instrucción, y cualificaciones?” (p.370).</p>	<p>“...revelar las creencias de los profesores biología de secundaria sobre la biotecnología y la educación en biotecnología y entender cómo perciben los desafíos que presenta.” (p.369).  ...explorar la existencia de una contribución diferencial de los factores exógenos y endógenos que modulan las decisiones de los profesores con respecto a la educación de la biotecnología.” (p.369).</p>
Garriz y Velázquez (2009)	<p>La afirmación general que orienta esta investigación es:</p> <p>El PCK de biotecnología de profesores de secundaria se puede documentarse mediante la Representación de Contenidos (CORE) de Loughran <i>et al</i> (2004) y se puede utilizar para encontrar, clasificar, caracterizar y discutir su pensamiento pedagógico y aptitudes epistemológicas por medio del Modelo de Perfil Conceptual de Mortimer (1995).</p>	<p>“Determinar la base de conocimientos de los profesores de secundaria relacionados con el tema de la «biotecnología», que proporciona la oportunidad a estudiantes y profesores para explorar y debatir críticamente los dilemas y las temas de bioética.” (p.1).</p>
Gelamdin, Alias y Attaran (2013)		<p>“El objetivo principal de este estudio es recopilar información sobre la tendencia de la investigación realizada y publicadas en revistas con respecto a Educación en Biotecnología.” (p.1211).</p>
Hark (2008)	<p>Se destaca la importancia de involucrar a los estudiantes en la ciencia y ayudarles a convertirse en ciudadanos informados, asunto por el que se ha invertido en educación científica.</p>	<p>Realizar un proyecto que promueve la formación, en un curso de pregrado de formación de profesores, tanto académica como cívica a través de la integración de un componente de servicio de aprendizaje</p>
Jalil, Ocelli y Acevedo (2010)		<p>“...caracterizar el conocimiento en Biotecnología de los futuros docentes de Ciencias Biológicas, a fin de detectar cuáles son las necesidades de formación inicial y continua en esta temática.” (p.1).</p>
Kidman (2007)		<p>“El objetivo de este estudio es proporcionar datos sobre los intereses de estudiantes y profesores en relación con los temas y procesos biotecnológicos.” (p.4).</p>
(Kidman, 2009)		<p>“Determinar la información de referencia en relación con las actitudes e intereses sobre biotecnología de estudiantes y profesores de Queensland.” (p136). “... se focaliza en actitudes hacia la biotecnología e interés en los temas de las clases de ciencias.” (p.138).</p>
Kidman (2010)	<p>¿Qué ideas clave sobre biotecnología harían interesantes las clases de biotecnología para estudiantes y profesores?</p>	<p>Diseñar e implementar una encuesta para indagar temas e intereses relacionados con la enseñanza de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes sobre la biotecnología en el aula.</p>



		Explorar en Queensland el interés en las ideas clave de la biotecnología en una cohorte grande de estudiantes y sus profesores.
Kwon y Chang (2009)	<p>“1. ¿Los profesores de tecnología de Corea perciben la biotecnología por ser de valor dentro de la educación tecnológica?</p> <p>2. ¿Qué esperan los profesores de tecnología de Corea de la enseñanza de la biotecnología en sus clases?</p> <p>3. ¿Los profesores de tecnología de Corea ven la necesidad de desarrollar el currículo actual tecnología coreana para dar cabida a la enseñanza de la biotecnología?</p> <p>4. ¿Cuál es el modelo predictivo para la variable dependiente de la intención coreana de los profesores de tecnología para enseñar biotecnología en la siguiente se consideración de variables independientes: información demográfica profesores de tecnología coreana, su percepción de la innovación en el currículo de la biotecnología, su esperanza para la enseñanza de la biotecnología, y su valor percibido de la enseñanza de la biotecnología?” (p.70).</p>	<p>“Indagar las creencias de los profesores de tecnología de Corea relacionados con su intención de poner en práctica la enseñanza de la biotecnología.” (p.69).</p>
Lamanauskas y Makarskaitė (2008)		<p>“Investigar la actitud y conocimiento de la biotecnología de los estudiantes que estudian currículos pedagógicos en las escuelas superiores.</p> <p>Establecer las actitudes de los estudiantes hacia la biotecnología y el nivel de los conocimientos disponibles hacia la misma.” (p.271).</p>
Leslie y Schibeci (2006).	<p>“¿Cuáles son las barreras percibidas por los profesores al enseñar la biotecnología? ¿Qué animaría a los profesores para conducir curso de biotecnología con sus estudiantes? ¿Cómo puede mejorarse la confianza de los profesores con el fin de probar un módulo de biotecnología?” (p.98).</p>	<p>“...los profesores de ciencias de secundaria de Australia Occidental fueron encuestados para identificar los factores que afectan a su elección de la enseñanza personal de la biotecnología en sus clases de ciencias de secundaria.” (p.99).</p>
Lewis, <i>et al</i> (2002)	<p>Se evidencia que la ciencia crece cada día, por lo que se busca facilitar a los estudiantes una continuidad educativa entre la escuela secundaria y la biología a nivel universitario mediante una experiencia de investigación con equipos de alta tecnología. Se plantea entonces que es propicio presentar a la próxima generación, de aspirantes a científicos, los problemas y técnicas pertinentes al crecimiento de la disciplina tecnológica para así, despertar su interés antes de comenzar sus estudios universitarios.</p>	
Miron, Cabo, Hernández y Cotrinas (2007)	<p>“1. ¿Las fuentes de información utilizadas por nuestra muestra de profesorado, en el caso de la Biotecnología, proceden de medios de comunicación general o de otras opciones más profesionales y especializadas?</p> <p>2. ¿Las fuentes de información utilizadas aportan una visión real o sesgada de la Biotecnología y sus aplicaciones?</p> <p>3. ¿El contexto de cada aplicación biotecnológica es significativo y genera en el profesorado una actitud diferente para</p>	

	diversas aplicaciones biotecnológicas?" (p.96)	
Moreland, Jones y Cowie (2006).		<p>Describir los desafíos que enfrentan los profesores y los éxitos que pueden lograr en la enseñanza de una materia interdisciplinaria como la biotecnología.</p> <p>Describir los componentes del conocimiento didáctico del contenido que los profesores necesitan para enseñar una materia.</p> <p>Destacar la planificación de estrategias, para mejorar el PCK de los profesores y las interacciones posteriores aula.</p>
Mujica y Reyes (2007)		"... determinar el nivel de conocimiento y la percepción que tienen los docentes sobre biotecnología en cinco Escuelas Técnicas Agropecuarias del Estado Yaracuy, Venezuela." (p.5)
Ocelli y Vázquez-Abad (2010)		"...capacitar a los profesores en una estrategia adecuada que podría ser utilizado para introducir el debate de temas de biotecnología en la clase. El tema empleado para la lección de PBL [problem-based learning] fue plantas transgénicas, y el problema fue diseñado para ser resueltos a través de la educación a distancia basada en las TIC. El recurso tecnológico utilizado fue Aula Virtual en la plataforma Moodle (Módulo Dinámico Orientado a Objetos de Aprendizaje para el Medio Ambiente: <a href="http://moodle.org/">http://moodle.org/</a> )." (p.55).
Özden, Usak, Prokop, Türkoğlu y Bahar (2008)	<p>"1. ¿Cuáles son los conocimientos y las actitudes de los futuros profesores hacia el uso de la hormona química?</p> <p>2. ¿Hay algún efecto de los conocimientos y el grado de actitudes de los futuros profesores hacia el uso de la hormona química?</p> <p>3. ¿Hay diferencias en los conocimientos y actitudes hacia el uso de la hormona química con respecto al género?" (p.3893).</p>	"...examinar los conocimientos y las actitudes de futuros profesores hacia el uso de la hormona química con respecto al grado y género." (p.3893).
Prokop, Lešková, Kubiátko y Dirand (2007)	"Cuál es la amplitud de conocimiento y actitudes hacia la biotecnología de estudiantes universitarios eslovacos? ¿Hay alguna relación entre el conocimiento de los estudiantes y sus actitudes hacia la biotecnología? ¿Existen diferencias de género en el conocimiento y las actitudes hacia la biotecnología?" (p.898).	
Puebla, Yrazola y Mercadal (2012)		<p>"...articular multidisciplinar y transdisciplinariamente los espacios curriculares de química, biotecnología, didáctica y recursos tecnológicos, con el fin de mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje (E-A) de la biotecnología en el Profesorado en la carencia de reconocimiento y validez de las competencias en biotecnología para ser incluida en los programas de formación de profesores de educación tecnológica." (p.75).</p> <p>"Construir un espacio de articulación donde las diferentes disciplinas interactúen en lo temático y temporal en el proceso de construcción del conocimiento biotecnológico.</p>

		<p>Generar espacios multidisciplinares para desarrollar trabajos de investigación en docencia sobre problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.</p> <p>Colaborar en la capacitación pedagógica del docente en las didácticas específicas para la enseñanza disciplinar y en la actualización de conocimientos, ya sea en las ciencias naturales y la tecnología.</p> <p>Comprender la mediación tecnológica en los procesos de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Conocer el estado de la implementación del proceso blended learning, tanto en su concepción pedagógica como en sus herramientas tecnológicas.</p> <p>Gestionar estrategias de implementación en procesos de enseñanza virtual.” (p.79-80).</p>
Rengifo (2012)	<p>“¿Cómo contribuir en la formación inicial de los profesores de ciencias naturales, a la construcción de saberes profesionales para la enseñanza aprendizaje y evaluación de la biotecnología?” (p.28).</p>	<p>“Intervenir en un programa de formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, para contribuir en la construcción de saberes en los maestros, los cuales le permitan una enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología.</p> <p>Construcción de un marco conceptual sobre los saberes de los docentes requeridos para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología.</p> <p>Diseñar y desarrollar un seminario en el marco de la formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, el cual aborde los saberes de los profesores, para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la biotecnología.</p> <p>Realizar seguimiento a los profesores en formación inicial participantes en el seminario, para identificar la construcción de conocimientos generados en el seminario.</p> <p>Realizar seguimiento a la práctica de un grupo de profesores (3) participantes en el seminario, para identificar la articulación que estos realicen de los conocimientos.” (p.28).</p>
Roa, García y Chavarro (2008)	<p>Destacar la importancia de introducir la biotecnología en la formación inicial y permanente de los profesores de biología, como disciplina que aproxima a la naturaleza de la ciencia y las necesidades sociales.</p>	
Scott, Washer y Wright (2006)	<p>El problema que conduce este estudio fue la carencia de reconocimiento y validez de las competencias en biotecnología para ser incluida en los programas de formación de profesores de educación tecnológica.</p>	<p>Identificar, desarrollar y validar críticamente las competencias de biotecnología que deben ser adquiridas por profesores de los primeros años/certificado inicial de secundaria para que puedan incluir el contenido seleccionado de la biotecnología en sus aulas (grados 9-12) en la alineación con ITEA estándar 15 (ITEA, 2000).</p>
Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)		<p>“El objetivo de este estudio fue investigar el conocimiento acerca de y sobre las opiniones y actitudes, y finalmente la disposición a aceptar</p>

		los organismos genéticamente modificados (OGM) entre los profesores eslovenos.” (p.1).
Šorgo, Jaušovec, Jaušovec y Puhek (2012)		“El propósito del estudio fue explorar la relación entre la aceptación de los organismos modificados genéticamente, las emociones básicas (IQ), inteligencia verbal (VIQ) y procesal (PIQ).” (p.1)  “El estudio puede ser considerado como a pequeña escala, piloto y exploratorio.” (p.3).
Steele y Aubusson (2004)	“¿Qué factores influyen en la enseñanza de la biotecnología en las ciencias de responsabilidad en New South Wales?” (p.368).	“...analizar por qué las asignaturas optativas relacionadas con la biotecnología se eligen o no son elegidas por los estudiantes y los profesores, con la intención de desarrollar una mayor comprensión de los requisitos para la provisión de una unidad exitosa de estudio en esta materia.” (p.365).
Surmeli y Sahin (2010)		“El objetivo de este estudio es investigar las actitudes de los estudiantes universitarios hacia los estudios biotecnológicos en términos de las variables de facultad y de género.” (p.3999).
Sürmeli y Şahin (2012)	“1. ¿Cuáles son las opiniones y conocimientos de los profesores de ciencias en formación inicial relacionada con los estudios de clonación?  2. ¿Cuáles son las percepciones éticas de los profesores de ciencias en formación inicial relacionadas con dilemas sobre los estudios de clonación?” (p.78).	“... evaluar las opiniones y las percepciones éticas de profesores de ciencias en formación inicial en relación con la aplicación de tecnologías de clonación.” (p.78).
Turkmen y Darcin (2007)	1. ¿Cuáles son los niveles de conocimiento sobre temas y tópicos de la biotecnología popular, como agricultura, salud humana y farmacia, de profesores candidatos a la enseñanza primaria y de enseñanza en ciencias en Turquía?  2. ¿Hay diferencias entre los profesores candidatos de enseñanza primaria y de ciencias de la educación en cuanto al nivel de conocimiento en temas y tópicos de biotecnología popular, así como también entre los géneros?	
Usak, Erdogan, Prokop y Ozel (2009)	“¿Cuáles son los conocimientos y actitudes hacia la biotecnología de estudiantes secundaria y universitarios Turcos?  ¿Hay alguna relación significativa entre el conocimiento de los estudiantes y sus actitudes hacia la biotecnología?  ¿Hay alguna diferencia significativa en el conocimiento y las actitudes hacia la biotecnología en términos de género y el nivel de la escuela (por ejemplo, la escuela secundaria y universidad)?” (p.125).	“Investigar los conocimientos y actitudes hacia la biotecnología de estudiantes turcos de secundaria y universitarios.” (p.125).
Wilson, Kirby y Flowers (2002)	“¿Cuál es el nivel de la percepción subjetiva de los conocimientos que poseen los educadores agrícolas de las competencias en ciencias integradas en "Biotecnología y Ciencias Agrícolas de investigación"? ¿Cuál es el nivel actual de conocimientos que	“... identificar y describir los factores relacionados con la intención de los profesores de agricultura de la escuela secundaria de Carolina para adoptar un currículo integrado de biotecnología agrícola.” (p.72)

	<p>poseen los educadores agrícolas de las competencias en ciencias integradas en "Biotecnología y Ciencias Agrícolas de investigación"? ¿Cómo los educadores agrícolas de Carolina del Norte perciben la importancia de las competencias "Biotecnología y Ciencias Agrícolas de investigación" en la enseñanza agrícola? ¿Qué percepción del programa educación agrícola necesitan los educadores para cumplir con la investigación sobre "Biotecnología y Ciencias Agrícolas"? ¿Cuál es la intención de los educadores agrícolas al adoptar un curso de "Investigación en Biotecnología y Ciencias Agrícolas" dentro de los próximos seis años? ¿Qué barreras perciben los educadores agrícolas existe en la enseñanza de del curso de "Investigación en Biotecnología y Ciencias Agrícolas?"</p> <p>Si las barreras no estaban presentes, ¿cuál es el mejor modelo de predicción para la variable dependiente de la intención de los educadores agrícolas para adoptar el curso " Biotecnología y Ciencias Agrícolas...?" (p.72)</p>	
Yarden y Yarden (2010)		"...estudiar la contribución del profesor en la promulgación de animaciones en clase, mientras que estudia métodos biotecnológicos." (p.94).
Zeller (1994)		<p>Se propone que es oportuno y necesario hacer un sondeo con los profesores de biología sobre la biotecnología.</p> <p>El estudio intenta conocer la disponibilidad de información respecto a la percepción que tiene los profesores como para apropiarse de los contenidos del área de biotecnología para el currículo de biología en la escuela secundaria y métodos de instrucción que podría mejorar el cubrimiento de la información.</p>

### Anexo 3.2: Sistematización de datos sobre metodologías

Autor (es)	Aspectos metodológicos
Aziz, Tegegne y Wiemers (2009)	<p>Investigación cualitativa. Participaron 42 profesores de secundarias y media. 12% eran profesores de escuela intermedia y el resto eran profesores de secundaria, seis profesores habían asistido a la capacitación introductoria nivel de la biotecnología. Hubo una representación equitativa de las zonas rurales y urbanas</p> <p>Se desarrollaron talleres, siendo el 71% de profesoras y el 29% de profesores. Además, 16 estudiantes de la Universidad Estatal de Tennessee (TSU), que habían tomado cursos de biología de nivel universitario, también participaron en los talleres.</p> <p>Los profesores, así como un grupo paralelo que incluye estudiantes Universitarios, recibieron pruebas de pre-y post-formación para valorar los cambios en su conocimiento y opinión acerca de la Biotecnología. La confianza de los profesores participantes en la Enseñanza de la Biotecnología también se valuó.</p> <p>Además, con el fin de evaluar el nivel de los profesores de confianza percibida en la enseñanza del contenido de la biotecnología, se les pidió responder en una escala de Likert de 1 a 5. Los resultados</p>

	<p>del pre y post-tests fueron analizados utilizando StatView (SAS Institute, Inc., Cary, NC), software para estadística. El análisis estadístico incluyó análisis descriptivo e inferencial con el nivel alfa establecido en 0,05 a priori. Para examinar más a fondo las diferencias entre los grupos, se utilizaron múltiples comparaciones por pares.</p>
Boone, Gartin, Boone y Hughes (2006)	<p>Esta fue una investigación descriptiva, la población estudio incluyó a 62 profesores de educación agrícola, empleados West Virginia durante el año escolar 2000- 2001.</p> <p>Se elaboró un cuestionario el cual se organizó en dos secciones principales. Sección I: centrada en la percepción del nivel de conocimientos y actitudes que los profesores poseen referentes a temas de biotecnología y de la enseñanza de la biotecnología. La sección final solicitó información demográfica de los participantes, incluyendo años de experiencia y más alto grado alcanzado. Del instrumento se puso a validación por expertos y se puso a prueba preliminar por profesores.</p>
Bossolan, Da Silva y Beltrami (2010)	<p>“Los datos que aquí se presentan están relacionados con dos cursos de educación continua realizados con profesores de escuelas públicas de primaria y secundaria. Los cursos incluyen conferencias y / o video conferencias sobre temas relacionados con la biología estructural y la biotecnología, la presentación, utilización y evaluación de los recursos didácticos destinados a la enseñanza de estos temas, fueron desarrollados por nuestro grupo.” (p.3146).</p> <p>Los cursos fueron ofrecidos por: Centro de Biotecnología Molecular Estructural (CBME / CEPID / FAPESP) y el Instituto Nacional de Biología Estructural y Química Médica de Enfermedades Infecciosas (INBEQMeDI / CNPq / FAPESP / MCT / MS).</p> <p>En el primer curso ("La enseñanza y el aprendizaje de temas de la biología molecular y sus tecnologías relacionadas para los alumnos de educación elemental") participaron nueve profesores de ciencias; el proyecto duró dos años, en la implementación de las estrategias participaron 1311 alumnos de séptimo y octavo grados de la educación primaria, se utilizó un cuestionario -dirigido a los profesores- que contenía 4 preguntas sobre la evaluación de las estrategias. Se presentan solo los resultados de una de las actividades -de cuatro-: "Un bebé interruptor en el hospital".</p> <p>El segundo curso (" Biología Molecular Estructural y sus relaciones con la biotecnología"), se ofreció a 256 profesores de las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas. Los datos presentados corresponden a las evaluaciones realizadas a profesores de biología y química de la escuela secundaria en relación con una actividad sobre la construcción de modelos tridimensionales con un kit llamado "aminoácidos y proteínas". Se aplicó un cuestionario escrito que contiene 12 preguntas (abiertas y de opción múltiple).</p>
Brown, Kemp y Hall (1998)	<p>Cualitativa y cuantitativa. Se revisan varias publicaciones de autores para poner en discusión la definición de la biotecnología y los contenidos.</p> <p>Se realiza un panel con expertos de diferentes ciencias para evaluar previamente el propósito de los contenidos organizadores, y que recomendaran un escenario particular que podría ser usado como punto de partida del estudio.</p> <p>Los profesores fueron invitados a sugerir alternativas de organización.</p> <p>Se llevaron a cabo dos encuestas (Escala Likert). La primera se utilizó para evaluar a profesores, estudiantes y Demografía de la escuela; (b) necesidades actuales y potenciales para los planes de estudio de biotecnología; y (c) intereses de los profesor en organizadores de contenido específicos, temas, calificaciones transferibles y elementos de diseño de instrucción. El segundo cuestionario fue diseñado para aclarar y ampliar las respuestas a preguntas seleccionadas que surgieron de la primera encuesta. El segundo cuestionario sólo fue enviado a los encuestados del primer cuestionario y fue diseñado para examinar los potenciales tipos de profesor, estructura del curso, y las necesidades de apoyo del profesor. 750 encuestas se entregaron equitativamente entre profesores de agricultura, ciencia y tecnología, seleccionados al azar de listas de profesores en Kentucky. La razón para incluir profesores de agricultura, ciencia y tecnología fue porque estas son las principales disciplinas que están más directamente interesadas en la ampliación de la enseñanza en materia de biotecnología.</p> <p>Se aplicó estadística descriptiva básica y análisis factoriales. Se utilizó la escala Likert. El procedimiento no paramétrico de Kruskal-Wallis fue utilizado para el análisis factorial.</p>
Cabo, Enrique y Cortiñas (2006)	<p>“En un curso sobre Educación Intercultural impartido en Melilla durante el curso académico 2004-2005 dirigido al profesorado de todas las etapas no universitarias, se desarrolló un módulo de Ciencia Intercultural en el que se discutieron algunas aplicaciones biotecnológicas controvertidas (clonación humana con fines reproductivos, clonación terapéutica, utilización de bacterias modificadas genéticamente para luchar contra la contaminación por hidrocarburos y alimentos transgénicos).</p>

	Para la recogida de datos se elaboraron unos cuestionarios compuestos por tres partes correspondiéndose cada una de ellas a los objetivos anteriormente señalados...” (p.357).
Cabo, Enrique, García-Peña, y Cortiñas (2005)	La muestra fue incidental, incluyó 65 profesores de etapas no universitarias que participaban en un curso sobre Intercultura en la ciudad de Melilla más 97 sujetos seleccionados por los anteriores, compañeros de trabajo. El 36, 42% eran hombres y el 63,58% mujeres. El 71,6% tenían estudios universitarios, la mayor parte de ellos profesores de Primaria o Secundaria y el 28,4% no los tenían.  Se elaboraron y aplicaron cuestionarios de acuerdo con la teoría de acción planificada.
Chabalengula, Mumba y Chitiyo (2011)	Cuantitativa. 88 futuros profesores de primaria (Mujeres -74-, hombres -14-), 60 y 28 de estos profesores en formación se inscribieron en el curso de “Introducción Métodos Ciencia” y un curso en “Métodos Avanzados en Ciencia”, respectivamente.  El rango de edad de los participantes fue de 23 a 35 años y la edad promedio fue de 23 años. Se aplicó una escala Likert de 15 afirmaciones. El cuestionario de actitudes hacia la biotecnología fue adoptado de Dawson (2007). El instrumento tenía un valor de coeficiente alfa Cronbach’s de 0,87, lo que indica una alta fiabilidad.
Chan y Lui (2002)	Participaron en el estudio 44 profesores de biología y 1120 estudiantes de secundaria (grados 11 y 12) de 20 escuelas de diferentes regiones de Hong Kong. Se diseñó y aplicó un instrumento tipo likert (con 25 declaraciones) para medir actitudes, conocimientos e idoneidad. Este se validó con expertos y con profesores. Se aplicó el mismo instrumento a profesores y a estudiantes.
Darçin y Güven (2008)	La población 384 estudiantes que tuvieron educación en 2005-2006 y 2006-2007 en la Universidad de Gazi, Facultad de Educación, Departamento de Ciencias y Matemáticas aplicadas a la Escuela Media, Educación en Biología, Escuela primaria, Educación en Ciencias y la Facultad de Ciencias Aplicadas y Literatura, Departamento de Biología.  “Este estudio se realizó en cuatro etapas, incluyendo la determinación de los controles de medición, evaluaciones de expertos de opinión, los pre-juicios, y la validez fiabilidad. Los datos obtenidos se analizaron por SPSS 13.00 y los resultados se evaluaron mediante análisis de factor.” (p.72)
Darcin y Türkmen (2006)	“The Biotechnology Issues Questionnaire”, se administró a 194 estudiantes de pregrado en ciencias de la educación (futuros profesores de ciencias) en una universidad turca durante los años 2005-2006 académicos.  El cuestionario contiene 20 preguntas relacionadas con temas de la Biotecnología. Se utilizó el Programas Estadístico para Ciencias Sociales. (Statcal Package for the Social Science) SPSS, para las frecuencias y porcentaje para cada declaración.
Darçin (2011)	La muestra de estudio fue obtenida en la Universidad de Gazi, Facultad de Educación, participaron 117 futuros profesores de ciencias (75 mujeres y 42 hombres) quienes no habían tomado cursos de biotecnología. Se aplicó un cuestionario con 10 preguntas para medir el conocimiento, y otro tipo likert (27 items) para medir actitudes y valores hacia la biotecnología, ambos cuestionarios fueron validados por expertos, se aplicaron pruebas estadísticas.
Duarte, Noguera y Martínez (2012)	“La propuesta pedagógica se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de Misiones, destinada a alumnos del 2º y 3º año del Profesorado en Biología, diseñadas con el fin de poder incorporar al aula prácticas que sean innovadoras en el campo de la enseñanza, promoviendo la participación, el trabajo en grupo, favoreciendo discusiones grupales, y el diseño y análisis de propuestas didácticas como adecuadas o no para ser llevadas a cabo en el aula.” (p.989). “...se plantean diferentes propuestas áulicas que buscaran ser una nueva alternativa y un nuevo recurso para los docentes en lo que respecta a la enseñanza de la Biotecnología, ya que se utilizaran estrategias didácticas novedosas e innovadoras en esta área para ser incorporadas al aula.” (p.990).
Erdoğan, Özel, BouJaoude, Lamanauskas, Uşak y Prokop, 2012	Cuantitativa, se aplicaron dos cuestionarios: Cuestionario de Conocimiento sobre Biotecnología (BKQ) que contiene 16 items, con cinco escalas que van de fuertemente de acuerdo a fuertemente en desacuerdo (Prokop, <i>et al</i> (2007), y el Cuestionario sobre actitudes hacia la Biotecnología (BAQ), contiene 28 items, con cinco escalas que van de fuertemente de acuerdo a fuertemente en desacuerdo (Erdogan, Özel, Uşak, and Prokop, 2009).  Muestra de 768 futuros profesores estuvo compuesta de la siguiente manera: 81 fueron del Líbano (42 mujeres, 40 hombres); 287 fueron de Lituania (224 mujeres, 63 hombres); 210 fueron de Eslovaquia (165 mujeres, 45 hombres); 190 eran de Turquía (105 mujeres, 85 varones).  Además, 422 participantes procedían de los departamentos relacionados con la ciencia donde tomaron la biología y las clases. La otra parte de ellos (n = 346) fueron de humanidades y departamentos de ciencias sociales, estos no se inscribieron en las clases de biología. La mayoría de los participantes

	eran mujeres, en especial las de Lituania, Eslovaquia y Turquía.
Erdogan, Özcel, Uşak y Prokop (2009)	<p>Participaron en el 2007, 326 estudiantes (hombres 156, mujeres 170) de tres universidades de Turquía. La edad de los estudiantes oscila entre el 18 a 26 años (<math>M = 20.4</math> años, <math>SD = 1,59</math>). Los estudiantes eran de varios grados de las facultades de educación de las universidades seleccionadas. Los estudiantes estaban estudiando a convertirse en profesores en el área de primaria y secundaria la educación. Ellos estudian diversas disciplinas, mientras que la mitad de ellos (163 de 326) estaban matriculados en cursos de biología en distintos niveles. Los estudiantes de primer año solo habían comenzado a estudiar la biología, por lo que fueron en su mayoría con experiencia en el curso de biología general, que incluye la replicación del ADN, la mutación, la síntesis de proteínas.</p> <p>En contraste, los profesores en formación de segundo año tenían experiencia con la genética, que incluye la ingeniería genética en general. A pesar de que no estudiaron la biotecnología de forma explícita, se puede esperar estén mejor informados sobre la biotecnología en comparación con los estudiantes que no estudian ninguna biología. El resto de los estudiantes estaban inscritos en disciplinas humanísticas. Se aplicó una escala Likert de 53 ítems.</p> <p>El análisis factorial se llevó a cabo utilizando el factor de procedimiento en STATISTICA. En segundo lugar, se realizó un análisis de fiabilidad para cada una de las subescalas surgido.</p>
Falk, Brill y Yarden (2008)	<p>Participan 4 profesores voluntarios para implementar el “APL-based curriculum ‘Gene Tamers—Studying Biotechnology through Research’ (Falk, <i>et al</i>, 2003) “en su clases durante los años académicos 2003–2005. Con estos también se suman 98 estudiantes, se realizaron entrevistas grupales a cada uno de los estudiantes de los profesores, estos últimos fueron también entrevistados y se observaron algunas de sus clases. Todo esto fue grabado en audio y video. Todos los insumos obtenidos fueron transcritos. Los análisis se realizaron acorde al procedimiento de narrativa constructivista recomendada para los análisis de los estudio de caso múltiples (Shkedi, 2005). El mapeado y focalización de la categorías se realizó con la ayuda de un Software (Shkedi &amp; Shkedi, 2005).</p>
Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)	<p>Participaron equipos facilitadores integrados por profesores universitarios, científicos de los institutos de investigación de Malasia, profesores de ciencias (biología y química) quienes viajaban de una escuela a otra. Participaron 18000 estudiantes de secundaria (563 escuelas).</p> <p>Las escuelas fueron seleccionadas por el programa directamente o escuelas que habían oído hablar del programa y se habían ofrecido su participación. Durante el proceso de selección se dio énfasis también a las escuelas ubicadas en zonas rurales.</p> <p>Operativamente, el trabajo se divide en dos sesiones: Una sesión consistió en una serie de charlas, conferencias y debates, mientras que la otra sesión consistió en tres sub-sesiones prácticas. Estas consistieron en juegos, prácticas de laboratorio y exploración de multimedia con un divertido concurso.</p>
Fonseca, Costa, Lencastre y Tavares (2012)	<p>“Los participantes fueron los profesores de biología de secundaria. Los profesores de biología se consideraron elegibles para participar porque están capacitados profesionalmente para enseñar biotecnología en la escuela secundaria.” (p.370).</p> <p>Participaron inicialmente en la investigación 150 profesores de 20 escuelas de secundaria (16 públicos y 4 privados). Los encuestados (78 mujeres, 15 varones) de edad iban desde 25 a 59. Finalmente, solo participan 93 profesores, esto dado que algunos no contestaron la encuesta que se solicitó diligenciaran. La muestra incluyó a profesores de diversos orígenes de formación inicial: en la biología (<math>n = 42</math>), biología y geología (<math>n = 42</math>), geología (<math>n = 8</math>), con diferentes cualificaciones BSc (<math>n = 71</math>), MSc (<math>n = 21</math>), y uno de doctorado.</p> <p>Su experiencia en la enseñanza en general iba desde a lo menos un año a 36 años. Había 59 profesores con experiencia en la enseñanza de la biología en grado 12 y 33 que nunca habían enseñado el tema (un profesor no respondió la pregunta). Se aplicó un cuestionario multidimensional adaptado de otros utilizados en otros países.</p>
Garriz y Velázquez (2009)	<p>Se utilizó la metodología desarrollada por Loughran, <i>et al</i> (2004) para revelar, documentar y retratar el PCK de profesores de ciencias, consta de dos herramientas: Representación de Contenido (CoRe), y Repertorios de Experiencia Pedagógica y Profesional (PAP-ERS).</p> <p>Seleccionaron cuatro profesores, dos de secundaria y dos de nivel universitario. Se realizaron entrevistas para elaborar el CoRe sobre temas para la enseñanza de la biotecnología. Se grabaron tres clases de biología a los profesores de secundaria, y cuatro clases de biotecnología a los profesores de</p>



	universidad.
Gelamdin, Alias y Attaran (2013)	<p>Se tomó la base de datos Journals@ProQuest para reunir el número de artículos que han sido publicados en revistas relacionadas con el campo de la ciencia, la biología, la tecnología, la enseñanza y la innovación, el intervalo de tiempo fue del año 2000 al 2012 para discutir los últimos descubrimientos de la biotecnología que es un campo de cambios rápidos.</p> <p>En la búsqueda se usaron los términos: biotecnología 'educación', 'profesor' y 'escuela'. Cada uno de los artículos fue analizado en su totalidad y en relación con dos categorías que surgieron de los mismos: estudiantes, profesores en formación y profesores en ejercicio. Se analizaron los resultados y las sugerencias señaladas en las publicaciones.</p>
Hark (2008)	<p>Se implementó un proyecto sobre aprendizaje de servicio materiales de instrucción que se ocupan del tema de la información genética y los problemas para su uso en las aulas de la escuela secundaria local. Los estudiantes desarrollaron materiales en un formato de medios digitales para permitir la revisión en respuesta a igual y retroalimentación de la comunidad. Los resultados de este proyecto piloto sugieren beneficios para los profesores de "biología" en formación, así como a los profesores de secundaria y estudiantes. Colaboraciones interdisciplinarias y asociaciones educativas locales también se han desarrollado y fortalecido a través de este trabajo.</p> <p>Los estudiantes universitarios se les instruyó para crear sus materiales de instrucción en un formato de medios digitales, un diseño intencional que permite la modificación por un educador para que se adapte a su / su plan de estudios y los estudiantes.</p>
Jalil, Ocelli y Acevedo (2010)	<p>Metodología cualitativa y cuantitativa. Se seleccionaron dos Profesorados en Ciencias Biológicas universitarios y tres no universitarios de la Provincia de Córdoba. Se aplicó un cuestionario semiestructurado de preguntas abiertas a todos los estudiantes del último año de cada Profesorado, que se encontraban cursando alguna materia (N=30), se contemplaron aspectos tales como:</p> <p>Caracterización del concepto de Biotecnología.  Conocimiento de procesos biotecnológicos.  Inclusión de la Bioética como parte de la Biotecnología.  Enseñanza de la Biotecnología en el Nivel Secundario.  Percepción del grado de dificultad para la transposición didáctica.  Seguridad frente a la enseñanza: fortalezas y debilidades</p> <p>Se utilizó un análisis estadístico (programa estadístico InfoStat): prueba chi cuadrado (<math>\chi^2</math> Pearson), para determinar independencia entre categorías, y diferencias significativas en la formación de los profesorados entre instituciones (universitarias y no universitarias), con un nivel de confianza <math>\alpha = 0,05</math>.</p>
Kidman (2007)	<p>Metodología cualitativa y cuantitativa. Se aplicaron los cuestionarios tipo Lickert: Biotechnology Education Learning/ Biotechnology Education Teaching Survey –BELBETS, con cinco escalas que van de fuertemente de acuerdo a fuertemente en desacuerdo.</p> <p>La encuesta constó de seis factores: el primero de ellos se refiere a la biotecnología en general. Hay tres factores que se relacionan con los usos humanos indirectos de la biotecnología: medio ambiente, alimentación y agricultura. Un factor que se relaciona directamente con el uso humano de la biotecnología. El factor restante se relaciona con el uso en el aula de la biotecnología: Lección sobre temas ciencia</p> <p>Participaron 500 estudiantes de ciencias biológicas de alto nivel -15 a 16 años- y 15 profesores de ocho escuelas de secundaria dispersos por toda Queensland, Australia. Se realizaron entrevistas a 60 estudiantes y a 3 profesores.</p> <p>Las preguntas fueron analizadas utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).</p>
Kidman (2009)	<p>Metodología cualitativa y cuantitativa. Se aplicaron los cuestionarios tipo Lickert: Biotechnology Education Learning/ Biotechnology Education Teaching Survey –BELBETS, con cinco escalas que van de fuertemente de acuerdo a fuertemente en desacuerdo.</p> <p>Participaron 500 estudiantes de ciencias biológicas de alto nivel -15 a 16 años- y 35 profesores de ocho escuelas de secundaria dispersos por toda Queensland, Australia. Se realizaron entrevistas a 60 estudiantes y a 3 profesores.</p> <p>Las preguntas fueron analizadas utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).</p>
Kidman (2010)	Metodología cualitativa y cuantitativa. Participaron en la muestra 500 estudiantes de biología del

	<p>grado once (niños de 15 a 16 años) y a 35 profesores de 12 escuelas secundarias en Queensland, Australia. Una muestra estratificada de los participantes fue seleccionada sobre la base de la ubicación geográfica de la escuela (escuelas de la ciudad rural, regional y), su autoridad educativa (Gobierno del Estado, católica, e Independiente), y su género (co-educativa o un solo género). De toda la muestra 60 estudiantes y 10 profesores fueron entrevistados.</p> <p>Se diseñaron y aplicaron dos encuestas tipo likert: La primera encuesta, Aprendizaje Educativo en Biotecnología -Biotechnology Education Learning survey (BELs), fue desarrollada para investigar la comprensión del estudiante de, y el interés en, una variedad de ideas clave en biotecnología. La otra encuesta, Enseñando Educación en Biotecnología -Biotechnology Education Teaching (BETs)-, fue desarrollada para investigar la comprensión del profesor, el interés en, y el desarrollo profesional necesario en relación a una variedad de ideas clave en biotecnología. BELBETS contiene en conjunto 35 declaraciones.</p>
Kwon y Chang (2009)	<p>Los participantes del estudio fueron 114 profesores de tecnología (67 hombres y 47 mujeres) de secundaria. Se construyó y aplicó un cuestionario tipo likert de 26 ítems.</p>
Lamauskas y Makarskaitė (2008)	<p>Participaron 287 estudiantes (223 mujeres y 64 hombres) de dos universidades de formación futuros profesores.</p> <p>Los estudiantes encuestados tenían diferentes tiempo de estar es la universidad, los más activos fueron los de primer año mientras que los de cuarto año fueron las menos activas. 137 de los encuestados eran de biología, el resto -150- son de otros perfiles: pedagogía de la educación primaria, preescolar y la educación primaria, la pedagogía de la educación física y el deporte, etc.</p> <p>Se aplicaron las escalas Likert de Prokop, Leskova, Kubiato, Diran (2007) para medir actitudes hacia la biotecnología (37 ítems) y para medir conocimientos de biotecnología (16 ítems). Se calcularon los promedios estadísticos de cada una de las declaraciones. Para corregir desviaciones estadísticas, se eligió el criterio de t de Student para muestras no relacionadas.</p>
Leslie y Schibeci (2006).	<p>La muestra comprende 88 profesores (33 de física y 44 de biología, 12 no dan información) de 19 escuelas. 44 de los profesores tiene más de 15 años de experiencia.</p> <p>Se elaboró una encuesta: que contenía 23 declaraciones relacionadas con las barreras, y otra con 23 relacionadas con aspectos que animaban al profesor para la enseñanza de la biotecnología.</p> <p>“Se les pidió identificar barreras y factores que alentarían ellos en la realización de un curso de biotecnología con el año 10 o 11 clases (estudiantes de edades 15-16 años).” (p.99). La encuesta contenía cuatro secciones: información personal, la comprensión de la biotecnología, los obstáculos para la enseñanza de la biotecnología, y los factores que animaría a la enseñanza de la biotecnología.</p> <p>Se recolectó información básica sobre las cualificaciones de los profesores, años de experiencia, el área principal de la enseñanza y el desarrollo profesional en la biotecnología. El interés se centró en comparar los datos de acuerdo al área de enseñanza (la ciencia física vs ciencia biológica) y los años de experiencia del profesor.</p>
Lewis, et al (2002)	<p>Se aplicó una escala Likert, se realizaron observaciones de los ejercicios de laboratorio, actividades de investigación y entrevistas formales e informales. Participaron siete estudiantes, cinco hombres y dos mujeres. Cuatro de los hombres y una mujer estaban en el 10º y 11º grado, un hombre y una mujer se encontraban en el octavo grado. Todos fueron clasificados como parte de la universidad. Cuatro de los siete estudiantes fueron preseleccionados por un proceso de solicitud y entrevista, y los restantes tres referencias recibidas del director del centro. Los estudiantes se ofrecieron como voluntarios para participar en el curso, no recibieron ningún grado o compensación de créditos. Se recogen la opinión de los instructores que participaron durante el desarrollo de los experimentos con los estudiantes.</p>
Miron, Cabo, Hernández y Cotrinas (2007)	<p>“Para ello realizamos un estudio diagnóstico, siendo la muestra participante en el mismo incidental y compuesta por 162 profesores no universitarios pertenecientes a las etapas de Infantil, Primaria y secundaria... Como instrumento para la recogida de datos se utilizó un cuestionario Ad hoc (Anexo) compuesto por varios ítems en donde se incluía la definición y aspectos de la vida cotidiana relacionados con la Biotecnología siguiendo un formato de pregunta abierta de respuesta breve. Además, siguiendo el formato de respuesta múltiple de las encuestas nacionales de percepción social de Ciencia y Tecnología (FECYT, 2005, 2007) se preguntó sobre valoraciones de beneficios y perjuicios de la Biotecnología y sobre las fuentes de información personal, eligiendo en una lista cerrada, así como sus intenciones de conducta hacia cuatro aplicaciones biotecnológicas concretas. Para mayor explicación, consultar Cabo, Enrique y Cortiñas (2006).</p> <p>Por otro lado, para el análisis de la presencia de la Biotecnología en medios de comunicación escritos</p>

	<p>y dado que la información sobre el profesorado se recogió entre noviembre y diciembre del 2004, se seleccionó ese año para analizar la información aparecida en los dos diarios de mayor tirada nacional según el Estudio General de Medios y la Oficina de Justificación de la Difusión (El País y El Mundo) y en dos revistas de divulgación, Muy Interesante, por ser la de mayor tirada igualmente, y a la clásica Investigación y Ciencia... No se incluyeron los breves, preguntas más frecuentes ni secciones menores. Las noticias y artículos encontrados se clasificaron en bloques de contenidos homogéneos.” (p.97)</p>
Moreland, Jones y Cowie (2006).	<p>La investigación se llevó a cabo en cuatro escuelas con seis profesores. Solo se presenta el análisis de uno de los estudios de caso.</p> <p>Los estudios en las aulas se llevaron a cabo en cuatro fases: un taller planeado por el profesor; el desarrollo colaborativo de los materiales de clase con los investigadores; observaciones de aulas, entrevistas con los profesores y estudiantes, y la recolección de los materiales utilizados y o generados a través de la enseñanza y el aprendizaje.</p>
Mujica y Reyes (2007)	<p>“El estudio fue de naturaleza descriptiva de campo puesto que se examinaron las relaciones entre la percepción, los reportes y las medidas del conocimiento sobre un rango de aplicaciones biotecnológicas animales y vegetales que tienen los docentes en las escuelas agropecuarias del Estado Yaracuy, Venezuela, permitiendo describir y explicar la situación tal y como se presenta en la realidad.” (p.5)</p> <p>“La población estuvo representada por 83 docentes, quienes laboran en cursos relacionados con biotecnología en 05 instituciones educativas del referido Estado.</p> <p>La muestra quedó conformada por 20 docentes seleccionados de manera aleatoria lo que permitió garantizar la equiprobabilidad e independencia de elección cualquiera de ellos... Para recoger la información requerida se diseñó y aplicó un instrumento estructurado en dos (02) partes: la primera conformada por preguntas cerradas y la segunda basada en la escala de Lickert. Este fue validado mediante juicio de experto con la finalidad de verificar el alcance y la correlación de cada ítem con la variable de estudio (Ruíz, 2002). La confiabilidad, se determinó por el coeficiente Alpha de Cronbach obteniéndose un 0.83 para la escala general.” (p.6)</p>
Ocelli y Vázquez-Abad (2010)	<p>“75 profesores de secundaria de biología y de química participaron en el curso, provenientes de diferentes regiones de Argentina y Uruguay.” (p.58).</p> <p>“La estrategia implementada fue learning (PBL) en un entorno de aprendizaje colaborativo apoyado ordenador (CSCL) basado en problemas. El curso se centró en la resolución de un problema abierto en el que equipos de cuatro personas trabajaron de forma colaborativa. Cada persona tenía que cumplir un papel específico en la resolución del problema...” (p.51-52).</p> <p>“Aprendizaje individual de los estudiantes se evaluó a través de un pre-test, una prueba posterior, la elaboración de una propuesta didáctica, y un ensayo final sobre el análisis de meta-cognitivo. ” (p.59).</p>
Özden, Usak, Prokop, Türkoğlu y Bahar (2008)	<p>La investigación contó con la participación de 371 futuros profesores (178 mujeres y 193 hombres) de la Universidad de Adiyaman en Turquía, quienes asisten del primero a cuarto grado en el semestre de primavera de 2008. Se aplicó un cuestionario de actitudes y conocimiento (Knowledge and Attitudes toward Chemical Hormone Usage Questionnaire –KACHUQ- de 27 declaraciones), este fue validado por tres expertos.</p>
Prokop, Lešková, Kubiátko y Dirand (2007)	<p>Participaron en el estudio 378 estudiantes (302 mujeres, 72 hombres, cuatro no dieron el dato) que asisten a tres universidades diferentes en Eslovaquia. La edad de los estudiantes oscila entre 18 y 25 años; sólo un estudiante tenía 33 años. Los estudiantes han estado estudiando para convertirse en maestros de escuelas primarias o secundarias.</p> <p>Ellos estudian diversas disciplinas, mientras que una parte importante de ellos (217 de 378) estaban matriculados en cursos de biología en los distintos niveles. Los estudiantes de primer año (103 de 195) acababa de comenzar a estudiar la biología de la universidad, por lo que fueron en su mayoría con experiencia en el curso de biología general, que incluye la replicación del ADN, la mutación, proteosíntesis, pero hay temas directamente relacionados con la biotecnología. En contraste, los profesores en formación secundaria (114 de 183) se experimentaron con la genética, que incluye la ingeniería genética en general.</p> <p>Los 159 alumnos restantes se inscribieron principalmente en disciplinas humanísticas, dos no proporcionaron esta información. Debido a que la muestra contenía cada vez menos estudiantes potencialmente conscientes acerca de la biotecnología, nos permite comparar más (matricularse curso</p>

	<p>de biología) y menos (estudiantes que se matriculan humanidades) estudiantes educados en términos de sus actitudes y el conocimiento de la biotecnología.” (p.898-899).</p> <p>Se aplicaron dos cuestionarios tipo Likert (Biotecnología Attitude Questionnaire -BAQ) de 17 declaraciones, y otro de 16 declaraciones (Biotecnología Conocimiento Cuestionario -BKQ) para examinar los conocimientos y actitudes, respectivamente, de los estudiantes hacia las biotecnologías. Tanto el BKQ y la BAQ mostraron fiabilidad adecuada (alfa de Cronbach = 0,69 y 0,76, respectivamente).</p>
Puebla, Yrazola y Mercadal (2012)	<p>Se presenta la organización y estructuración de un programa de cualificación de profesores a través del aprendizaje basado en problemas (ABP): “...en el desarrollo del maíz transgénico, desde química se investigó la estructura y función del ADN; desde biotecnología se estudió su obtención; desde las NTIC's y la plataforma virtual del INFD se manejó la información y desde la didáctica se planificaron actividades para el aula.” (p.75).</p>
Rengifo (2012)	<p>Metodología: investigación-acción. Se propone realizar una serie de ciclos en el sentido propuesto por Lewin (Elliott, 1991): identificar una idea general, reconocer la situación, efectuar una planificación general, desarrollar alguna de las fases de la acción, implementarla, evaluar la acción y revisar el plan general; de aquí se comienza nuevamente otro ciclo. En este marco se diseñará y aplicará un seminario a profesores de ciencias naturales.</p>
Roa, García y Chavarro (2008)	<p>Revisión bibliográfica, interpretación y análisis de elementos conceptuales sobre el conocimiento biotecnológico y la formación del profesor de biología, bajo la óptica del paradigma de la complejidad.</p>
Scott, Washer y Wright (2006)	<p>Esta investigación incorpora una web basada en técnica Delphi modificada sobre la base de una lista inicial de la competencia creada a partir de la literatura existente.</p> <p>El principal objetivo de elegir la técnica Delphi ha sido obtener un consenso de la opinión de los expertos con conocimientos en biotecnología. El Delphi reveló tres características de utilidad para este estudio: el anonimato, la interacción con retroalimentación controlada, y la respuesta del grupo estadístico.</p> <p>Por lo tanto, el comité asesor determinó dos rondas de comentarios eran suficientes para este estudio. La primera ronda permitió al panel recomendar cambios, sugerir eliminaciones y/o hacer adiciones al desarrollo de la investigación de competencias en biotecnología con base en la literatura revisada. La segunda ronda buscaba consenso en los miembros del panel sobre las competencias de biotecnología propuestas, revisadas y eliminadas en la primera ronda.</p> <p>Para mantener el control de tendencias, el instrumento basado en la Web y los datos resultantes se mantuvieron por un investigador independiente que no tenían afiliación directa con el estudio. Al término de cada ronda, el investigador sólo difunde los datos agregados para su evaluación por el comité consultivo.</p> <p>Los participantes seleccionados para el panel del Delphi son resultado de una selección nacional de "diferentes disciplinas interesadas en la biotecnología (industria de la biotecnología, las organizaciones y los funcionarios gubernamentales, facultades de formación de profesores de tecnología, profesores de tecnología de educación secundaria y un estudiante egresados).</p> <p>El panel estuvo integrado por dos empleados del gobierno relacionados con el campo de la biotecnología, dos organizaciones de biotecnología y profesionales de la industria, dos profesionales de la medicina, cuatro profesores de enseñanza secundaria que participaron activamente en el contenido de la biotecnología en sus aulas, cuatro profesor de facultades de formación de formación de profesores en tecnología, un estudiante de postgrado cuyo programa de estudio hizo hincapié en el contenido de la biotecnología, y un consultor especializado en la biotecnología y la genómica.</p> <p>De acuerdo con Custer, Scarcella, y Stewart (1999), la lista de competencias desarrolladas por el investigador se utilizó para provocar el debate y servir de punto de partida inicial para el panel. Los organizadores de los contenidos incluidos Fundamentos de Biotecnología, Bioética, Medio Ambiente, Ingeniería Genética, Agricultura, Medicina, y Habilidades. El instrumento Delphi proporcionó a los miembros del panel con tres opciones de respuesta (aceptar como es, eliminar, no es necesario, y el cambio a) para cada elemento.</p>
Šorgo Ambrožič-Dolinšek (2009)	<p>La muestra estuvo constituida por 186 profesores (88 de primaria y 98 secundarias). Fueron seleccionados al azar.</p> <p>“Para averiguar los conocimientos de los profesores sobre el nivel de aceptación y las actitudes hacia</p>

	<p>las OGM, un cuestionario fue diseñado, contiene cuatro partes: (1) los datos personales, la educación, tema, tipo de escuela; (2) el conocimiento; (3) las actitudes, y (4) la aceptación de los OMG. Se completó de forma anónima.” (p.3).</p>
Šorgo, Jaušovec, Jaušovec y Puhek (2012)	<p>La muestra consistió en 123 estudiantes, 65 de psicología y futuros profesores (58). Hubo 52 mujeres y 71 hombres. Un estudiante estaba en el primer año de estudio, 55 estudiantes en segundo, 37 en el tercero, 5 en cuarto, y 25 estaban en un período entre acabar clases y la escritura de la tesis de grado. Debido a las pruebas de coeficiente intelectual, el anonimato no era posible, pero la confidencialidad de los resultados estaba asegurada.</p> <p>Todos los estudiantes fueron de la universidad de Maribor. Se aplicó un cuestionario con 10 declaraciones relacionadas con posibles situaciones de la vida real. Para encontrar respuestas de los estudiantes a emociones individuales. El análisis de datos se llevó a cabo con el software estadístico SPSS 18.0. Estadística descriptiva, de correlación de Pearson, One way ANOVA y análisis de regresión se utilizaron para interpretar los datos.</p>
Steele y Aubusson (2004)	<p>Metodología cualitativa y cuantitativa. Se hizo observación de la práctica del aula, y se realizaron entrevistas.</p> <p>Participaron 59 profesores en la encuesta, se analizaron 2 estudios de casos de profesores que enseñan el módulo los "Genes en Acción", y se entrevistaron tres profesores.</p>
Surmeli y Sahin (2010)	<p>Participaron 222 estudiantes universitarios: 124 futuros profesores de ciencias en un programa de formación de profesores de ciencia de cuatro años que no cursan de biotecnología; 34 estudiantes de biología que asisten a un programa de ciencia cuatro años, que incluyen cursos de biotecnología; 64 estudiantes de medicina que asisten a un programa de seis años de estudios médicos que no incluyen la biotecnología.</p> <p>“Un cuestionario elaborado por Dawson y Schibeci (2003) se administró a los estudiantes de pregrado para evaluar sus actitudes hacia las aplicaciones biotecnológicas.” (p.3999). El cuestionario Likert fue adaptado con 15 ítems, incluyó el estudio de validación y de confiabilidad.</p>
Sürmeli y Şahin (2012)	<p>La muestra consistió en 112 profesores de ciencias de pregrado (biología, química, física y las ciencias en general) en un programa de preparación profesor de ciencias de cuatro años en una universidad en la región de Mármara de Turquía. Todos los profesores en formación inicial (58 mujeres y 54 hombres) estaban en su cuarto año de su estudio, último año. También asistieron a un curso de genética incluyendo la definición, el alcance, la importancia de la genética y su influencia en nuestras vidas, proporcionar información relacionada con el desarrollo histórico de la genética y también dar a conocer los estudios de genética.</p> <p>Dos dilemas fueron la base de la investigación, “...uno fue sobre la clonación humana utilizado antes en la literatura y el otro fue sobre la clonación de un animal de noticias científicas obtenida de una revista científica popular en Turquía. Los estudiantes se dirigieron a leer cada dilema y eligieron una de las tres opciones "sí", "no", "no puedo decidir" y luego escribir una respuesta lo que debe hacer para resolver la situación.” (p.79). Se formularon preguntas abiertas y de selección múltiples. Se tuvo en cuenta la validez y fiabilidad de las preguntas mediante la valoración de expertos</p>
Turkmen y Darcin (2007)	<p>La población fue de 336 profesores en formación de segundo año (173 mujeres y 163 hombres). La muestra fue de 199 de Educación en Ciencias y 137 de Educación Primaria.</p> <p>Se aplicó un cuestionario de 20 preguntas de temas de conocimiento popular relacionado con la biotecnología. (Este cuestionario ya había sido desarrollado por primera vez por Darçin &amp; Turkmen (2006) para un estudio de en la Universidad de Turkia, con el objetivo de medir el nivel de conocimiento de temas y tópicos sobre biotecnología, en candidatos a profesores.</p> <p>Los datos fueron analizados con el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Dos pruebas ANOVA fueron rodadas para comparar el nivel de conocimiento biotecnológico de los estudiantes, en profesores de educación en ciencia y educación elemental, así comparar las diferencias entre los géneros.</p>
Usak, Erdogan, Prokop y Ozel (2009)	<p>La población de estudiantes seleccionados es de dos escuelas secundarias y tres universidades de Turquía.</p> <p>Participaron 352 estudiantes de secundaria (228 hombres, 124 mujeres) con edades entre 14 y 18 años, y 276 estudiantes universitarios (161 hombres, 115 mujeres) con edades entre los 18 y 27.</p> <p>Los estudiantes de secundaria eran de todos los grados de la escuela secundaria. Ellos, al menos, tomaron un curso relacionado con la biología en los distintos niveles. Los estudiantes universitarios</p>

	<p>estaban estudiando para llegar a ser profesor en el ámbito de la educación primaria. Al igual que los estudiantes de secundaria, recibieron al menos un curso relacionado con la biología o ciencias ambientales.</p> <p>Se adaptaron de Prokop, <i>et al</i> (2007) dos cuestionarios tipo Likert, con cinco escalas: cuestionario de actitud hacia la biotecnología (BAQ) con 37 ítems; y cuestionario de conocimientos hacia la biotecnología (BKQ) con 16 ítems.</p> <p>El BAQ incluye ocho subdimensiones mientras BKQ no incluye subdimensiones.</p>
Wilson, Kirby y Flowers (2002)	<p>“Este fue un estudio descriptivo/correlacional utilizando las respuestas de los profesores agrícolas seleccionados al azar en Carolina del Norte. Un tamaño de muestra de 173 de 313 maestros se determinó utilizando la fórmula de Cochran para la estimación de tamaño de la muestra para determinar la muestra de una población finita (Cochran, 1977).”</p> <p>Teniendo en cuenta las preguntas de la investigación se formularon las preguntas a profesores en ejercicio.</p>
Yarden y Yarden (2010)	<p>“Dos profesores de biotecnología participaron en dos estudios de caso... Dos clases principales de biotecnología (culturalmente no privada de población, cada clase de unos 25 alumnos) fueron elegidos de acuerdo a la iniciativa y motivación de los profesores para tomar en este estudio, así como debido a su extensa experiencia en la enseñanza (más de diez años). Ambos maestros, Ravit y Dora (nombres seudo), poseen el conocimiento formal previo en biología molecular y la investigación de laboratorio... En este estudio se utilizaron dos animaciones que hemos desarrollado anteriormente para el uso de especializaciones de biotecnología de la escuela secundaria. Las animaciones están dirigidas a introducir los siguientes métodos biotecnológicos: la clonación de genes y la construcción y uso de la biblioteca de ADN genómico (<a href="http://stwww.weizmann.ac.il/g-bio/geneengine/animations.html">http://stwww.weizmann.ac.il/g-bio/geneengine/animations.html</a>).</p> <p>Las animaciones incluyen funciones interactivas y acompañan tareas computarizadas.” (p.95). La incorporación de las animaciones fueron grabadas y transcritas, para luego ser analizadas cualitativamente de acuerdo con el procedimiento constructivista de narrativa recomendada para el análisis de caso múltiple (Shkedi 2005).</p> <p>Siguiendo con lo asignado y las categorizaciones enfocadas, se entrevistó a los dos profesores para esto se les pidió explicar episodios representativos de las transcripciones de las observaciones de clase, lo que ilustra las principales categorías resultantes de la categorización enfocada.</p>
Zeller (1994)	<p>Cualitativo. Aplicación de una encuesta (tipo Likert) a 170 profesores sobresaliente en la enseñanza de la Biología.</p> <p>La información personal de cada participante fue reunida y correlacionada con los resultados de la encuesta para determinar el nivel de entendimiento sobre la biotecnología, la moral/creencia ética, influyen dentro de la implementación del currículo de biología en la escuela de secundaria.</p>

### Anexo 3.3: Sistematización de datos sobre profesores en ejercicio

<b>Currículo y contenidos</b>
<p>Luego de que los panelista expertos discutieran y comparan la amplia gama de aplicaciones de la biotecnología propuesta en la literatura de Savage (1990); McNernney (1990); Savage y Sterry (1991); Zeller (1994) y Wells (1995), el contenido fue sintetizado y se clasifican en siete organizadores de contenido: agricultura, medicina y drogas, medio ambiente, desarrollo de energía, análisis forense y diagnósticos, fabricación y producción de alimentos y bebidas.</p> <p>Los profesores favorecieron aplicaciones de contenidos ambientales, menos apoyo se encuentran para las aplicaciones forenses. Sin embargo, el estrecho margen de respuestas indica firme apoyo a todos los organizadores sugeridos por los panelistas. Análisis de las respuestas por subgrupos (es decir, la agricultura, la educación de la tecnología y los profesores de Ciencias) mostraban un patrón de respuesta similar con la excepción de que profesores de agricultura nominal más contenido de agricultura (significa puntuación 4.7) mientras que los profesores de Ciencias nominaron la agricultura más baja (significa puntuación 3.3).</p> <p>Luego de que los profesores responden sobre cuáles temas educativos son potenciales para aplicar a través de los organizadores de los planes de estudio de la biotecnología, incluyeron la bioética, la historia y el desarrollo de la biotecnología, carreras afines, limitaciones y soluciones tecnológicas y los impactos de las tecnologías en las sociedades y culturas. Al referente, se observaron algunas interesantes diferencias en las respuestas a través de áreas de enseñanza. Los profesores de ciencia calificaron el estudio de carreras inferior a los otros profesores, y efectos sobre la</p>

cultura y la sociedad recibieron una calificación inferiores por profesores de agricultura. Los profesores de tecnología calificaron la historia y desarrollo más elevado que los profesores de ciencia y de agricultura.

Los profesores creen que los profesores de ciencias deben participar en la educación de la biotecnología y que es preferible un enfoque interdisciplinario. 70,45 profesores indican que un profesor de ciencias o un equipo integrado, compuesto por un profesor de agricultura, ciencia y educación en tecnología serían adecuados. Aunque la biotecnología ha sido promovida como contenido apropiado (y aún un curso independiente) para la enseñanza de tecnología en Kentucky, sólo 12 de los 70 encuestados indicó que un profesor de educación de tecnología debería trabajar solo la enseñanza del tema.

La separación disciplinaria aumenta la probabilidad de que no sea bien desarrollado el contenido, ya que relativamente pocos profesores tienen los antecedentes y la experiencia necesaria para enseñar biotecnología. La colaboración a través de disciplinas y la integración de contenido representan soluciones naturales a este problema. (Brown, , *et al*, 1998)

“... para el nivel HKCEE, los profesores de biología en general están de acuerdo en incluir en los programas de biología cuatro temas relacionados con la biotecnología: producción de etanol a partir de azúcar, producción de metanol a partir de residuos, eliminación de aguas residuales por microbios, y fermentación. Es interesante ver que puede existir una correlación significativa entre la actitud de los profesores y su disposición a incluir estos temas.” (p.160). (Chan y Lui, 2002)

Al explorar la contribución relativa de los factores principales del currículo, descubrimos complejas relaciones de causa y efecto. El desencadenamiento de compromiso de los estudiantes es un ejemplo del PCK en acción de los profesores simultáneamente con el género y los contenidos del currículo; por lo tanto, su efecto positivo es aditivo, o tal vez incluso sinérgico.” (p.1861).

“En el caso de la comprensión de contenidos, donde los contenidos de biotecnología actúan antagónicamente al género APL (es decir, al desafío de la comprensión del contenido molecular complejo, en el que la estructura canónica del género aumenta ella), el papel de las estrategias de enseñanza de los profesores se vuelve aún más importante para minimizar los retos de los estudiantes e inclina la balanza hacia un resultado favorable.

En ocasiones, en el mismo factor del currículo, tanto los efectos benéficos y no benéficos pueden ser detectados (es decir, la estructura canónica aumenta la comprensión, pero transmite un mensaje falso que la ciencia del mundo real es un proceso ordenado). Esta doble característica requiere PCK único del profesor con el fin de obtener los efectos benéficos y evitar los que no son benéficos.

Por último, mientras que los factores del currículo promueven principalmente el aprendizaje en la investigación, los PCK adecuados de los profesores pueden promover el aprendizaje por indagación, lo que permite la “investigación sobre investigación” (siguiendo Schwab, 1962).” (p.1862). (Falk, , *et al*, 2008)

“Los resultados plantean serias preocupaciones sobre la selección de los currículum donde la elección curricular está disponible dentro de un marco o plan de estudios obligatorio, que es el caso de estos profesores y estudiantes. Es problemático porque los profesores en este estudio en particular, son quienes diseñan el currículo para sus estudiantes en particular.

En general, parece que los estudiantes estarían más interesados en un rediseñado del currículum de biología que refleje mejor la realidad de la ciencia y la tecnología moderna, y que haga hincapié en las contribuciones a la sociedad...” (p.369). (Kidman, 2010)

“Considere la pregunta de investigación planteada antes: ¿Qué ideas clave de biotecnología harían la biotecnología interesante aula? Esta pregunta es difícil de responder, ya que depende de a quién le pregunte. Si les preguntas a los estudiantes, son más propensos a responder con ideas claves generales de biotecnología que incluyen antibióticos naturales, el ADN y la clonación. Ellos también desean actividades prácticas. Si se les pregunta a los profesores, que son los más propensos a responder con las ideas clave de la biotecnología agrícola, que incluyen daños por insectos y los cultivos modificados genéticamente. Los profesores se ven influidos por la "enseñabilidad" de la idea clave.” (p.368). (Kidman, 2010)

Los panelistas llegaron a un consenso de 45 competencias sobre biotecnología crítica bajo ocho contenidos organizadores que ellos consideraron deberían ser adquiridos en la formación de profesores de educación tecnológica para que estos a la vez las incluyan en el contenido seleccionado para la enseñanza de la biotecnología en sus aulas. Incluyen Fundamentos de Biotecnología, Bioética, Medio Ambiente, Bioingeniería, Agricultura, Medicina, Industria, y la Bioinformática.

La lista inicial de las competencias identificadas a través de la biotecnología y de la extensa revisión bibliográfica fue consistente con la lista validada, producida por los panelistas Delphi, como la representación de aquellos que deberían saber los profesores de educación tecnológica, certificados para la educación primaria y secundaria.

<p>La literatura revisada y los datos producidos por este estudio corroborado la necesidad de incluir la biotecnología en los programas de tecnología de formación de docentes para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de los grados 9-12 identificados por ITEA, Standard 15. (Scott, <i>et al</i>, 2006)</p>
<p>“La clasificación de los 30 ítems de la encuesta establece una prioridad general para la aplicación de los contenidos en el currículo. Profesores individuales, distritos, condados y Estados deben sopesar sus actitudes y necesidades académicas antes de decidir qué contenidos de biotecnología debe ser añadido al currículo. Algunos Estados ya han establecido los requisitos académicos para la enseñanza de la biotecnología en sus cursos de biología, y en 1994 la transformación bacteriana se convirtió en parte de los materiales de prueba núcleo AP Biología. Sin embargo, estos otros esfuerzo a seguir son inútiles si los maestros no reciben una formación adecuada y dinero para los equipos y suministros.” (p.464)</p> <p>A partir de una encuesta con profesores sobresalientes se reconocen áreas tales como: bioética, biotecnología en la agricultura, ciencia del medio ambiente y la industria, biología molecular del cáncer, bioquímica de organismos, microbiología, ingeniería genética, genética humana y colección genómica, biología molecular y la huella de ADN. (Zeller, 1994)</p>
<p>“La encuesta no fue pilotada con éxito consistente con su nivel de percepción del valor de la materia. Los resultados del estudio sugieren que los profesores [de tecnología] creían que el actual plan de estudios de la biotecnología dentro de la educación tecnológica [...] debe ser desarrollado en cuanto a temas de aprendizaje, estrategias de enseñanza, y una variedad de actividades manuales. En particular, deseaban enseñar una variedad de temas de biotecnología a través del aprendizaje basado en problemas o actividades manuales.” (p.73). (Kwon y Chang, 2009)</p>
<p><b>Profesores</b></p>
<p>Las relaciones entre conocimiento de los profesores, su confianza en la enseñanza, así como, su opinión hacia la biotecnología, son importantes para el estudio: desde el enfoque pedagógico y la adopción del currículo en biotecnología. (Aziz, <i>et al</i>, 2009)</p>
<p>Conocimiento limitado en temas de biotecnología.</p> <p>“Los profesores perciben tener un mayor conocimiento de los temas de biotecnología que tradicionalmente se han asociado con la agricultura (la reproducción animal, la hibridación) y menos conocimientos sobre los temas que se asocian con otros campos (biotecnología ambiental, genómica humanos).</p> <p>...Se acordó que los temas de biotecnología tenían un lugar en el aula de la escuela secundaria y la industria agrícola...” (p.87). (Boone, <i>et al</i>, 2006)</p>
<p>Un poco más del 25% de la población contestó la encuesta. Casi el 70% de los encuestados iniciales declaró que la biotecnología actualmente no se enseñó en la escuela. 11% esta inseguro y sólo 19% señala que actualmente se aprende el contenido de alguna forma en su escuela.</p> <p>El 69% apoyaron enérgicamente la enseñanza de la biotecnología en sus propias escuelas. Sólo el 5% de los docentes cree que no se les debe enseñar biotecnología.</p> <p>Aproximadamente el 80% de los docentes de Agricultura cree que se les debe enseñar biotecnología, mientras que cerca del 60% de los profesores de tecnología y ciencias apoyaron la enseñanza de la biotecnología. (Brown, <i>et al</i>, 1998)</p>
<p>“Los resultados sobre grado de interés y de información hacia la Biotecnología de los profesores muestran resultados similares al público en general...” (p.362) (Cabo, <i>et al</i>, 2006)</p>
<p>“Las respuestas a la definición de biotecnología no hacen sino corroborar el grado de información bajo... Sin embargo, las intenciones hacia el uso de aplicaciones biotecnológicas dependen de cada caso y son tanto positivas como negativas. Es decir, la opinión pública parece depender más del contexto concreto del caso que de la formación inicial. (p.5) (Cabo, <i>et al</i>, 2005)</p>
<p>Cuando los profesores fueron invitados a autoevaluar su conocimiento en biotecnología, ellos tuvieron diferentes grados de competencia, dependiendo de su familiaridad con los diferentes temas. Actualmente, muchos profesores de biología pueden haber egresado de las universidades hace mucho tiempo y sus conocimientos de biología pueden ser obsoletos. Un tiempo prolongado de formación en biotecnología les puede dar a los profesores más confianza en esta materia.</p> <p>Los profesores de más edad no son buenos pero tienen más confianza que los profesores de menos experiencia y edad. Los profesores expertos y los novatos deben recibir formación en la biotecnología ya que esta contiene conocimiento muy actual. La lectura, experimentos, visitas, proyectos y talleres pueden aportar a esta formación (Chan y Lui, 2002)</p>
<p>“No hay duda que la biotecnología es un tema en el límite del conocimiento que se ha convertido en uno de los más delicados e importantes de la percepción pública.</p> <p>Representa un verdadero desafío para los periodistas y los profesores ofrecer al público, y particularmente a los estudiantes, las noticias diarias relacionadas con este tema. Es por eso que uno debe contar con la base de</p>



conocimientos de los mejores profesores, porque este conocimiento documentado podría ser muy útil para los profesores noveles para mejorar sus estrategias didácticas, metáforas, analogías, ejemplos, simulaciones, etc.  
... Los CoRes de los cuatro profesores entrevistados son diferentes cuando se comparan entre las cuatro zonas de perfiles conceptuales desarrollados en este estudio. Esto no implica que uno de ellos sea mejor que los demás; los perfiles conceptuales no pueden representar un juicio de valor. Los profesores utilizan con diferente énfasis las interacciones CTS; las distintas definiciones de la biotecnología, las estrategias didácticas transformadas por sus experiencias, y las creencias y las actitudes independientes sobre el dominio afectivo de la enseñanza...” (p.11) (Garriz y Velázquez, 2009).

Para la categoría profesor, sólo se encontraron cinco artículos publicados. “Dos de los cinco artículos eran sobre las creencias de los profesores sobre la biotecnología o la educación biotecnología. Uno discute la actitud de los profesores en formación, los otros estaban por el pensamiento del docente en servicio y uno estaba en la actitud y el conocimiento de los profesores en formación.” (p.1214).

“Mirando el ángulo de los profesores, parecen tener dificultades para transmitir la enseñanza de la biotecnología para los estudiantes. Tanto los profesores en formación inicial como los que están en ejercicio, mostraron que carecían de la posibilidad de llevar a cabo la enseñanza de la biotecnología porque el concepto era bastante abstracto.

Los recursos en la escuela no están surtiendo efecto porque los equipos de laboratorio necesarios es muy limitada, se requiere un laboratorio bien equipado para enseñar conceptos. Además de eso, los profesores parecían estar inseguros acerca las mejores técnicas para enseñar conceptos.” (p.1220). (Gelandin, *et al*, 2013)

Una interesante ruta de revisión de estos proyectos de biotecnología sería que sirvan como base para un proyecto independiente para los estudiantes que se están entrenando para convertirse en profesores de ciencias de la escuela secundaria. Otros enfoques para mejorar la alfabetización científica en el pregrado de los profesores se han descrito, destacando la importancia de este objetivo educativo.

A medida que el proyecto se desarrolló con base en las aportaciones de los educadores de secundaria, se procederá de manera significativa con la retroalimentación de los estudiantes de secundaria y profesores, así como de otros con experiencia en la práctica educativa o de investigación. (Hark, 2008)

“Es evidente, a partir de los factores estudiados, que los estudiantes y los profesores tienen intereses opuestos. Los profesores no están interesados en proporcionar lecciones sobre los mismos temas que los estudiantes están interesados en aprender... los profesores tienen intereses en los temas que están disponibles en material impreso o en formato de vídeo... tienden a no estar interesado en temas de biotecnología que tienen un elemento de riesgo o que involucren el trabajo práctico. Los profesores también tienen la percepción de que algunos aspectos de la biotecnología pueden ser demasiado difíciles para el estudiante, sobre la base de que ellos mismos no tiene el conocimiento.” (p.11). (Kidman, 2007)

“Los análisis estadísticos combinados y análisis de entrevistas indican que los estudiantes y los profesores tienen intereses diferentes en términos de ideas clave relacionados con la biotecnología moderna. Hay un desfase considerable entre lo que los estudiantes están interesados en saber, por un lado, y lo que los profesores están interesados para enseñar en el otro... En este estudio en particular, hay evidencia directa de que los profesores tienen intereses diferentes a sus estudiantes.” (p.367).

“Los profesores no quieren involucrarse en cuestiones controvertidas, no quieren presentar temas que no suelen encontrarse en el libro de texto” (p.368). (Kidman, 2010)

“La mejora en tanto el conocimiento de contenido personal de los profesores y su PCK sería lo más importante para fomentar la enseñanza de la biotecnología.” (p.102). (Leslie y Schibeci, 2006).

Las nociones socioculturales emergentes de enseñanza, aprendizaje y evaluación destacan la importancia que la cultura / disciplina juegan en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

“... cuando los profesores tienen una comprensión de las características de la disciplina, elaboran directrices más seguras para pensar en lo que es importante en las actividades de aprendizaje y el aprendizaje destinado.” (p.153).

“ Mediante la comprensión de las características de la biotecnología y su relación y distinción con la ciencia y la tecnología la profesora estaba en mejores condiciones para controlar las actividades por su consistencia y conexión con la biotecnológica.” (p.153).

Los profesores tienen que ser conscientes de lo que está en los planes de estudio nacionales / escolares y cómo esto se relaciona con la biotecnología. Para la biotecnología como un área interdisciplinaria, es importante que los profesores sean conscientes de las relaciones entre la tecnología, la ciencia y la biotecnología, tanto más para los profesores de primaria que son responsables de aprendizaje de los estudiantes en todos los aspectos del plan de estudios, por lo que urge enseñar de una manera integrada.

“Jennifer utiliza una variedad de maneras de explorar, desarrollar y enfocar el pensamiento biotecnológico de los

<p>estudiantes (por ejemplo, diagramas de flujo, de demostración, discusiones, escenarios y procesos que ilustran) provoca la reflexión de los estudiantes, para fomentar la iteración entre las diferentes fases, y como medio de mirar hacia adelante.” (p.154). (Moreland, <i>et al</i>, 2006).</p>
<p>“-Muchos profesores no pueden tener el conocimiento y la experiencia para enseñar adecuadamente la biotecnología;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los profesores perciben una falta de trabajos prácticos lo que les representa un obstáculo para su enseñanza de la biotecnología;</li> <li>• Los aspectos de la biotecnología son considerados por los profesores como difícil incluso para los estudiantes más capaces;</li> <li>- Los profesores consideran que la biotecnología es interesante e importante;</li> <li>• El módulo de "Biotecnología" ofrece desafío;</li> <li>• "Los genes en acción" no cumple con los requisitos para el desafío; y</li> <li>• Los maestros con el conocimiento y la experiencia para enseñar adecuadamente la biotecnología a menudo optan por no enseñarla, porque sienten que los estudiantes obtienen calificaciones más altas en el examen HSC [Higher School Certificate] si estudian otra electiva.” (p.383).</li> </ul> <p>“Este estudio examina algunos de los problemas de proporcionar un módulo de enseñanza exitosos en la biotecnología para una amplia gama de estudiantes de la escuela dentro de las limitaciones de todo el plan de estudios. Gran parte de la biotecnología ofrece actualmente no logra ser apropiadamente desafiante para estudiantes y profesores.</p> <p>Esto actúa como un desincentivo para la enseñanza de esta materia. Exámenes externos exacerban la tendencia de evitar la enseñanza y el aprendizaje de la biotecnología.” (p.384). Steele y Aubusson, 2004</p>
<p>Los educadores agrícolas perciben con exactitud que carecen de los conocimientos necesarios para enseñar el curso de investigación en Biotecnología y Ciencias Agrícolas.</p> <p>Casi la mitad de los educadores agrícolas encuestados fueron incapaces de pasar una prueba de conocimiento creado para estudiantes de secundaria sobre la base del curso de investigación en Biotecnología y Ciencias Agrícolas. La mayoría de los educadores son conscientes de su falta de conocimiento actualizado.</p> <p>La mayoría de los educadores agrícolas no han participado en la formación relacionada con la biotecnología, por lo tanto, están mal preparados para enseñar conceptos relacionados con esta tecnología emergente.</p> <p>Los educadores agrícolas apoyan la importancia de la enseñanza de la biotecnología y reconocen los beneficios de su integración al currículo sobre educación agrícola.</p> <p>También perciben que mediante la enseñanza de este currículo los estudiantes alcanzaran más altas habilidad más y proyectaran una mejor imagen. (Wilson, <i>et al</i>, 2002).</p>
<p>“En este estudio hemos identificado un apoyo esencial de los docentes en aspectos universales, tales como ayudar a los estudiantes comprender mientras estudian a partir de animaciones, a pesar de la carga cognitiva involucrada, así como en aspectos concretos para el estudio de métodos biotecnológicos de animaciones, como el establecimiento de las "manos en" punto de vista. También hemos reconocido dos enfoques alternativos de los docentes en términos de apoyo a la construcción de conocimiento de los estudiantes mientras estudiaba desde las animaciones.</p> <p>El papel del profesor parece crítico en términos de promoción de pensamiento de los estudiantes mientras estudian a partir de animaciones sobre los que subyacen los conceptos y las relaciones que se introduzcan.” (p.98). (Yarden y Yarden, 2010)</p>
<p>Conocimiento biotecnológico: “... se puede observar que la biotecnología en el campo de la educación, en general, se impulsa en el tema de la ciencia y la biología, aunque en algunos países este tema existe por sí mismo como materia conocida como la biotecnología.” (p.1211). (Gelamdin, <i>et al</i>, 2013)</p>
<p><b>Formación</b></p>
<p>Los talleres permitieron a los profesores practicar las habilidades básicas, los laboratorios son de uso más eficaz.</p> <p>Los talleres para la capacitación en biotecnología tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de que los profesores la apliquen en la enseñanza de la escuela. Se demostró la necesidad de talleres similares, especialmente para profesores de las zonas rurales. (Aziz, <i>et al</i>, 2009)</p>
<p>“...Un programa sistematizado de educación continua para los profesores de los campos de las Ciencias Naturales es necesario debido al rápido desarrollo de los conocimientos en estos campos y a la creciente (aunque todavía insuficiente) disponibilidad de los materiales de instrucción hasta la fecha. En Brasil, las acciones de los organismos gubernamentales y agencias que subvencionan las investigaciones han estimulado el desarrollo y actualización de materiales didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales.” (p.3149). (Bossolan, <i>et al</i>, 2010)</p>
<p>Actualmente el programa está en su cuarto año de operación y ha llegado a 563 escuelas, cubriendo aproximadamente a 18000 estudiantes. Este número de escuelas alcanzado por el programa corresponde 30% del total de escuelas de secundaria de Malaysian, lo cual marca un incremento si se compara con las 17 escuelas que cubrían 1050 estudiantes el primer año.</p>

Si bien el principal objetivo del programa era estudiantes de la escuela, también se incluyeron a los profesores de ciencias de las escuelas participantes.

Ellos asumieron la responsabilidad de informar a sus estudiantes de una forma cercana a los científicos, aspectos técnicos de la biotecnología, y de explicar a los estudiantes que van a ser los responsables en el futuro de tomar decisiones frente a las posibilidades y los riesgos de biotecnología (Harms, 2002).

Por otra parte, se han establecido planes para aumentar el número de profesores capacitados como facilitadores del programa. Como la mayoría de los profesores son graduados de biología o química, se requiere sólo actualización sobre la estado actual de la técnica de la biotecnología.

Se espera que las decisiones de las actuales y futuras generaciones acepten o rechacen los desarrollos de la biotecnología lo hagan con base en un sólido entendimiento de la misma y no como resultados de inducciones ocultas, tendencias o xenofobia.

Entre otros programas de similar medida que se espera poner en marcha, están los programas derivados de éste, que están dirigidos a responsables políticos y otros profesionales (Medicina, ingeniería, legales y profesionales de las finanzas). (Firdaus-Raih, *et al*, 2005)

Se encontró que un equipo de trabajo de colaboración llevado a cabo por miembros, con diferentes funciones, orientan la solución de un problema biotecnológico. Las intervenciones de los estudiantes fueron mediadas a fin de ayudarles a comprender, reflexionar y sacar conclusiones. Tolerancia, el respeto hacia las ideas de los compañeros de equipo y la defensa de sus propios puntos de vista con argumentos sólidos, fueron alentadores.

En cuanto a las ideas de los alumnos, que se presentan en sus ensayos, creemos que esta capacitación les permitió reflexionar sobre sus prácticas en el aula para cuando se acerquen a problemas sociocientíficos. Por lo tanto, esta formación fomentó la difusión de nuevas perspectivas de enseñanza y creó redes de trabajo interdisciplinarias y contactos con otros profesores. Permitió el debate y el intercambio de herramientas de enseñanza y buenas prácticas entre los profesores. (Ocelli y Vázquez-Abad, 2010)

#### **Estudiantes**

De los 19 artículos, 14 corresponden a investigaciones con estudiantes, principalmente en la escuela secundaria y preparatoria, el resto, eran artículos sobre profesores en formación y profesores en ejercicio.

“...En la categoría estudiantes se encuentra que lo que más se ha investigado tiene relación con las actitudes de los estudiantes. Tres artículos trataban la actitud exclusivamente y otros tres eran una mezcla de actitud con asuntos como el interés, valores y comprensión. Un artículo particular era, básicamente, en un instrumento desarrollado para medir la actitud de los estudiantes.

Dos artículos estaban en la percepción, respectivamente, de los estudiantes y su capacidad de debatir sobre el tema de la biotecnología. La otra área de interés fue la comprensión de los estudiantes, ética y el conocimiento, y el razonamiento y la argumentación.

“...la mayor parte de la investigación discutieron las mismas áreas de interés. Ninguno de los trabajos de investigación trató de explorar niveles cognitivos de los alumnos, sus habilidades metacognitivas y cómo pensar en los problemas y las maneras de resolver problemas.

...De acuerdo a los resultados, también se dio cuenta de que la investigación eran principalmente de la parte occidental del mundo. Ninguno de los artículos sobre los estudiantes se publicó desde la región donde se originó, Asia en general, y la región de Asia-Pacífico en concreto.” (p.1213-1214). (Gelamdin, *et al*, 2013)

“Los estudiantes tienen bien desarrolladas las ideas de lo que les interesa y lo que no...” (p.12). (Kidman, 2007)

#### **Medios exógenos y endógenos**

“En cuanto a los medios utilizados para tener información, en los cuatro casos con ligeras variaciones la televisión, la prensa diaria y la radio son las fuentes que mayores porcentajes recogen, al igual que en la encuesta nacional de 2004 referidos a la CyT en general.” (362). (Cabo, *et al*, 2006)

“...el compromiso de los docentes está influenciada por sus creencias acerca de la biotecnología y la educación de la biotecnología, que actúan como factores endógenos, y también por factores exógenos relacionados con los elementos que inciden en su práctica, independientemente de sus creencias... la evaluación exacerbada de los profesores a la insuficiencia o inadecuación de los materiales en las escuelas y la falta de disponibilidad de recursos educativos parece tener un mayor impacto en la práctica de las limitaciones prácticas reales que se enfrentan, y sus creencias acerca de la biotecnología.

Este estudio revela que las creencias de los profesores sobre el tema en sí, sus competencias para hacer frente a ella y responder a los estudiantes, no son necesariamente en detrimento de su práctica. En cambio, los profesores indican algunas dificultades para hacer frente al esfuerzo adicional necesario para superar los obstáculos. (p.379) planteados por la educación de la biotecnología, que exige mejorar sus habilidades de manejo de información. De hecho, las respuestas de los maestros reflejan un conocimiento limitado de los recursos educativos disponibles que pueden estar relacionados con su tendencia a restringir la búsqueda de información a un pequeño número de fuentes. Sin embargo, se mostraron receptivos y dispuestos para obtener más información y el aumento de las oportunidades de formación, que es un punto de partida alentador para diseñar intervenciones adaptadas.” (p.379). (Fonseca, *et al*, 2012)

“Las barreras y factores de estímulo seleccionados por los profesores pueden ser explicados en términos generales de los crecientes niveles de comprensión y profesor de la confianza en la enseñanza de la biotecnología.

Esto determinará la selección de estrategias de enseñanza para el aula, el uso apropiado de representaciones del conocimiento, y la conciencia de las preconcepciones de los estudiantes; todas las cuales son importantes para promover el desarrollo conceptual científicamente aceptable en los mismos. La confianza del profesor aumentaría con el aumento de los niveles de comprensión.” (p.101).

Las barreras destacadas por los profesores fueron:

Tener poco o no tener conocimiento personal del contenido.

- Hay poca o no hay información en mi escuela.
- Se requiere costosos equipos para conducir laboratorios.
- El acceso al computador en mi escuela es una dificultad completa para las clases.
- No conozco a alguien más haciendo este tipo de unidad.

Los estímulos destacados por los profesores fueron:

- Un paquete de materiales disponible para uso inmediato en las clases.
- Recursos concisos para me para aprender acerca de la biotecnología.
- Ejemplos locales que serían interesantes a los estudiantes.
- Una oportunidad de probar las actividades de laboratorio con alguien que sabe lo que están haciendo.
- Una lista de sitios web de relevante información para me y para mis estudiantes.
- Muestras de puntos de evaluación con matrices de valoración de marcado disponibles.
- Un conjunto de actividades que se puedan utilizar de forma individualmente y ser incorporadas en las unidades existentes. (Leslie y Schibeci, 2006).

“...existe una influencia en porcentajes importantes de profesorado, aunque no mayoritarios, de la educación informal de Ciencias de la que son responsables los medios de comunicación y que afecta al profesorado de forma similar a como lo hace en el público en general, pues las fuentes de información citadas por los españoles para informarse sobre CyT en las últimas encuestas nacionales (FECYT, 2005, 2007) coinciden en los cuatro medios más citados por el profesorado melillense: televisión, prensa, radio e Internet, siendo las fuentes más fiables (libros y revistas especializadas) las que menos porcentajes presentan... el contexto social de una controversia biotecnológica es más decisivo para la toma de decisiones que la información técnica sobre Biotecnología con la que se cuenta...” (p.104). (Miron, *et al*, 2007)

#### **Actitudes**

“El balance entre interés e información es negativo...La principal diferencia encontrada con respecto a las encuestas nacionales fue el número de profesores que no respondieron a la pregunta si bien, en ambos casos, la mayor parte de los encuestados que responden creen que existen más beneficios que perjuicios seguido de los que creen que los beneficios y perjuicios están equilibrados, siendo la respuesta menos elegida la de mayores perjuicios que beneficios.” (p.362) (Cabo, *et al*, 2006) “En tres de los cuatro casos la postura mayoritaria es utilizar personalmente las aplicaciones biotecnológicas, al igual que cuando se trata de valorar el uso que los demás harán de las innovaciones Si bien muchas respuestas son independientes del caso de que se trate, en otras cuestiones no es así. Dos aplicaciones son aceptadas por la mayoría, la clonación terapéutica y la utilización de bacterias MG. En cambio la mayoría rechaza la clonación con fines reproductivos, discriminando incluso entre un No definitivo y un No debido a la falta de control social (68.1% y 25.9%). Los alimentos transgénicos también son rechazados por la mayoría, pero al contrario que en la clonación con fines reproductivos, existe tolerancia hacia la utilización por parte de los demás de dichos alimentos.” (p.363-364). (Cabo, *et al*, 2006)

#### **“B) Toma de decisiones e intenciones de conducta hacia la participación social en asuntos biotecnológicos**

“Las respuestas dominantes marcan un panorama dirigido hacia la regulación social en donde la mayoría del profesorado es partidario de ser consultado y, además, mayoritariamente consideran que las decisiones deben ser compartidas por las autoridades, la comunidad científica y los grupos sociales interesados, si bien aparece en el caso de la clonación con fines reproductivos ciertas anomalías relacionadas con la falta de control social que no aparecen en los otros casos.

En contraste con estos datos, la mayoría del profesorado no está dispuesto a invertir una parte de su tiempo libre para participar en campañas informativas ya sea a favor o en contra de las aplicaciones. El porcentaje que sí está dispuesto a participar no manifiesta una pauta de participación centrada en alguna estrategia o canal concreto, existiendo una diversidad de posibilidades.” (p.363).

“Las evaluaciones o indicadores sobre actitudes generales hacia la biotecnología no sirven para predecir las intenciones de los sujetos hacia aplicaciones concretas, pues sea cual sea la valoración general, en todos los sujetos las intenciones son tanto positivas como negativas dependiendo del caso.

La terminología utilizada en las evaluaciones de percepción social es muy diferente y responde a modelos teóricos diferenciados.

...en el caso de la clonación no es la técnica en sí misma la que produce problemas éticos para la mayoría, sino las consecuencias sociales o la finalidad de la técnica.

...se pueden deducir algunas implicaciones didácticas. Las controversias científico-tecnológicas pueden ser consideradas privadas o públicas en función del escenario en el que se desarrollan, es decir, en la comunidad científica o en el seno de la sociedad. En el primer caso los dilemas pueden utilizarse en relación a cuestiones relacionadas con la naturaleza de la ciencia, como por ejemplo, el consenso como toma de decisiones científicas, mientras que por el contrario, las controversias públicas ofrecen la posibilidad de tratar en el aula el contexto social de la tecnociencia, que es tan decisivo al menos como los elementos centrales, siempre que asumamos que la tecnociencia es un proceso social.” (p.5). (Cabo, *et al*, 2005).

“En la tendencia general de la actitud de los profesores hacia la biotecnología es que tienden a aceptar aquellas aplicaciones biotecnológicas que son beneficiosos para la humanidad, como se revela en las áreas de agricultura, medio ambiente, combustible y productos químicos, alimentos y bebidas, y la medicina. Por otra parte, los profesores tienden a ser más reservados a la duplicación de los animales y las cuestiones de bioética. Esta observación es un buen ejemplo para la integración de la ética en los programas de biología.  
” (p.157). (Chan y Lui, 2002)

“Las actitudes de profesores y estudiantes son diferentes, proporcionando una rica discusión o debate de base para el aula. Allí donde las actitudes, tienden a coincidir será unánime, por lo que el debate y la discusión siguen siendo posibles.

BELBETS ha presentado que los estudiantes tienen claras ideas en lo que les interesa explorar en las clases de biología. Casos en que no se cumplan estos intereses, es posible que el estudiante se retire del estudio de la biología.

Este estudio encontró que los estudiantes tienen actitudes positivas hacia el estudio de los temas de biotecnología, especialmente cuando existe interés personal.

Desafortunadamente, el estudio además presentó que los profesores, quienes deciden sobre los planes de estudio, no están interesados en la enseñanza de tales tópicos.” (p.142). (Kidman, 2009) Las dos ideas clave de la clonación y pruebas antibióticos naturales son de gran interés para la mayoría de los estudiantes, pero enseñadas por sólo algunos profesores. Parece que cuando una escuela incluye una idea clave práctica de biotecnología moderna en el currículo, los estudiantes son muy interesados. Esto da lugar al argumento de que la biotecnología moderna es una ciencia valorada por los estudiantes y los profesores si los propios profesores están dispuestos a aprender las habilidades de la pedagogía y de laboratorio pertinentes.

Los profesores no quieren involucrarse en cuestiones controvertidas, no quieren presentar temas que no suelen encontrarse en el libro de texto. Los estudiantes, por otro lado, quieren explorar las ciencias contemporáneas y preocupaciones polémicas (siempre que no sean en forma de artículos de prensa). Los estudiantes ven programas de televisión, consideran que este material es "real", y desean hacer trabajo práctico. Los estudiantes que sienten que la clase no es de su agrado, pueden cambiar su horario para una clase que perciben como más interesante.” (p.368). (Kidman, 2010)

“Aunque nuestro estudio muestra que los niveles de conocimiento de los profesores no son un factor determinante de la aceptación, hay que empezar por revisar brevemente la genética clásica (secundaria), seguido de una explicación más detallada de los temas de la biotecnología y la legislación. Está claro que la educación cuidadosamente diseñada sobre OGM debe tomar la dirección del pensamiento crítico, con el análisis de los argumentos y la adopción de una posición crítica individual...” (p.11).

“Diecinueve profesores, cuatro de las escuelas de 9 años y 15 de secundaria dejaron esta parte del cuestionario en blanco, lo que podría indicar su conocimiento limitado de temas de biotecnología y genética y su renuencia a revelar esto.” (p.7) Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)

“El principal hallazgo del estudio fue que las creencias de los profesores de tecnología de Corea, medido por el valor,

<p>la esperanza, y la innovación se correlacionaron significativamente con la intención docente para aplicar la biotecnología en sus aulas. El modelo de regresión múltiple jerárquica predijo con éxito su intención de enseñar contenidos de biotecnología después de controlar la información (años de enseñanza, cursos, y el género). Además, el estudio descubrió que los profesores de tecnología que habían enseñado ya eran menos propensos a enseñar el contenido de la biotecnología en sus clases.” (p.73). (Kwon y Chang, 2009)</p>
<p><b>Género</b></p> <p>Al explorar la contribución relativa de los factores principales del currículo, descubrimos complejas relaciones de causa y efecto. El desencadenamiento de compromiso de los estudiantes es un ejemplo del PCK en acción de los profesores simultáneamente con el género y los contenidos del currículo; por lo tanto, su efecto positivo es aditivo, o tal vez incluso sinérgico.” (p.1861).</p> <p>“En el caso de la comprensión de contenidos, donde los contenidos de biotecnología actúan antagónicamente al género APL (es decir, al desafío de la comprensión del contenido molecular complejo, en el que la estructura canónica del género aumenta ella), el papel de las estrategias de enseñanza de los profesores se vuelve aún más importante para minimizar los retos de los estudiantes e inclina la balanza hacia un resultado favorable.” (p.1862). (Falk, , <i>et al</i>, 2008)</p> <p>“...El modelo de regresión múltiple jerárquica predijo con éxito su intención de enseñar contenidos de biotecnología después de controlar la información demográfica (años de enseñanza, cursos, y el género). Además, el estudio descubrió que los profesores de tecnología que habían enseñado ya eran menos propensos a enseñar el contenido de la biotecnología en sus clases.” (p.73). (Kwon y Chang, 2009)</p>
<p><b>Materiales para la enseñanza</b></p> <p>“... los profesores aprobaron el uso de materiales de instrucción, tales como las que se sugieren en los cursos (kit de piezas de plástico de colores diseñados para el construcción de la estructura de biomoléculas, tales como ácidos nucleicos y proteínas), señalando características positivas como:</p> <p>(a) el aspecto lúdico del material, (b) la importancia de los estudiantes para ver y manipular el modelo y comprender la estructura molecular, (c) la posibilidad de interacción entre los participantes, y (d) su participación activa. Sin embargo, los profesores también señalaron algunos obstáculos para el uso de dichos materiales: el hecho de que los profesores pueden no estar actualizados de los contenidos relacionados, el número reducido de clases relacionadas con la Biología y la Química, y el gran número de estudiantes por aula... (p.3149) (Bossolan, <i>et al</i>, 2010)</p> <p>“El estudio determinó los métodos de instrucción que mejor transmiten la materia de biotecnología a los estudiantes. En general, revisión de las respuestas de todos los participantes demostró que la conferencia / debate fue el método favorito de la instrucción, seguida de laboratorios estudiantiles y presentaciones audiovisuales.” (p.462). (Zeller, 1994)</p>
<p><b>Instrumentos de investigación</b></p> <p>... la metodología para la captura de PCK ofrece una interesante forma de documentar y retratar a la construcción y, como también se ilustra aquí, el CPM de Mortimer (1995) parece ser una herramienta útil para la clasificación de las afirmaciones epistemológicas y ontológicas de los profesores. Ambos métodos pueden ser utilizados para caracterizar de manera eficiente el PCK, y por lo tanto puede ser útil en la discusión de las formas divergentes de enseñanza...” (p.11) (Garritz y Velázquez, 2009).</p> <p>“Los resultados presentados en este trabajo sugieren que el instrumento BELBETS permitió datos para ser recogidos de los estudiantes y profesores para revelar sus intereses en la biotecnología moderna. Es difícil afirmar que la fiabilidad de consistencia interna y la validez discriminante del instrumento BELBETS se ha establecido.</p> <p>Más bien, hay que señalar que la fiabilidad y validez del instrumento BELBETS será un proceso continuo, que implica el refinamiento con cada administración. En el caso del presente estudio, la fuente principal de las pruebas de fiabilidad y validez se deriva de las entrevistas de seguimiento.” (p.368). (Kidman, 2010)</p> <p>La Web basado en técnica Delphi fue un método eficaz para obtener datos de un grupo diverso de miembros de ampliamente separados por la distancia y pueden ser útiles en futuros estudios que se establece el contenido en otras áreas centrales de la tecnología en educación. (Scott, <i>et al</i>, 2006)</p>

### Anexo 3.4: Sistematización de datos sobre profesores en formación inicial

<p><b>Currículo y contenidos</b></p> <p>“La mayoría de profesores en formación que tomaron los curso de métodos, aprobaron el uso de microorganismos para procesos específicos, y la modificación genética de los alimentos / plantas. Sin embargo, la mayoría desaprobó la modificación genética de los genes humanos y la de los animales.</p> <p>Otro punto a destacar es que las actitudes de los profesores en formación no fueron influenciadas por los cursos de métodos en ciencias inscrito, enseñanza de temas principales, cursos de Biología previamente tomados, tampoco influyo el género.” (p.354). (Chabalengula, <i>et al</i>, 2011)</p> <p>“...En contraste con los países desarrollados, el currículo de las escuelas de primaria y secundaria y facultades</p>
--

<p>(universidad) de la educación, parecen tener, comparativamente, componentes de biotecnología insuficiente en Turquía.” (p.2-3)</p> <p>“Como resultado, es imposible estar lejos de los temas que cubren el contenidos biotecnológico en los currículos de ciencias de la escuela y los programas de enseñanza. Últimamente, enfoques de la ciencia, la tecnología y la sociedad tienen gradualmente influencias en los programas de enseñanza de la ciencia” (p.10) (Darcin y Türkmen, 2006)</p>
<p>“Los participantes de los cuatro países distintos parecían tener conocimiento de la biotecnología limitado. En este sentido, es evidente que los planes de estudio de la biología y de la biotecnología en estos países deben reformarse a la luz de las situaciones de la vida real y los cambios recientes en el área de la biotecnología y la ingeniería genética. Por otra parte, los métodos de enseñanza apropiados deben ser utilizados de tal manera de involucrar a los participantes en el análisis de cuestiones socio-científico cotidiano teniendo en cuenta los valores y creencias de todos los interesados.</p> <p>La falta de materiales de enseñanza con un enfoque en temas socio-científica (Macer, Asada, Tsuzuki, Akiyama, y Macer, 1996) pueden haber sido una de las razones de un conocimiento inadecuado de los participantes y de las actitudes negativas hacia la biotecnología. En consecuencia, hay una necesidad de incluir temas controvertidos, como la biotecnología y la ingeniería genética en los programas de formación docente...” (p.90). Erdoğan, <i>et al</i>, 2012</p>
<p>“...el conocimiento de la biotecnología de los estudiantes que cursan currículos pedagógica a nivel universitario es pobre, contradictorio y con frecuencia tratado injustamente; 9 de las 16 declaraciones presentadas no han sido válidamente contestadas por los estudiantes que hicieron un intento de dar una respuesta única a 7 declaraciones, es decir, a estar de acuerdo o en desacuerdo en la declaración dada; estadísticamente se han establecido las desviaciones significativas entre los estudiantes de la biología y aquellos que estudian otras materias (no relacionada con la biología). ... Es probable que el currículo de la biología este fuertemente centrado en la biología clásica, más que en la moderna... todos los encuestados reconocen que la sociedad no está suficientemente informada sobre los riesgos relacionados con los organismos modificados genéticamente y productos alimenticios modificados...” (p.276-277). (Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008)</p>
<p>“Se destaca lo crucial de la información y la educación de la biotecnología así como su integración a la ciencia actual y a los planes de estudios de biología de la K a 12 y la preparación de los profesores de educación en ciencia y de primaria.” (p.131). (Turkmen y Darcin, 2007)</p>
<p>“Nuestros resultados sugieren que las noticias sobre la biotecnología, junto con el currículo de ciencias no pueden preparar a los ciudadanos turcos para la biotecnología suficientemente.” (p.128) Usak, <i>et al</i>, 2009)</p>
<p><b>Profesor</b></p>
<p>“Preocupa que el estudiante turco del departamento de enseñanza de las ciencias parecen tener conocimiento insuficiente acerca de los problemas biotecnológico tales como la descripción de la biotecnología, la biotecnología agrícola y sus beneficios, la salud humana y en la farmacia, medio ambiente y la biotecnología, y el uso de biotecnología para la producción de alimentos. ...parece ser apropiado que su conocimiento de temas biotecnológicos, desarrollos de innovaciones, y los posibles efectos negativos sean tenidos en cuenta por el público con el fin de conseguir que sean más conscientes de estos temas.” (p.9-10)</p>
<p>“... El nivel de conocimientos de los profesores sobre conceptos, procesos y temas de biotecnología, no está claro en el contexto turco. Más allá del nivel de conocimientos de los profesores de ciencias y biología, los profesores deberían tener la capacidad de usar y mostrar algunos equipos de la biotecnología y los materiales en la escuela...” (p.2-3) (Darcin y Türkmen, 2006) “... Este estudio muestra que la enseñanza de las ciencias principales en estudiantes de pregrado, incluso en el contexto de Turquía, parecen tener un conocimiento inadecuado sobre conceptos y aplicaciones biotecnológicas.” (p.10) (Darcin y Türkmen, 2006)</p>
<p>“...aunque los candidatos a profesores de ciencia tienen un conocimiento insuficiente sobre la transferencia de genes de los animales a las plantas y las plantas modificadas genéticamente, sus conocimientos generales sobre la biotecnología está en un nivel adecuado...” (p.1017). (Darçin, 2011)</p>
<p>“...la mayoría de los futuros profesores de biología percibieron que parte de los tema de la biotecnología son demasiado difícil para sus estudiantes y que se tiene insuficientes trabajos prácticos en comparación con otros temas de biología.” (p.263). (Erdogan, <i>et al</i>, 2009).</p>
<p>“Se destaca la falta de conocimiento específico tanto del concepto de Biotecnología, como de sus herramientas. Así, también se destaca la expresión de ejemplos muy divulgados en los medios de comunicación sin encontrarse diferencias con las opiniones de estudiantes secundarios (Gunter, <i>et al</i>, 1998). Frente a la enseñanza de la Biotecnología, los futuros docentes manifiestan inseguridad en lo conceptual, mientras que en lo didáctico plantean que el carácter abstracto de los contenidos es el motivo de la dificultad en la transposición. Este sentir coincide con lo planteado por Occelli (et. al. 2009) en cuanto a que las temáticas que exigen la comprensión de conceptos genéticos complejos, resultan difíciles de aprender y requieren de estrategias específicas para su enseñanza/aprendizaje. Por último, considerando que el desconocimiento aumenta el riesgo de rechazar tecnologías promisorias que pueden abrir perspectivas para un desarrollo sostenible (Muñoz de Malajovich, 2006), resulta necesaria una alfabetización científica integral, con la inclusión explícita de la Biotecnología en la formación de los futuros profesores.” (p.2). (Jalil, <i>et al</i>, 2010)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los docentes objeto de este estudio poseen un bajo conocimiento sobre biotecnología debido al poco acceso que tienen a la información relacionada con este tema, lo que dificulta su labor con los estudiantes...</li> <li>• La falta de literatura científica sobre el tema hace que la información percibida por los docentes sea superficial y que</li> </ul>

<p>dependa fundamentalmente de aquella publicada por los medios de comunicación, limitando su percepción e impidiendo familiarizarse y profundizar en el conocimiento de las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología, la educación y la sociedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aspecto educativo es el menos enfocado cuando se analiza este tema por parte de los docentes, lo cual se traduce en una deficiencia importante para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología.” (p.10-11). (Mujica y Reyes, 2007)</li> </ul>
<p>“Nuestros resultados indican que los estudiantes universitarios eslovacos tienen un pobre conocimiento de lo que significan los procesos de la biotecnología.” (p.904). Prokop, <i>et al</i>, 2007</p>
<p>“...Dar al profesor de Biología los elementos suficientes para poder ser creativo en la enseñanza de las ciencias es un requisito indiscutible; el profesor debe conocer [...] como la pedagogía y la didáctica intervienen para generar aprendizajes significativos, y acercar a la manera como se ha construido dicho conocimiento, así como dejar establecido que el conocimiento se encuentra interconectado con otros conocimientos, que producen una sinergia complicada de entender, pero más de enseñar, como es el caso de la Biotecnología.” (p.84-85). (Roa, <i>et al</i>, 2008)</p>
<p>“Los resultados encontrados en este estudio mostraron que la mayoría de los profesores de ciencias en formación eran capaces de definir la clonación término parcialmente cierto (54,4%) y pocos de ellos (17,8%) fueron capaces de dar definiciones verdaderas...” (p.82).</p>
<p>“Si tenemos en cuenta los resultados de los recursos que necesitan sus conocimientos, se muestra que la mayoría de ellos aprenden estas cuestiones de recursos informales, su limitado conocimiento era un resultado esperado. Aunque un número significativo de ellos utiliza revistas para aprender sobre la tecnología de clonación, la mayoría de ellos no fueron capaces de dar definiciones verdaderas...Además, el término ética también fue mencionado por algunos de los futuros profesores de ciencias, pensaban que la situación no era éticamente correcta. Sin embargo, los estudiantes que mencionaron esto no pudieron explicar su expresión en detalle.” (p.83). (Sürmeli y Şahin, 2012)</p>
<p>“... más de la mitad de las preguntas de conocimiento fueron contestadas correctamente por más de la mitad de los futuros profesores [de ciencias]...se ha limitado el conocimiento y la comprensión del uso de la hormona química en nuestra muestra. (Özden, <i>et al</i>, 2008:3896). Los futuros profesores turcos tienen conocimientos limitados y actitudes positivas inadecuadas hacia el uso de la hormona química en la vida cotidiana.” (p.3898). Özden, <i>et al</i>, 2008</p>
<p>“Se supone que la información disponible en el campo se basa en gran medida en la educación general y no en los conocimientos adquiridos en la universidad. Sin embargo, el conocimiento de los estudiantes es bastante limitado” (p.276-277). (Lamanauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008)</p>
<p><b>Formación</b></p>
<p>“El aspecto educativo es el menos enfocado cuando se analiza este tema por parte de los docentes, lo cual se traduce en una deficiencia importante para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología.” (Mujica y Reyes, 2007:10-11)</p>
<p>“...la Biotecnología constituye uno de los campos de conocimiento aplicados con sustanciales aportes al mundo, lo que la convierte en una variable que debe ser incluida dentro de la formación integral del profesor de Biología, para favorecer de esta manera la posibilidad de que analice situaciones problema, o dificultades en la enseñanza, que lo conduzcan a planear y desarrollar estrategias adecuadas para afrontar escenarios desconocidos previamente, pero quizá susceptibles de resolución por la aplicación de conocimientos prácticos y fundamentados...” (p.84-85). (Roa, <i>et al</i>, 2008)</p>
<p><b>Estudiantes</b></p>
<p>Experimentalmente, los estudiantes producen información útil de investigación, aprendieron las técnicas y habilidades modernas de la biología celular.</p> <p>Desde lo pedagógico, el programa de aprendizaje generó una sinergia productiva entre la universidad y el nivel secundario de los estudiantes. El terreno de la investigación constituye un ambiente rico para el aprendizaje científico participativo.</p> <p>La mayoría de escuelas secundarias no están equipada física o financieramente para proporcionar experiencias de investigación similares, por lo tanto, aprendizajes organizados en institutos de investigación cooperativa, son una excelente alternativa. El aprendizaje en pequeños grupos provee un medio para dar cabida a más estudiantes optimizando el gasto de tiempo y materiales.</p> <p>Instituciones públicas y privadas de investigación ya están proporcionando capital inicial competitivo para promover programas similares de educación y divulgación para jóvenes. (Lewis, <i>et al</i>, 2002)</p>
<p>“Los resultados indican que los estudiantes, tanto de secundaria y universitarios tienen un conocimiento similar de lo que significan los procesos biotecnológicos.” (p.128) Usak, <i>et al</i>, 2009)</p>
<p><b>Medios exógenos y endógenos</b></p>
<p><b>Actitudes</b></p>
<p>“En la búsqueda de sus propias opiniones, los profesores en formación [de primaria] deberían tener la oportunidad de considerar las opiniones de los demás y ampliar sus propios conocimientos. Hacer esto les permitiría saber que su postura esté en las controversias, y en consecuencia buscar desarrollar actitudes imparciales frente a la biotecnología.” (p.354).</p>



(Chabalengula, <i>et al</i> , 2011)
Los fabricantes de alimentos, medios de comunicación y los políticos deben concentrarse correctamente en estos temas candentes; ciertas desviaciones en las actitudes de los estudiantes de biología y de aquellos que estudian otras materias pueden observarse. Los estudiantes de la biología seguramente tienen más conocimiento de la biotecnología que determina sus actitudes hacia el tema.” (p.276-277). (Lamauskas y Makarskaitė-Petkevičienė, 2008)
“Las declaraciones más contestadas correctamente estuvieron relacionados con los efectos negativos de las hormonas químicas sobre la salud humana y el equilibrio ecológico. Por otra parte, los efectos del uso de la hormona química en verduras y frutas también fueron contestadas correctamente por casi la mitad o más de la mitad de los futuros profesores.” (p.3896).
“Las actitudes más favorables se encontraron en el efecto del uso de la hormona química en las plantas y la agricultura ecológica. Por otro lado, la mayoría de las actitudes negativas se encontraron hacia efectos de uso de la hormona química en los seres humanos. El alto índice de futuros profesores que no son capaces de distinguir las frutas y verduras sin uso de las hormonas químicas, documenta escaso conocimiento de las hormonas químicas por lo que resultan en actitudes negativas dentro de esta dimensión... Resultados multivariados mostraron diferencias significativas en las actitudes hacia el uso de hormonas químicas en los seres humanos y plantas entre los futuros profesores hombres y mujeres. Los futuros profesores hombres tienen actitudes más positivas hacia los efectos del uso de hormonas químicas en los seres humanos y las plantas en comparación con las mujeres, independientemente de sus niveles de clase.” (p.3898). Özden, <i>et al</i> , 2008
“Los estudiantes que se matricularon en un curso de biología tienen significativamente mejor conocimiento de la biotecnología, y el nivel de conocimiento se correlaciona positivamente con las actitudes. Sin embargo, como resultado, los estudiantes eslovacos (especialmente mujeres) muestran actitudes menos positivas hacia la biotecnología, independientemente de sus conocimientos sobre ingeniería genética.
En general, las actitudes más negativas fueron encontradas en los ítems relacionados con el control de la ingeniería genética, lo que probablemente provocó reticencias contra las compras de productos transgénicos. Ambos parecen estar en estrecha relación con el conocimiento de la biotecnología.” (p.904). Prokop, <i>et al</i> , 2007
“Cada uso del potencial de los OGM debe ser investigado de forma individual, y la transferibilidad de los resultados sobre la aceptabilidad de un OGM a otro es más bien baja. Hallazgos sobre las correlaciones entre el conocimiento declarativo sobre los OGM y la aceptabilidad se mezclan (Šorgo and Ambrožič-Dolinšek, 2009; Šorgo and Ambrožič-Dolinšek, 2010).
El alto nivel de interés, como un posible precursor de esfuerzos activos para encontrar información, solamente se conecta marginalmente con niveles de aceptación de los OGM, lo que demuestra que el interés puede ser desencadenado por ambas actitudes positivas y negativas hacia los OGM. La unión entre la vía de estudio y la aceptabilidad de los OGM sigue siendo poco clara.
Estas conexiones deben ser investigadas en un estudio más amplio. Las consecuencias podrían ser importantes (Knight y Paradkar, 2008; Knight y Gao, 2009; Bett et al 2010.) Debido a la contratación sesgada de guardianes de los OGM de diferentes corrientes de estudio; además, como lo reconoce (Devos, <i>et al</i> , 2009), el conocimiento no será el factor determinante para decidir si los OGM se permitirá en uno u otro país de la UE.
Las diferencias en los niveles de aceptación entre los sexos difieren de un estudio a otro, tal como se presenta en la introducción y en el presente estudio van en favor de las mujeres. Estas diferencias se ven afectadas por varios factores, entre los que las emociones negativas son predominantes. El hallazgo de que las mujeres con mayor inteligencia son más positivas sobre organismos modificados genéticamente es otra diferencia relacionada con el género conectado a los de inteligencia, inteligencia emocional y factores de personalidad descritos en la introducción.” (p.9) (Šorgo, <i>et al</i> , 2012).
En general se encontró que la Evaluación del cuestionario indica que las actitudes de los estudiantes universitarios hacia los estudios biotecnológicos mostraron discrepancia y dependencia del contexto: mientras que hubo una amplia aceptación de la modificación de los microorganismos en la descomposición de los residuos, y la elaboración del vino y la cerveza, esta aprobación fue baja en la fabricación de alimentos para humanos y animales. Además, también hubo una amplia aprobación de la modificación de los genes humanos para el tratamiento de enfermedades. Además de esto, la aceptación de los genes insertando en óvulos fertilizados se encontró muy poca aceptación.
En lo que se refiere a la variable facultad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, los estudiantes de biología eran particularmente favorables a los estudios biotecnológicos en comparación con los de educación en ciencia y los estudiantes de medicina.
En lo que se refiere a la variable de género, los resultados estadísticos mostraron que, en general, no hay diferencias significativas entre las actitudes hacia las aplicaciones biotecnológicas entre hombres y mujeres.” (p.4005). (Surmeli y Sahin, 2010).
“Los resultados de este estudio revelaron que las percepciones de la ciencia de futuros profesores diferencian según el tipo

de estudios de clonación.
Tenían percepción negativa cuando el estudio se ocupa de la clonación humana, por el contrario, tenían percepciones positivas cuando el estudio estaba tratando con la clonación animal. Cuando se trataba de dar las razones de cada dilema, los estudiantes respondieron de diversas maneras.” (p.83). (Sürmeli y Şahin, 2012)
No obstante que el nivel de conocimiento biotecnológico del género masculino de los estudiantes de educación en ciencia y elemental no mostró diferencia media significativa, la media entre géneros diferentes muestra una diferencia ligeramente superior para los hombres.
El promedio de respuestas correctas de los candidatos a profesores de ciencias en tópicos biotecnológicos y los temas, fue significativamente mayor que las de los candidatos a profesores de Educación Primaria. (Turkmen y Darcin, 2007)
“Correlación significativa entre el conocimiento y las actitudes apoya la idea de que la conciencia pública está positivamente relacionado con una mayor apreciación de los productos genéticamente modificados. El nivel de conocimiento positivo se correlaciona con las actitudes. Los resultados multivariados indicaron diferencias significativas en las actitudes hacia la biotecnología entre hombres y mujeres.” (p.128) Usak, <i>et al</i> , 2009).
“Actitudes más positivas hacia la biotecnología se encuentran entre los estudiantes universitarios, apoyan la noción actual de que los pueblos mejor educados tienen actitudes más favorables hacia la biotecnología moderna.” (p.128) Usak, <i>et al</i> , 2009)
“Se puede afirmar que, si el grado es más alto entonces la actitud es positivamente alta.” (p.76) (Darçin y Güven, 2008).
“...los participantes tienen una actitud positiva hacia el uso de métodos biotecnológicos a menos que se utilicen en la modificación genética de animales y plantas...Además, se puede decir que candidatos a profesores que tienen una actitud negativa o neutral consideran que la aplicación de la biotecnología como arriesgado.” (p.1017). (Darçin, 2011)
<b>Género</b>
“...las actitudes de los profesores en formación no fueron influenciadas por los cursos de métodos en ciencias inscrito, enseñanza de temas principales, cursos de Biología previamente tomados, tampoco influyo el género.” (p.354). (Chabalengula, <i>et al</i> , 2011)
“Las diferencias en los niveles de aceptación entre los sexos difieren de un estudio a otro, tal como se presenta en la introducción y en el presente estudio van en favor de las mujeres. Estas diferencias se ven afectadas por varios factores, entre los que las emociones negativas son predominantes. El hallazgo de que las mujeres con mayor inteligencia son más positivas sobre organismos modificados genéticamente es otra diferencia relacionada con el género conectado a los de inteligencia, inteligencia emocional y factores de personalidad descritos en la introducción.” (p.9) (Şorgo, <i>et al</i> , 2012).
“En lo que se refiere a la variable de género, los resultados estadísticos mostraron que, en general, no hay diferencias significativas entre las actitudes hacia las aplicaciones biotecnológicas entre hombres y mujeres.” (p.4005). (Surmeli y Sahin, 2010).
No obstante que el nivel de conocimiento biotecnológico del género masculino de los estudiantes de educación en ciencia y elemental no mostró diferencia media significativa, la media entre géneros diferentes muestra una diferencia ligeramente superior para los hombres. (Turkmen y Darcin, 2007)
“El nivel de conocimiento positivo se correlaciona con las actitudes. Los resultados multivariados indicaron diferencias significativas en las actitudes hacia la biotecnología entre hombres y mujeres.” (p.128) (Usak, <i>et al</i> , 2009)
<b>Materiales para la enseñanza</b>
“...De igual importancia es proporcionar a los educadores recursos apropiados, tales como textos informativos, actividades interactivas, actividades prácticas y recursos de Internet para ayudarles a desarrollar lecciones significativas y eficaces...” (p.90). Erdoğan, <i>et al</i> , 2012-2009
“...Los docentes requieren el uso [sic] métodos de enseñanza innovadores que permitan la formación crítica de sus estudiantes, como trabajos de campo, experiencias directas con la realidad, desarrollo de talleres, intercambios y alianzas con equipos multidisciplinarios, visitas guiadas, entre otros...” (p.10) (Mujica y Reyes, 2007)
Duarte, <i>et al</i> (2012) “Este proyecto constituye además, un aporte a las situaciones de enseñanza y aprendizaje con diferentes estrategias didáctico-pedagógicas que favorecen dicho proceso, en especial en lo que respecta a la construcción del conocimiento científico referidos a la Biotecnología.” (p.989)
“Este sentir coincide con lo planteado por Occelli, <i>et al</i> , 2009) en cuanto a que las temáticas que exigen la comprensión de conceptos genéticos complejos, resultan difíciles de aprender y requieren de estrategias específicas para su enseñanza/aprendizaje.” (p.2). (Jalil, <i>et al</i> , 2010)
<b>Instrumentos de investigación</b>
“En este estudio, una medida que identifica los atributos de los candidatos a maestros de ciencia aplicada a la biotecnología se desarrolló... En resumen, se analiza la validez del alcance de la medida. Después de eso por la aplicación análisis factorial, correlación total de items y el elemento que diferencia a los métodos de propiedad, se analizó la validez estructural... Todos los resultados del análisis mostraron que la validez y la fiabilidad de la medida son aceptables.

<p>La medida final desarrollada de acuerdo a estas etapas incluye un total de 40 ítems, donde 14 de ellos fueron negativos y 26 fueron positivas. El intervalo de grado es de entre 40 y 200. El grado de un individuo define la actitud de los candidatos a maestros de ciencia aplicada hacia la biotecnología.” (p.76) (Darçin y Güven, 2008).</p>
<p>“La encuesta de los participantes sobre temas controversiales con el uso de los métodos cuantitativo es necesaria, pero no suficiente. Una comprensión profunda de cómo las personas piensan acerca de la biotecnología y las creencias y valores que son la base de este pensamiento requiere el uso de indicadores cualitativos, así como metodologías de investigación cuantitativas...” (p.90). Erdoğan, <i>et al</i>, 2012</p>
<p>El BAQ terminó con 28 ítems que miden siete dimensiones de la biotecnología.</p> <p>“Factor 1. El consumo de productos transgénicos Factor 2. GM en agroindustria Factor 3. La conciencia pública de los OMG Factor 4. Compras de productos transgénicos Factor 5. Ética de modificaciones genéticas Factor 6. Impacto ecológico de la ingeniería genética Factor 7. El uso de la ingeniería genética en la medicina humana” (p.261)</p> <p>“Está visto que la Biotechnology Attitude Questionnaire (BAQ) es una herramienta promisorio para la enseñanza y la investigación en la educación, para explorar las actitudes de los estudiantes hacia la biotecnología. Los profesores pueden utilizar el instrumento para medir las actitudes de sus alumnos y puntos de vista más específicos de las actitudes de los estudiantes en siete dimensiones.</p> <p>Una consecuencia práctica, este instrumento permitiría a instructores modificar sus instrucciones actuales en debates científicos en el plan de estudios de la ciencia.” (p.262). (Erdogan, <i>et al</i>, 2009).</p> <p>“El presente estudio, aun cuando se lleva a cabo en una muestra pequeña, abre más preguntas que respuestas, y puede considerarse como un estudio piloto dando indicaciones potenciales para investigaciones futuras. Se puede resumir que los estudios en busca de respuestas sobre la aceptabilidad de los OMG como categoría general no rinde respuestas prácticas.” (p.9) (Şorgo, <i>et al</i>, 2012).</p> <p>La escala utilizada es útil para medir el nivel de conocimiento y opinión biotecnológica. (Turkmen y Darcin, 2007).</p>

### Anexo 3.5: Sistematización de datos sobre sugerencias

Referencia	Sugerencias
(Kidman, 2009)	“Es la esperanza de que los resultados de este estudio den lugar a nuevas investigaciones sobre la educación en biotecnología. Necesitamos más estudios que investiguen la educación en biotecnología en relación con la intención del profesorado en el aula. También se necesita investigación en los estudiantes de deserción de la ciencia para determinar si la falta de correspondencia entre los intereses de alumnos y profesores es un factor que contribuye.” (p.142).
Aziz, Tegegne y Wiemers (2009)	Tener en cuenta la las Fuentes bibliográficas y las prácticas desarrolladas de laboratorio.  Futuras capacitaciones que incluyan prácticas en laboratorios de biotecnología conduciría a la integración y la adopción del plan de estudios de biotecnología, así como la aceptación de los OMG.  Las capacitaciones deberían extenderse a otras partes interesadas, incluidos productores y consumidores. Esto requeriría un esfuerzo concertado que incluya tanto las instituciones del sector público y privado. Clave entre estas últimas son las grandes universidades, con los sistemas de extensión, que puede educar a las diversas partes interesadas acerca de la biotecnología a partir de los resultados de esta investigación.
Boone, Gartin, Boone y Hughes (2006)	“Supervisores estatales y docentes de educación agrícola en West Virginia deben proporcionar capacitación para todos los profesores de ciencias sobre contenidos de materiales de agricultura, e infundir estos contenidos en los currículos de Ciencias Agrícolas...La facultad de educación agrícola debería examinar los contenidos para la formación de los profesores, buscando que los profesores tengan un adecuado conocimiento de la biotecnología.  Supervisores estatales y docentes de educación agrícola deben poner a disposición, a través de la compra o el desarrollo, los recursos del plan de estudios en temas biotecnológicos. Además de la capacitación en servicio, materiales curriculares sobre biotecnología deben ser comprados y puestos a disposición directamente a los programas locales y / o a través de un programa del Estado de préstamos en el centro de materiales curriculares.” (p.87).
Brown, Kemp y	Los programas de formación deberían proporcionar a los profesores tanto en formación como en

Hall (1998)	servicio, los conocimientos necesarios para evaluar, utilizar y desarrollar módulos didácticos. Así mismo es importante proporcionar experiencias para el desarrollo del contenido de la biotecnología mediante actividades de grupo pequeño y a través de simulaciones por ordenador.
Cabo, Enrique y Cortiñas (2006)	<p>“La aplicabilidad de la <i>Teoría de Acción Razonada/Planificada</i> hacia la formación del profesorado para identificar las dificultades y obstáculos hacia la implementación de ciertas actividades y tratarlas en la formación permanente es también evidente.</p> <p>La inclusión de actividades basadas en controversias, la mejora de las capacidades de argumentación y la contextualización de las mismas de cara a hacer posible la participación social serían objetivos ineludibles no solo para la formación del profesorado o la enseñanza formal de la Ciencia sino también para la enseñanza no formal del público en general como medio de mejora de la cultura científica y tecnológica de todos y todas.” (p.365).</p>
Cabo, Enrique, García-Peña, y Cortiñas (2005)	<p>“En ningún caso se hace referencia a la enseñanza formal de Ciencias como punto de partida de las teorías implícitas con las que el público interpreta la información que recibe de los medios de comunicación.</p> <p>Creemos que las investigaciones sobre percepción pública pueden ser abordadas desde los marcos teóricos desarrollados en la Didáctica de las Ciencias, tanto si son propios o “importados” de otras áreas, como puede ser el caso de la psicología social.” (p.2)</p>
Chabalengula, Mumba y Chitiyo (2011)	<p>Creemos que los investigadores de la educación en ciencias deben dirigir sus investigaciones al diseño de los recursos para la enseñanza y el aprendizaje para que los profesores de ciencias y los estudiantes las puedan usar. Ante la llegada de las simulaciones por ordenador, se argumenta que sus efectos visuales simulados que muestran lo que sucede durante la modificación genética podrían promover tanto la comprensión conceptual de los estudiantes, así como "ver" los riesgos potenciales de los procesos biotecnológicos - aspectos que son cruciales para ayudar a los estudiantes a hacer sus propias decisiones acerca de la biotecnología.” (p.354).</p> <p>“Los profesores universitarios pueden elaborar materiales curriculares de educación científica que permitan a los profesores en formación adquirir lo siguiente: (a) la información pertinente y actualizada sobre lo que la biotecnología contribuye a nuestra vida personal y social, así como sus carencias. Esta sección del currículo de la ciencia sería asegurar que los profesores en formación tengan una comprensión de los beneficios y las complejidades de la biotecnología (Chen et al, 1999), (b) la comprensión de las cuestiones éticas, sociales y culturales relacionados con la biotecnología.” (p.354).</p> <p>“Por lo tanto, para garantizar actitudes imparciales y mejorar la comprensión de los procesos de la biotecnología entre los profesores en formación y sus estudiantes, el currículo de ciencias debe aumentar la cobertura de los principios básicos y las aplicaciones de la biotecnología. Los resultados presentados en este estudio también sugiere que los aspectos de la biotecnología deben ser incluidas en las iniciativas de desarrollo profesional del profesor de ciencias, lo cual debe ser enseñado de forma explícita para que los profesores en ejercicio estén bien informados sobre la biotecnología y aprecien sus aplicaciones.” (p.355).</p>
Darçin (2011)	<p>“Este estudio y otros similares muestran que las personas deben contar con la posibilidad de obtener información correcta y coherente sobre la biotecnología. Además, la educación multidisciplinar permitirá a las personas evaluar adecuadamente los efectos de la biotecnología en los campos sociales, culturales y éticas, por lo que se le debería dar más importancia... Los profesores de ciencias deberían dejar que los estudiantes de las escuelas secundaria entendieran que el objetivo de la biotecnología es resolver los problemas del ser humano... Por lo tanto, conceptos biotecnológicos, áreas de aplicación de la biotecnología y los principales métodos utilizados en estas áreas, y el desarrollo, incluso histórico de la biotecnología deben ser considerados en la educación de candidatos a profesores de ciencia utilizando métodos educativos modernos. Además, los candidatos deben aprender cómo juzgar pros y los contras de la aplicación de la biotecnología en diversas áreas. En otras palabras, los aspectos sociales y éticos de la biotecnología que tienen reflexiones sobre la sociedad deben ser incluidos en la educación de los candidatos (Harms, 2002).” (p.1018).</p>
Darçin y Güven (2008)	<p>“Al aceptar este estudio como un paso inicial, la medida propuesta puede desarrollarse aún más en términos de validez y la fiabilidad mediante el uso de diferentes y más grandes grupos de la muestra.</p> <p>Educación biotecnología es importante en términos de evaluación de las reflexiones sociales y morales de la biotecnología para la sociedad y para el comportamiento positivo de los individuos.</p> <p>Los individuos se les debe enseñar no sólo las aplicaciones prácticas de la ciencia, sino también la capacidad de evaluación de los resultados sociales y morales (Dawson &amp; Taylor, 2000). Con el fin de</p>

	<p>hacer que las actitudes deben ser identificados.</p> <p>Una de las dificultades en la educación de la biotecnología son los problemas en la educación de los candidatos a profesores de ciencias aplicadas (Darçın y Türkmen, 2006). Con el fin de deshacerse de estos problemas, las actitudes de los candidatos deben ser identificados y la educación deben desarrollarse en consecuencia.” (p.77)</p>
Darcin y Türkmen (2006)	<p>“Los efectos de la biotecnología, así como otras aplicaciones tecnológicas han comenzado a ser ampliamente discutido en las escuelas. Los programas curriculares de ciencias escolares deben mostrar claramente la importancia de las aplicaciones biotecnológicas para la humanidad y poner adicional énfasis en algunos malentendidos y conceptos erróneos comunes sobre la biotecnología.</p> <p>Además, los profesores de ciencias y biología en servicios, así como los candidatos a maestros en el área de la ciencia y la biología, deben tener la capacidad de entender conceptos biotecnológicos e informar a sus estudiantes las aplicaciones y temas de la biotecnología...Por lo tanto, los programas de enseñanza de las ciencias en Turquía debe poner adicional énfasis en el área de contenido de biotecnología. Los programas de biotecnología que comprenden la ayuda en el servicio y en formación de los profesores de ciencias deben ser conscientes de la biotecnología.” (p.10)</p>
Duarte, Noguera y Martínez (2012)	<p>“... surgieron dificultades en cuanto al factor tiempo, lo cual constituye una limitante para el trabajo en aula teniendo en cuenta que la carga horaria en las escuelas no se ajusta a las necesidades para realizar trabajos de esta índole. Por lo que se sugiere planificar estrategias para una jornada de ciencias o incorporar esta problemática a proyectos institucionales.” (p.991)”</p>
Erdogan, Özel, BouJaoude, Lamanauskas, Uşak y Prokop, 2012	<p>“...existe la necesidad de ampliar el ámbito de la investigación para investigar la forma en que todos los ciudadanos de un país piensan sobre un tema tan importante y todavía controvertido - socio-científico- porque todos estos ciudadanos tienen la responsabilidad de tomar las decisiones respecto a la producción y el uso de estas sustancias.” (p.90).</p> <p>Más que por los resultados obtenidos, por las conclusiones y la justificación dada en la investigación sobre los futuros profesores, el artículo resulta muy importante para la tesis, además de lo anterior porque se resaltan la importancia del conocimiento y actitudes del profesor y por la disparidad en los resultados en cada uno de los países.</p>
Erdogan, Özel, Uşak y Prokop (2009)	<p>“Sugerimos que el uso de una sola escala entre los diferentes países se traduciría en comparación objetiva de las actitudes de los estudiantes hacia las biotecnologías.</p> <p>Teniendo en cuenta el aumento de la necesidad de enseñar (más) sobre la biotecnología, porque la enseñanza simplemente clásica genética no es suficiente para la preparación de los ciudadanos científicamente alfabetizados para el futuro, sería muy interesante comparar los datos obtenidos con este cuestionario con estudiantes de otros países.” (p.263).</p>
Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)	<p>“Se espera poner en marcha otros programas sobre biotecnología, que estén dirigidos a responsables políticos y otros profesionales (Medicina, ingeniería, legales y profesionales de las finanzas).”</p>
Fonseca, Costa, Lencastre y Tavares (2012)	<p>“Este estudio tiene implicaciones para la formación del profesorado, ya que pone de manifiesto la necesidad de mejorar las competencias de los profesores en la búsqueda, selección y adaptación de información para la instrucción en el aula. Programas de formación docente deben desarrollarse e implementarse como parte de futuros profesores y educación en servicio.</p> <p>Al tener en cuenta las especificidades socioculturales, modelos educativos, el ingenio de cada país, y la influencia que estos elementos ejercen sobre las creencias de los profesores, sería posible llevar a cabo una identificación más amplia, más completa de los elementos necesarios para mejorar la eficiencia de la educación de la biotecnología.” (p.379).</p>
Gelamdin, Alias y Attaran (2013)	<p>En cuanto a la investigación en educación en biotecnología queda aún para profundizar en los estudiantes, pero mucho más en los profesores. Nuevos investigadores deben tratar de buscar en las otras zonas aún inexploradas. Tal vez, al ver otro punto de vista, vamos a ser capaces de ver un ámbito más grande y resolver otro puzzle.</p> <p>“¿Cómo los estudiantes entienden y cómo se transfieren los conocimientos que se reúnen desde el aprendizaje de temas de biotecnología relacionada con la solución de problemas y cuestiones en su vida cotidiana? Lo cual ayudará a entender cómo piensan y aprenden cómo asimilan y adaptan los nuevos conocimientos en sus esquemas existentes. Los aspectos metacognitivos de los estudiantes es otro tipo de investigación que se pueden considerar. Esto dará una cierta comprensión de cómo los estudiantes utilizan estrategias particulares para el aprendizaje o la resolución de problemas o la forma en que son conscientes de su metacognición.</p> <p>ii) Los futuros profesores necesitaran prestar una mayor exposición a los nuevos y actuales avances de la Biotecnología para que puedan tener confianza y puedan enseñar a los estudiantes que usan los nuevos conocimientos adquiridos.</p> <p>iii) Las escuelas deben colaborar con las universidades y otros organismos relacionados con la</p>

	<p>biotecnología de manera que los estudiantes pueden tener la oportunidad de ver por lo menos en la realidad cómo trabajan los biotecnólogos y llegar a sus conclusiones.</p> <p>iv) Escuelas normales o universidades que participan en la formación de profesores deberían incorporar cursos de biotecnología en su currículo. Esto les dará a los profesores una idea de las actividades de biotecnología y experimentos para que puedan pasar los conocimientos con confianza a sus alumnos.</p> <p>v) La dirección del currículo debe revisar e improvisar la existencia de la formación del profesor y currículo escolar. Las limitaciones encontradas deben ser abordados de una manera mejor para lograr la visión de tener un ciudadano con conocimiento científico en el siglo XXI.” (p.1220).</p>
Hark (2008)	Consultas futuras y la colaboración con los miembros del programa de educación de la universidad u otros expertos en el campo de la educación y la formación docente, ayudarían en la estructuración de esta experiencia con el máximo beneficio para los profesores en formación.
Jalil, Occelli y Acevedo (2010)	“... resulta necesaria una alfabetización científica integral, con la inclusión explícita de la Biotecnología en la formación de los futuros profesores.” (p.2).
Kidman (2007)	“...Los profesores y los diseñadores del currículo deben ser alentados para determinar los intereses [en biotecnología] y relacionarlos con la materia para proporcionar una base para nuevos conocimientos. "La voz del estudiante" tiene que tener un mayor protagonismo en el diseño de nuestro currículo de ciencias... Los profesores también deben considerar la conveniencia de su pedagogía seleccionada...” (p.12).
Kidman (2010)	<p>“El apoyo al desarrollo profesional de los profesores necesita ser dirigido a los cambios de comportamiento en donde hay promoción de la creciente competencia de los profesores en técnicas de la biotecnología moderna, de manera que sean idóneos para enseñar esas ideas clave en forma interdisciplinaria que implican oportunidades de laboratorio frecuentes. ” (p.368).</p> <p>“Otra cuestión que surge es si el interés inspirador de la biotecnología moderna también inspire un interés en otras áreas de la ciencia contemporánea.” (p.369)</p>
Kwon y Chang (2009)	<p>“...los resultados de este estudio sugieren que los profesores de tecnología se enfrentan a un nivel de expectativa menor que el valor que le dan a la educación tecnológica. Este hallazgo puede destacar la necesidad de mejorar su nivel de expectativa hacia la biotecnología y su instrucción. En particular, estos profesores muestran una fuerte motivación para innovar currículo biotecnología actual para las clases de educación tecnológica.</p> <p>Este estudio recomienda que el contenido de la biotecnología debe ser entregado de forma sistemática durante el desarrollo profesional de los profesores de tecnología... Además, este estudio se concentró en la investigación de las actitudes y la motivación de los profesores de tecnología 'hacia la biotecnología y su instrucción. Sin embargo, puede haber otras variables que afectan a instrucción de la biotecnología para los programas de educación tecnológica.” (p.74).</p>
Lamanauskas y Makarskaitė (2008)	“El desarrollo de las biotecnologías definitivamente debe cambiar la posición de la sociedad en este campo de la ciencia. Debido a la falta de información y, a menudo inadecuada, el público tiene una opinión equivocada sobre esta área.” (p.275).
Leslie y Schibeci (2006).	<p>“Recursos concisos darían el contexto al contenido de la información para que los profesores luego encuentren vínculos apropiados con ejemplos locales, el desarrollo histórico de los conceptos, y otros recursos. Esto a su vez mejoraría la confianza en sí mismo, proporcionando estímulo para probar más diversas estrategias de enseñanza/ aprendizaje...”</p> <p>Las diferencias en las respuestas entre los profesores de ciencias y ciencias físicas y biológicas no fueron sustanciales.” (p.102)</p>
Miron, Cabo, Hernández y Cotrinas (2007)	“El caso de la Biotecnología y de su imagen social en el profesorado nos remite a la necesidad de introducir reformas de fondo en las aulas.” (p.104).
Moreland, Jones y Cowie (2006).	<p>“El estudio de caso ha puesto de relieve la importancia de conocer la naturaleza de la biotecnología y de cómo la ciencia y la tecnología contribuyen a ella. Estas características forman una parte crucial de la formación docente para las nuevas ciencias como la biotecnología.” (p.154)</p> <p>“La biotecnología es un área en expansión de interés científico y para la comunidad, por lo que es importante para los estudiantes entiendan su potencial para que entonces influyan en sus comunidades. El desafío de para los profesores, la ciencia y la educación en tecnología es cómo proporcionar experiencias de aprendizaje en esta área.” (p.154).</p>
Mujica y Reyes (2007)	“... Es necesario incorporar la biotecnología como área de conocimiento en los planes de estudio de las Escuelas Técnicas del Estado Yaracuy. - Se recomienda incluir las nuevas tecnologías en el perfil profesional de la Especialidad de Educación Agropecuaria en el Departamento de Educación Técnica de la UPEL - IPB. -Desarrollar un estudio más amplio que incluya a todas las Escuelas Técnicas de la

	<p>Región Centro occidental del país. - Los centros de investigación como las universidades deben generar modelos pedagógicos relacionados con las nuevas tecnologías, pero accesibles a los docentes que laboran en las Escuelas Técnicas del Estado Yaracuy.” (p.11).</p> <p>“Los docentes de las instituciones estudiadas requieren de capacitación y actualización permanente para desempeñarse eficientemente en el trabajo diario con los estudiantes, además pueda aplicar y evaluar proyectos pedagógicos que permitan acceder al conocimiento científico y tecnológico, donde éste no sea subvalorado y su enseñanza ocupe un lugar preponderante.” (p.10-11). (Mujica y Reyes, 2007)</p>
Özden, Usak, Prokop, Türkoğlu y Bahar (2008)	<p>“...los programas de enseñanza de las ciencias desde el preescolar hasta la universidad deben hacer hincapié en el uso de la hormona del químico en la biotecnología...los profesores y futuros profesores deben ser formados acerca de las aplicaciones biotecnológicas, como el uso de hormonas químicas en la vida cotidiana, etc.” (p.3898).</p>
Prokop, Lešková, Kubiátko y Dirand (2007)	<p>“El currículo actual de ciencia Eslovaca con respecto a la presentación de la ingeniería genética, debe ser re-evaluado, y la alfabetización científica de los alumnos en esta área debe ser mejorado en gran medida.</p> <p>Sugerimos que las fuentes de información más de biotecnología, como la biotecnología en línea (<a href="http://www.biotechnology.gov.au">www.biotechnology.gov.au</a>) en Australia (Dawson y Schibeci, 2004), pueden ayudar a la enseñanza de la ingeniería genética para ser más eficaces.</p> <p>Los puntos de vista de los profesores de ciencias sobre la ingeniería genética no deben descuidarse, se necesita más investigación en este tema.” (p.905).</p>
Puebla, Yrazola y Mercadal (2012)	<p>Los autores subrayan la necesidad de superar la desarticulación de los conocimientos, consideran que esto se puede hacer conectando multidisciplinariamente y transdisciplinariamente con el currículo en química, biotecnología, didáctica y los recurso tecnológicos.</p>
Scott, Washer y Wright (2006)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las revisiones deben hacerse a los programas de formación de profesores de tecnología de para conocer si los egresados son competentes para aplicar las 45 competencias críticas de la biotecnología establecidas y validadas por esta investigación. Por inferencia, los programas de perfeccionamiento docente que también tenga que ser modificado.</li> <li>2. Además dentro del estado actual de la investigación en la formación de profesores para la educación tecnológica de secundaria deben llevarse las 45 competencias críticas sobre biotecnología identificada y validada por esta investigación.</li> <li>3. debido a la mezcla de la ciencia y la tecnología cubren las competencias biotecnológicas identificadas por el panel que cruza disciplinas variadas, se recomienda que los modelos tradicionales aislados (isolationist) de instrucción de la secundaria como los universitarios en los niveles de formación de profesores en aras de compartir estrategias de enseñanza.</li> <li>4. las competencias identificadas en esta investigación representan un potencial punto de referencia para comenzar a incluir los contenidos biotecnológicos en los programas de formación de profesores a nivel internacional.</li> </ol> <p>Estas competencias podrían ser más refinadas a través de discusiones y debates.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Una guía curricular en biotecnología basada en las competencias identificadas, se deben desarrollar para facilitar su inclusión en los programas de tecnología en la formación del profesorado.</li> <li>7. Este estudio podría ser replicado usando un enfoque de clasificación, desarrollado en datos cuantitativos que validen las competencias críticas identificadas en biotecnológicas</li> </ol> <p>“Las investigaciones futuras deberían llevarse a cabo sobre la viabilidad y el alcance del contenido de la biotecnología que se pueden incluir en los programas de tecnología de la formación del profesorado.</p> <p>Para fortalecer y garantizar la vitalidad futura de los recursos humanos en Estados Unidos y las empresas biotecnológicas, educadores y profesionales en el campo de la biotecnología deben trabajar juntos para desarrollar las competencias que respondan a necesidades de los estudiantes California State University Program for Education and Research in Biotechnology, 2001.” (p.19)</p>
Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)	<p>“¿Cómo educar a los profesores actuales y futuros? ¿Cómo preparar los temas para una variedad de temas discutidos en la sociedad? ¿Cómo formar su propia opinión sobre temas tan complicados como los transgénicos, cómo introducir temas socio-científicos en el sistema educativo –? estas son preguntas para seguir trabajando en la formación docente.” (p.11).</p> <p>Podemos ayudar a los profesores a comprender los riesgos, beneficios y desventajas de la modificación genética. Proponemos dejarles elegir temas para su estudio en profundidad. Debemos prepararlos para trabajar con los alumnos y estudiantes, para modificar sus clases de acuerdo a los conocimientos actuales y para seleccionar las actividades apropiadas congruentes con sus conocimientos, actitudes y</p>

	nivel de aceptación.” (p.11).
Šorgo, Jaušovec, Jaušovec y Puhek (2012)	“Esto es similar a la conclusión del presente estudio que indica una relación más fuerte entre la suma de las emociones expresadas y la aceptación de los OGM y la inteligencia verbal. Estos resultados de la investigación requieren estudios de mayor escala con un muestreo aleatorio para cubrir una población más amplia; adicionalmente, cociente emocional (EQ) debe ser incluido como uno de los predictores.” (p.9)
Steele y Aubusson (2004)	“Se recomienda que las unidades de la biotecnología que son a la vez exigente e interesante se ofrecerán a los estudiantes de las escuelas secundarias. Estas unidades deben contener el trabajo práctico y hacer frente a los problemas que se relacionan con la vida de los estudiantes. Ellos necesitan ser examinadas de tal manera que los estudiantes que estudian la biotecnología no están en desventaja.” (p.385).
Surmeli y Sahin (2010)	“...los intereses de los estudiantes sobre la biotecnología deben ser apoyados con cursos que incluyan las aplicaciones biotecnológicas, pero el objetivo de estos cursos no es cambiar las actitudes de los estudiantes.” (p.4004).
Sürmeli y Şahin (2012)	Se debe incluir en los programas de estudiantes [futuros profesores de Ciencias (biología, química, física) y ciencias en general] cursos de biología, que incluyan la clonación, principios de la ética, y bioética. (p.84). Se debe hacer conscientes a los futuros profesores de ciencias de la lectura de revistas útiles para obtener información precisa.
Turkmen y Darcin (2007)	Próximos estudios deberán analizar las preocupaciones y actitudes hacia la biotecnología. “hacer algunas comparaciones entre los países desarrollados y en desarrollo sobre las actitudes, conciencia, y las ideas erróneas del público en general, estudiantes y profesores. Es relevante llevar a cabo una investigación que abarque los estudios biotecnológicos sobre los niveles de conocimiento de los candidatos a profesores, que son responsables de la enseñanza de la biotecnología conceptos, temas y otras cuestiones.”(p 126)
Usak, Erdogan, Prokop y Ozel (2009)	“La mala comprensión de los procesos de biotecnología está cubierto por la apreciación superficial de la biotecnología (agrícola), probablemente debido a la especial incidencia de los medios de comunicación turcos. Una mejor comprensión de lo que realmente significa la biotecnología puede ser mejorada por la re-evaluación del currículum la ciencia y los debates públicos con los científicos tal vez a través de la televisión o las revistas.  Más fuentes de información de la biotecnología, como la biotecnología en línea ( <a href="http://www.biotechnology.gov.au">www.biotechnology.gov.au</a> ) en Australia o <a href="http://www.gmo.sk">www.gmo.sk</a> en Eslovaquia, pueden ayudar a los investigadores en su investigación y los profesores en su enseñanza sobre la ingeniería genética con mayor eficacia. La preparación para la ciencia y la biología de los docentes para la enseñanza de la biotecnología no debe descuidarse, pero se necesita más investigación en este tema.” (p.130).
Wilson, Kirby y Flowers (2002)	“Más investigación descriptiva debe llevarse a cabo para determinar si existen diferencias entre cada factor independiente e intención los educadores agrícolas a adoptar la biotecnología y el curso de Ciencias Agrícolas de la Investigación. Un estudio de la relación entre los conocimientos actuales de los educadores agrícolas para cada competencia y el valor que le dan proporcionaría una visión más clara del valor percibido de los contenidos del curso.” (p.80).
Yarden y Yarden (2010)	“Sugerimos que los estudiantes y los maestros trabajan juntos en la transformación del conocimiento mientras estudian a partir de animaciones, como en otras lecciones y actividades en la escuela (Scardamalia y Bereiter, 1991).” (p.98).
Zeller (1994)	“Los programas de educación de la ciencia deben considerar este resultado como una guía para que los métodos de instrucción proporcionan el mejor medio de intercambio de información en la sala de clase. Los programas de educación de la ciencia pueden ayudar a preparar mejor a los futuros docentes, haciendo hincapié en estos métodos y la tecnología educativa más avanzada disponible para su entrega.” (p.462)

### Anexo 3.6: Sistematización de datos sobre introducciones, antecedentes y justificaciones

Subcategorías	Dato	Referencia
---------------	------	------------



<b>Definición de biotecnología</b>	Definición desde la tecnología: “es el desarrollo de cosas naturales para usarlas diariamente en la vida de los seres humanos”. (p125).	Turkmen y Darcin (2007)
	“Para el propósito de este estudio, la biotecnología fue definida operativamente como el uso de organismos vivos o partes de organismo, para fabricar o modificar productos (ej., ingeniería genética, cultivo de tejidos), mejorando plantas o animales (ej., transgénicos, terapia humana, clonación, alimentos modificados genéticamente, etc.), o para desarrollar microorganismos para usos específicos (ej., terapia genética, estructura microbianas y aplicaciones, agroquímicas) (ITEA, 2000).” (p 4).	Scott, <i>et al</i> (2006)
	“La biotecnología es la continuación de una larga tradición de modificaciones basadas en los principios de la genética y la biología que mejorar las plantas, los animales y el medio ambiente para que sean más útiles a los seres humanos...” (p 2)	Aziz, <i>et al</i> (2009)
	“... la Biotecnología debe entenderse como una posibilidad de enseñanza de las ciencias, que dadas sus características puede favorecer la enseñanza y aprendizajes significativos y con sentido; no se trata de convertirla en la piedra angular de la enseñanza del conocimiento, ni mucho menos del aprendizaje.” (p.74)	Roa, <i>et al</i> , (2008)
	“Los científicos europeos están de acuerdo en que la biotecnología es una ciencia que emplea diferentes campos de la ciencia para estimular procesos tecnológicos (bioquímica, la microbiología, la genética y la química) con el apoyo de las estructuras de las células microbiológicas y de mamíferos. (Biotechnologijos Lietuvoje, 2008).” (p.270).	Lamanauskas y Makarskaitė (2008)
	“La biotecnología es un área importante de la ciencia y la tecnología que se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. La biotecnología se fundamenta en la bioquímica, inmunología, genética, ingeniería química, y biología molecular, los sistemas biológicos y de salud y organizaciones que influyen en la nutrición.” (p.3892).	Özden, <i>et al</i> (2008)
	Los términos: manipulación genética y las tecnologías genéticas se utilizan en las discusiones acerca de la biotecnología... “Estos términos se refieren a las áreas de la biotecnología, donde la técnica fundamental utilizada es el movimiento de los genes de un organismo a otro y por lo tanto son sinónimo de la ingeniería genética. La manipulación genética es una parte de muchas tecnologías biológicas utilizadas en la producción de alimentos, gestión de residuos y la salud humana.” (p.369)	Steele y Aubusson (2004)
	“La biotecnología es un término amplio para un grupo de tecnologías basadas en la aplicación de los sistemas vivos y / o procesos biológicos para resolver problemas. La práctica de la biotecnología ha, desde la antigüedad, ha sido una parte integral de la cultura humana, con las aplicaciones tradicionales de biotecnología, tales como elaboración de la cerveza, fermentación y de plantas y animales dirigido programas de mejoramiento de haber existido desde hace miles de años (Garrett 2009, p. 4).”	Kidman (p.2010)
<b>Posibles maneras de clasificar la biotecnología</b>	<p>La educación pública de la biotecnología moderna es una tarea difícil y complicada. Cuando se discute sobre la biotecnología, por lo general, dos muy diferentes pero relacionadas áreas entrar en contexto. Por un lado, está la biotecnología clásica, que abarca actividades como la fermentación y el mejoramiento por selección genética. Por otra parte, está la biotecnología moderna, que tiene en cuenta los sistemas moleculares que son involucrados en la biología, esta cubre principalmente la tecnología del ADN recombinante y sus aplicaciones. La biotecnología clásica ha existido por miles de años, pero sigue siendo pertinente en este día y edad de la era post genómica. En conjunto, ambas tecnologías pueden trabajar mano a mano, para proporcionar una mejor calidad de vida de las generaciones actuales y futuras. (p 10-11).</p> <p>La educación en biotecnología es un amplio campo. (p 10).</p> <p>“A los participantes se les hace comprender que, para empezar una carrera en biotecnología, no hace falta ser un biólogo molecular o tener antecedentes en formación primaria de biología.</p> <p>Se muestra la verdadera composición de habilidades y conocimientos que hacen de la biotecnología moderna un esfuerzo multidisciplinario casi sin fisuras, lo que requiere ingenieros, matemáticos, físicos, químicos y científicos</p>	Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)

	de la computación, entre otros, que trabajen con los biólogos haciendo biotecnología moderna y fabricación industrial.” (p 12).	
	“Dunham, Wells, and White (2002) afirmó que "pocos campos en el mundo moderno tienen avances tan rápidos como los que han tenido lugar en la biotecnología" (p. 65). (Citados por los autores).	Scott, <i>et al</i> (2006)
	“Es de carácter interdisciplinario, al igual que muchos problemas contemporáneos de investigación que se basan en la investigación en biología, química y física.” (p.26). “Investigadores de muchos tradicionales campos de la biología y la ingeniería están trabajando en este campo híbrido...”. (p.26). Con aplicaciones en biosensores, ingeniería de tejidos, biomimetismo, nanotecnología, avances terapéuticos y técnicas de diagnóstico.	Lewis <i>et al</i> (2002)
	“La biotecnología y la genómica se convertirán en una de las más importantes revoluciones científicas y tecnológicas del siglo XXI.” (p.1).	Garriz <i>y</i> Velázquez (2009)
	“La Biotecnología abarca hoy una área amplia del conocimiento que surge de la ciencia básica, de la ciencia aplicada y de otras tecnologías. Se trata de una red compleja de conocimientos donde la ciencia y la tecnología se entrelazan y complementan. ...las aplicaciones biotecnológicas en particular involucran valores y principios éticos y ponen en evidencia la no neutralidad de la ciencia.” (p.1).	Jalil <i>et al</i> (2010)
	“La biotecnología moderna incluye diferentes tipos de tecnologías relacionadas con la animación de los organismos o sus productos utilizados en la industria de alimentos y medicinas y ayuda con el cultivo de plantas y animales, la formación de organismos para uso específico y mejorar la salud humana y los alrededores local. Sin embargo, la biotecnología es una rama de vieja y muy desarrollada de la ciencia. Desde los tiempos antiguos, la flora y la fauna han sido criadas selectivamente mientras que los microorganismos han sido utilizados para fabricar productos tales como el pan, el queso, el vino y la cerveza. Algunos de los hallazgos de los arqueólogos se puede datar del año 5000 aC.” (p.269-270).	Lamanauskas <i>y</i> Makarskaitė (2008)
	“...Un ejemplo, es el gran esfuerzo realizado por investigadores de la educación y profesionales de nivel internacional para integrar la biotecnología en la educación tecnológica. A pesar de los avances en la popularidad de la biotecnología en la educación, la aplicación real de la instrucción en biotecnología no es frecuente.” (p.67)	Kwon <i>y</i> Chang (2009)
	“En contraste con las disciplinas tradicionales como la microbiología o biología celular, la biotecnología tiene un carácter marcadamente multidisciplinar.” (p.369).	Fonseca, <i>et al</i> (2012)
<b>Enfoques de la biotecnología</b>	“Como se sabe, la biotecnología implica la bioquímica, inmunología, genética, ingeniería química, y biología molecular, incluyendo el económico, jurídico, y los aspectos sociales relacionados con la biotecnología.” (P.123).	Usak, <i>et al</i> (2009)
	“...la Biotecnología surge de y en las ciencias, y se convierte en un campo de conocimiento interdisciplinario y en uno de los motores de transformación social –cambio de paradigma–, que necesariamente debe incluirse en la educación científica, crítica y propositiva del presente y futuro ciudadano.” (p.70).  “La Biotecnología, a semejanza de otros campos de conocimiento, se encuentra en expansión y aumento en complejidad, en la medida en que crece su conocimiento y evoluciona, dejando anticuadas las acotaciones disciplinares y concepciones tradicionales sobre la ciencia. Por ello, se puede considerar cada vez más abstracto su conocimiento, por lo que se debe explorar su complejidad desde las estructuras formales actuales del conocimiento y la realidad social que le da la validez.” (p.80).	Roa, <i>et al</i> (2008)
	“La biotecnología moderna ha traído un montón de cambios en la ciencia y la tecnología. Como disciplina científica, la biotecnología moderna va de la mano con las controversias culturales, sociales y de política pública...” (p.1210).	Gelamdin, <i>et al</i> (2013)
	“El crecimiento del conocimiento en el área de la biotecnología ha superado la velocidad a la que se produce una enciclopedia y es adquirido por las escuelas; por lo tanto, la última información de tapa dura en las bibliotecas escolares y las facultades de ciencias puede ser cinco o más años desactualizada, a decir, varias generaciones en términos de la revolución biotecnológica. Los libros de texto se desactualizan rápidamente debido a la rápida tasa de cambio en el	Leslie <i>y</i> Schibeci (2006)

	conocimiento y las prácticas de la biotecnología.” (p.102).	
<b>Política</b>	“Los diseñadores de las políticas se enfrentan al problema de la responsabilidad de educar al público de Malasia, mientras que al mismo tiempo que siembra las bases con las perspectivas de las carreras de investigación en biotecnología e industria. Se considera que una opción viable y eficaz de hacer esto es embarcarse en un programa de concienciación de la biotecnología dirigido a estudiantes de escuelas secundarias de Malasia.” (p.25)	Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)
	El Consejo Industrial de Kentucky para la formación docente (1992), recomendó incluir la biotecnología en los programas para su formación. También se apoyó la inclusión de la biotecnología en los planes de estudio a nivel de secundaria por parte de la National Science Education Standards (National Research Council, 1996), en el Contenido estándar E, que establece que “...en todos los ámbitos de la ciencia, incluyendo ciencias de la vida, los estudiantes en los grados 9-12 deberían experimentar las actividades que "desarrollar habilidades en el diseño tecnológico y la comprensión de la relación entre la ciencia y la tecnología" (p. 190).	Brown, <i>et al</i> (1998)
	“Los intereses del gobierno y del sector privado de Australia apoyan firmemente el concepto de la educación en biotecnología, dado que la biotecnología es considerada un avance muy importante para el progreso tanto científico como económico. El marco nacional de la ciencia también se reconoce la necesidad de que los estudiantes sean conscientes de la biotecnología en el currículo de ciencias de Australia. Por lo tanto, se alienta a los planificadores de programas y educadores para incorporar la biotecnología en el currículo de ciencias, sin embargo, el nivel de educación de la biotecnología en las escuelas australianas es mínima y está muy por detrás de los niveles tanto del Reino Unido y los Estados Unidos de América.” (p.1).	Kidman (2007)
	“En Líbano la importancia de la educación de la biotecnología ha sido reconocido como un punto clave.... No obstante, una revisión de la investigación en la educación científica en el Líbano mostró que no hubo una investigación publicada en el área de la biotecnología.” (p.80).	Erdoğan, <i>et al</i> (2012)
	“En Lituania, la inclusión de la biotecnología en los planes de estudio es una prueba de la importancia de la educación en biotecnología.” (p.80).	
	“En Eslovaquia, aunque la biotecnología es uno de los temas incluidos en el plan de estudios nacional de ciencia, esto no parece ser suficiente para preparar a los estudiantes con conocimientos sobre la biotecnología (Prokop <i>et al</i> , 2007). En particular, el plan de estudios se centra principalmente en la genética mendeliana clásica y la genética molecular. Además, hay falta de fuentes de instrucción.” (p.80).	
	“En Turquía, la biotecnología se ha convertido en un tema importante. En la última década, se ha prestado una mayor atención a la educación en biotecnología (Severcan, Ozan, y Haris, 2000).” (p.80). Énfasis en: en Líbano, Lituania, Eslovaquia y Turquía se ha incorporado la biotecnología en el currículo escolar de secundaria, se evalúa el desarrollo de [evaluación del desarrollo de dicha política] Erdoğan, <i>et al</i> (2012).	
“...la discusión de la biotecnología en las clases de ciencia de Hong Kong seguirá siendo limitada a menos que haya una reforma curricular en la materia de biología.” (p.144). Necesidad de incorporar ¿o reformar/revisar los contenidos biotecnológicos? biotecnología al currículo de secundaria en Hong k (Chan y Lui, 2002).	Chan y Lui (2002)	
“El Boletín de las Comunidades Europeas (2007) subraya que los campos de las ciencias de la naturaleza y la biotecnología están progresando rápidamente haciendo un impacto directo sobre las empresas y los políticos en Europa.” (p.169)	Lamanauskas y Makarskaitė (2008)	

	<p>“...varias redes y organizaciones, como la Iniciativa Europea para la Educación de Biotecnología (<a href="http://www.eibe.info/">http://www.eibe.info/</a>) o el Nacional Centro de Educación de Biotecnología (<a href="http://www.ncbe.reading.ac.uk/">http://www.ncbe.reading.ac.uk/</a>), han estado produciendo una gran cantidad de recursos educativos.” (p.368).</p> <p>*existencia en Europa de redes y organizaciones de educación en biotecnología</p> <p>*Producción de recursos educativos –nivel Secundaria- para la enseñanza de la biotecnología en Europa (Fonseca, <i>et al</i> (2012)</p>	Fonseca, <i>et al</i> (2012)
<b>Referentes socioeconómicos</b>	<p>“La educación en biotecnología en los países en desarrollo sigue siendo uno de los factores de limitación de velocidad en el logro óptimo de capacidad de recursos humanos para impulsar y aprovechar los recursos biológicos de estas naciones. Muchos países en desarrollo se encuentran dentro de las zonas de rica biodiversidad.” (p.10).</p>	Firdaus-Raih, <i>et al</i> (2005)
	<p>Los aumentos previstos en los graduados en los próximos años, da cuenta principalmente de los estudiantes que ya están en la educación superior, junto a la mano de obra altamente cualificada que ya está en el mercado laboral, son más que suficientes para que las pequeñas industrias de la biotecnología crezcan a un ritmo muy rápido en los próximos años, sin añadir nuevos programas y los estudiantes en el sistema.</p>	Herskovic (2002)
	<p>“La biotecnología es considerada como un avance muy importante para el progreso tanto científico como económico. Por esta razón, los gobiernos y los intereses del sector privado apoyan decididamente el concepto de educación Biotecnología.” (p.136).</p>	Kidman (2009)
	<p>“Al igual que la levadura levanta la masa en la elaboración del pan, la participación de la industria da más relieve a las iniciativas de biotecnología en educación. Al alimentar el entusiasmo de los estudiantes y los educadores involucrados, la participación de la industria agrega un "factor zip" que a menudo es esencial para la finalización con éxito de un proyecto educativo, o para el sostenimiento de una iniciativa de varios años. El suministro de dinero en efectivo, productos consumibles y equipos son las formas tangibles de patrocinio industrial de iniciativas educativas... que cuando se combina con los beneficios intangibles de la participación de la industria -como el perfil planteado, la relevancia en el mundo real, y el ángulo de los negocios - el entusiasmo de los estudiantes y los educadores se incrementa y el proyecto queda destinado al éxito educativo.” (p.299).</p>	Jenkins (1999)
	<p>Señalando a la biotecnología se expresa que “...es un momento oportuno para presentar a la próxima generación de aspirantes a científicos los problemas y técnicas pertinentes a esta explosión de una disciplina de alta tecnología, para entonces despertar su interés antes de comenzar sus estudios universitarios carreras.” (p.26).</p>	Lewis <i>et al</i> (2002)
	<p>“Si nosotros, como educadores, comenzamos con la suposición de que todos los usuarios finales (reales o potenciales) y consumidores de productos biotecnológicos, en general, no poseen los conocimientos adecuados sobre temas de biotecnología... entonces una pregunta clave es la siguiente: ¿cuál debe ser el contenido de dicha educación, y dónde y cómo deben ser educados los consumidores reales y potenciales?” (p.2).</p>	Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)
	<p>“El conocimiento de la sociedad y la actitud acerca de aplicaciones biotecnológicas son cada vez más importantes, ya que, es un hecho que la sociedad va a orientar el trabajo biotecnológico.” (p.1017).</p>	Daržin (2011).
		<p>Se espera que las decisiones de las actuales y futuras generaciones que acepten o rechacen los desarrollos de la biotecnología lo hagan con base en un sólido entendimiento de la misma y no como resultados de inducciones ocultas, tendencias o xenofobia.</p>
<b>Concientización</b>	<p>“Podría decirse, respecto a la biotecnología, que lo más importante es la participación del público en esta nueva tecnología. Esta participación no puede ocurrir sin un acercamiento y comprensión de la educación en biotecnología. Si las personas no están educadas en los temas de la ciencia y la tecnología, ellos no pueden tener una significativa participación en los debates públicos concernientes a estos temas.” (p.135).</p>	Kidman (2009)
	<p>“La biotecnología está jugando un papel en la vida cotidiana de los ciudadanos, por lo tanto es de la mayor importancia la comprensión pública de esta nueva tecnología. Este entendimiento no puede ocurrir sin una educación sólida y</p>	Kidman (2007)

	global de la biotecnología. Si las personas no están educadas en este campo de la ciencia y la tecnología, que no pueden tener una participación significativa en los debates públicos sobre estos temas. Este entendimiento no puede ocurrir sin un armonía y educación amplia de la biotecnología.” (p.1).	
	“En torno a todas las aplicaciones y alcances que tiene la Biotecnología en lo económico, político, cultural, social y ambiental, cabe preguntarse si sus adelantos van acompañados de un aumento en los niveles de comprensión de la temática por parte de los estudiantes, ciudadanía y profesores.” (p.70)	Roa, <i>et al</i> (2008)
	“Paralelamente a la evolución reciente de la biotecnología, nuestros estudiantes necesitan ser más conocedores de las implicaciones sociales, éticas y económicas que rodean áreas como la ingeniería genética, la clonación, los alimentos modificados genéticamente, y otros aspectos de la biotecnología. Uno de los componentes necesarios de la educación científica es la promoción por todos los medios de la alfabetización científica de los jóvenes.” (p.123)	Usak, <i>et al</i> (2009)
	“La Biotecnología constituye una temática novedosa para ser tratada en el aula, ofreciendo a los docentes la posibilidad de incorporar estos temas a las diferentes áreas del conocimiento y con variados niveles de complejidad. Por otra parte la relación entre la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), permiten proporcionar al alumno un aprendizaje significativo y conocimientos útiles para la vida cotidiana.” (p.989).	Duarte, <i>et al</i> (2012)
	“Los temas relacionados con la biotecnología, se pueden clasificar en conjunto como "cuestiones sociocientíficas", lo cual significa que todos los aspectos de la ciencia son inseparables de la sociedad de la que surgen.” (p.76).	Sürmeli y Şahin (2012)
	“Los jóvenes necesitan estar informados, no sólo sobre las aplicaciones prácticas de la biotecnología, sino también de la necesidad de apreciar las implicaciones sociales y éticas para que puedan tomar decisiones personales racionales y contribuir al debate público en el futuro.” (p.1210).	Gelamdin, <i>et al</i> (2013)
	“...una gran comunidad de educadores e investigadores pueden ser capaces de utilizar los resultados de la investigación [educación biotecnológica realizada entre varios países] para preparar a los estudiantes para tomar decisiones informadas relacionadas con la biotecnología, esto puede ser un medio para el desarrollo de la alfabetización científica.” (p.79).	Erdoğan, <i>et al</i> (2012)
<b>Justificación</b>	"Últimamente, muchos estudios sobre todo en los países desarrollados han puesto esfuerzos adicionales en la conciencia pública, de los estudiantes y los profesores, hacia la biotecnología (Olsher y Dreyfus, 1999; Chan y Lui, 2000, Francia, 2000; Dunham, <i>et al</i> , 2002; Dibartolomeis y Mone, 2003; Lewis, <i>et al</i> , 2003; Rota e Izquierdo, 2003). Por medio de estos estudios, sería posible que una nueva disciplina, que se podría llamar biotecnología en educación, que se refiera a la actitud y el conocimiento de público en general, de los profesores y estudiantes, así como la promoción de productos biotecnológicos en todas las formas, de la educación y seminarios para generar actitud positiva hacia la biotecnología y cambiar las ideas erróneas relacionadas con la biotecnología..." (p 126).	Turkmen y Darcin (2007)
	“Con el aumento en el ritmo de los desarrollos de biotecnología desde la década de 1990, es importante educar a los estudiantes de secundaria sobre biotecnología.” (136). “Lo crucial para desarrollar la educación en biotecnología en las clases de secundaria son los profesores mismos.” (p.136). “Hay una escasa investigación en educación en biotecnología. Las actitudes de los profesores tienen efecto en general en las prácticas de las clases de ciencias pero no se conocen en relación a la biotecnología. Investigar la conexión entre las actitudes y los intereses en estudiantes y profesores, aún está sin explorar... no hay investigación publicada que compare los conocimientos de biotecnología, actitudes e intereses de los estudiantes con las de sus profesores.” (p.137).	Kidman (2009)
	“La significancia del estudio de la biotecnología ha sido identificada como un área clave de importancia tecnológica y económica en todo el mundo, sin embargo, hay escasa bibliografía relativa a los intereses en los temas de educación de la biotecnología en profesores y alumnos.” (p.1).	Kidman (2007)
	“...hay poca o ninguna investigación publicada que compare los intereses de biotecnología de los estudiantes con los de sus profesores. Esta relación es de importancia, ya que en muchos casos es el profesor quien desarrolla el currículo de acuerdo a sus propios intereses y los conocimientos de la ciencia.”	Kidman (2010)

	<p>(p.354-355).</p> <p>“...hay una escasez de investigaciones sobre la educación en biotecnología...Los profesores que se están formando hoy día serán los que en el futuro cercano estarán practicando y enfrentado la formación y toma de decisiones respecto a temas de biotecnología. Por tanto, entender su conocimiento y actitudes hacia la biotecnología en diferentes países puede suministrar una importante información para la política implicada en la determinación de la metas y dirección curricular...Las investigación de la actitudes y conocimientos de los futuros profesores puede ayudar en la conceptualización de cómo las diferentes culturas afectan las percepciones sobre la biotecnología.” (p.80).</p> <p>“Pocos estudios han intentado llevar a cabo un estudio comparativo entre los conocimientos y actitudes hacia la biotecnología en el contexto de diferentes países (por ejemplo, Chen y Raffan, 1999; orgo, Ambrozic-Dolinšek, Usak, y Ozel, 2011).” (p.80).</p> <p>“La percepción pública de la biotecnología es importante, ya que afecta a los comportamientos de los individuos.” (p.79).</p>	<p>Erdoğan, <i>et al</i> (2012)</p>
	<p>“La revisión de la literatura revela que los estudios de investigación realizados en el contexto de aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética han medido las actitudes generales de los estudiantes con respecto a la genética, ingeniería genética y la biotecnología. Sin embargo, hay una falta de instrumentos de la biotecnología que se ocupen de diversas aplicaciones de la biotecnología...Las encuestas han medido las actitudes hacia la biotecnología en un sentido muy general.” (p.257).</p>	<p>Erdogan, <i>et al</i> (2009)</p>
	<p>“La educación de la biotecnología se hace necesaria debido al creciente uso de productos biotecnológicos que se utilizan en las zonas industriales, y por lo que implica para la economía, aumento del número de trabajadores técnicos necesarios, y las preocupaciones sociales y morales que se reflejan a la sociedad.” (p.72)</p>	<p>Darçin y Güven (2008)</p>
	<p>“...es necesario entender las creencias de los profesores sobre la enseñanza de la biotecnología y la biotecnología en sí. Revelando [Sic] estos elementos es esencial para determinar si la participación docente en la educación de la biotecnología se ve comprometida por factores externos relacionados con el funcionamiento y el equipo de la escuela, entre otros, o más importante, por su familiaridad y el interés sobre el tema.” (p.369).</p>	<p>Fonseca, <i>et al</i> (2012)</p>
	<p>“A raíz de la manipulación genética de algunos animales, plantas y microorganismos, que desde la Biotecnología se viene realizando hace varios años, y la información transmitida sobre esto por los medios de comunicación televisivo y radial, la manera de concebir lo vivo y la vida sufre una transformación, lo cual requiere necesariamente de un acompañamiento del sector educativo, muy especialmente desde la enseñanza de la Biología.” (p.70-71).</p> <p>“Al describir la Biotecnología se evidencian elementos importantes, que pueden mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, entre los cuales cabe destacar: su naturaleza interdisciplinar, carácter paradigmático, las relaciones ciencia/tecnología/sociedad/ambiente (CTSA), estado actual de difusión de información que concierne a diversos tópicos (renovación de tratados de comercio, clonación, Proyecto Genoma Humano, terapia génica, consumo de organismos modificados genéticamente –transgénicos–, patentes de genes, productos recombinantes, etc.); ellos incluyen debates de corte ambiental, social, ético, político, religioso y económico, lo que lleva a un acercamiento en la comprensión del conocimiento científico desde la vida cotidiana de los estudiantes.</p> <p>Otros elementos particularmente formativos son: la posibilidad de abordar el trabajo pedagógico a partir de actividades que incluyan la historia de la Biotecnología, con una aproximación a la naturaleza de las ciencias; el debate bioético y el dilema moral, de especiales características ante algunas aplicaciones y técnicas que subyacen a su objeto de investigación; la</p>	<p>Roa, <i>et al</i> (2008)</p>

	comercialización (fecundación <i>in vitro</i> , investigaciones con células madre, la clonación, terapia génica, venta y consumo de transgénicos) y el establecimiento de relaciones entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.” (p.73)	
	“Los temas de la educación de las nuevas generaciones en el ámbito universitario, casi no se han examinado. No hay duda que la biotecnología es realmente un campo importante para el futuro, que gana peso e impacta cada vez más.” (p.271).	Lamanauskas y Makarskaitė (2008)
	“Una revisión de la literatura relevante reveló un apoyo abrumador para infundir conceptos de biotecnología en los currículos de ciencias de la escuela secundaria.” (p.79).	Boone, <i>et al</i> (2006)
	“...hay pocos trabajos que analice las diferencias en las actitudes, más y menos conscientes empíricamente, hacia la biotecnología entre los profesores en formación, y un número muy limitado de trabajos que sigan las conexiones entre el conocimiento y la actitud empírica.” (p.898).	Prokop, <i>et al</i> (2007)
	“Nuestra comprensión del conocimiento didáctico del contenido (PCK), las habilidades que los profesores son capaces de facilitar para el adecuado y efectivo aprendizaje del alumno, sugiere que es importante entender lo que los profesores perciben como las barreras y el estímulo para enseñanza de la biotecnología.” (p.99).	Leslie y Schibeci (2006)
	“Teniendo en cuenta la importancia de la biotecnología como un organizador de contenido dentro de la educación tecnológica de Corea, el diseño y desarrollo de cursos de biotecnología para profesores de tecnología en formación inicial deben ser una prioridad. Sin embargo, una revisión del plan de estudios utilizado por estos institutos indica que los cursos relacionados con la biotecnología son todavía insuficientes.” (p.68).	Kwon y Chang (2009)
	“En la selva de la información, donde las fuentes tanto de confianza como de desconfianza están disponibles al instante, creemos que las escuelas deben asumir su parte de responsabilidad al educar a los jóvenes sobre la biotecnología. La razón es que las escuelas son instituciones formales donde el conocimiento es más a menudo transferidos de un campo de la ciencia, de acuerdo con los hechos y principios científicos, y este conocimiento escolar proviene en su mayoría de fuentes válidas, algo que no puede decirse de los conocimientos adquiridos en su vida posterior.” (p.2).	Šorgo y Ambrožič-Dolinšek (2009)
	“¿Cómo pueden los investigadores de la educación en ciencias ayudar a mejorar y promover la enseñanza de los procesos biotecnológicos? Creemos que los investigadores de la educación en ciencias deben dirigir sus investigaciones al diseño de los recursos para la enseñanza y el aprendizaje para que los profesores de ciencias y los estudiantes las puedan usar. Ante la llegada de las simulaciones por ordenador, se argumenta que sus efectos visuales simulados que muestran lo que sucede durante la modificación genética podrían promover tanto la comprensión conceptual de los estudiantes, así como "ver" los riesgos potenciales de los procesos biotecnológicos, aspectos que son cruciales para ayudar a los estudiantes a hacer sus propias decisiones acerca de la biotecnología.” (p.354).	Chabalengula, Mumba, Chitiyo (2011)