

Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas:

Aportes para la formación del profesorado

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Diana Lineth Parga Lozano



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL
Educadora de educadores



Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas:

Aportes para la formación del profesorado

Catalogación en la fuente - Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional

Martínez Pérez, Leonardo Fabio

Discurso ético y ambiental sobre cuestiones socio científicas: aportes para la formación del profesorado / Leonardo Fabio Martínez Pérez, Diana Lineth Parga Lozano. -- 1ª.ed.-- Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. CIUP, 2013

100 p.

Referencias bibliográficas: p. 85 - 91

ISBN : 978-958-8650-61-6 (Impreso)

ISBN : 978-958-8650-44-9 (Digital)

1. Enseñanza de las Ciencias. 2. Formación Profesional de Maestros. 3. Ciencia y Ética. 4. Análisis del Discurso. I. Parga Lozano, Diana Lineth II. Tít.

501 cd. 21 ed.

Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas:

Aportes para la formación del profesorado

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Diana Lineth Parga Lozano



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores



**GRUPO
Alternancias**

*Alternativas para la Enseñanza de las
Ciencias de la Naturaleza*

Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas:
Aportes para la formación del profesorado.

© Universidad Pedagógica Nacional
ISBN: 978-958-8650-61-6 (Impreso)
ISBN: 978-958-8650-44-9 (Digital)
Primera edición, 2013

Autores:

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Diana Lineth Parga Lozano

Grupo de investigación Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias:
ALTERNACIENCIAS

Libro de investigación derivado del proyecto DQU-338-12

Fecha de evaluación: 1 de agosto de 2013
Fecha de aprobación: 15 de agosto de 2013

Hecho el depósito legal que ordena la Ley 44 de 1993 y decreto reglamentario 460 de 1995

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro

Universidad Pedagógica Nacional

Juan Carlos Orozco Cruz
Rector

Edgar Alberto Mendoza Parada
Vicerrector Académico

Víctor Manuel Rodríguez Sarmiento
Vicerrector de Gestión Universitaria

Alfredo Olaya Toro
Jefe División Gestión de Proyectos, CIUP

Preparación Editorial
Universidad Pedagógica Nacional
Fondo Editorial
Calle 72 N° 11 - 86
Tel: 347 1190 y 594 1894
editorial.pedagogica.edu.co

Víctor Eligio Espinosa Galán
Coordinador Fondo Editorial

Johny Adrián Díaz Espitia
Diseño de Carátula y Diagramación

Impreso y hecho en Colombia
Grupo Dao Digital Ltda.
Bogotá, Colombia, 2013

Los Autores

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Licenciado en Química y Magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Doctor en Educación en Ciencias por la *Universidade Estadual Paulista*, Brasil. Actualmente es profesor de planta del Departamento de Química de la UPN y Coordinador del grupo ALTERNACIENCIAS. Actúa como docente e investigador del programa de Licenciatura en Química, del programa de Maestría en Docencia de la Química y del Doctorado Interinstitucional en Educación. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de Enseñanza de las Ciencias en los temas del enfoque CTSA, la formación de profesores, las cuestiones sociocientíficas, la argumentación y la epistemología de las ciencias.

Diana Lineth Parga Lozano

Es Licenciada en Biología y Química de la Universidad del Tolima y Magíster en docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Actualmente es profesora Asistente en carrera docente desde el 2006 en los programas de pregrado y posgrado del Departamento de Química de la UPN; Coordina la Maestría en Docencia de la Química y dirige la revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Su experiencia docente, investigativa y publicaciones se han desarrollado en el campo de la Didáctica de la Química en las líneas del Conocimiento didáctico del contenido curricular, CTSA, historia y epistemología de la Química con el Grupo ALTERNACIENCIAS.

Agradecimientos

A los profesores de ciencias en ejercicio y en formación inicial que participaron voluntariamente en el Seminario - Taller Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas.

A los profesores en formación inicial Natalia García, Ximena Arias y Jennifer Lambraño que actuaron como monitoras del proyecto y que hicieron aportes importantes en la sistematización de la información y en la búsqueda de artículos de referencia.

Al centro de investigación CIUP de la Universidad Pedagógica Nacional por la financiación de la investigación.

A las profesoras Dora Luz Gómez y Blanca Rodríguez por sus aportes a lo largo de la investigación.

A los profesores Diana Moreno y William Mora por sus aportes en el proceso formativo vivenciado con los docentes participantes del proyecto y por la evaluación especializada en este libro de investigación.

Contenido

Prólogo	11
Introducción	13
Capítulo 1	
El problema discursivo de la formación de profesores de ciencias en cuestiones sociocientíficas	17
Capítulo 2	
Cuestiones sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias	25
Capítulo 3	
El análisis crítico de discurso como criterio analítico	31
Capítulo 4	
Investigación cualitativa como orientación para la construcción de espacios de formación de profesores en cuestiones sociocientíficas	37
Capítulo 5	
Discursos éticos movilizados por profesores en el trabajo con cuestiones sociocientíficas	49

Capítulo 6	
Discurso ambiental movilizadado por profesores en el trabajo con cuestiones sociocientíficas	59
Consideraciones finales	75
Referencias Bibliográficas	85
Índice Temático	93
Índice Onomástico	95

Prólogo

Hoy en día, el bienestar de las personas, las sociedades y los ambientes se encuentran amenazados por problemas complejos. La gravedad de las controversias sociocientíficas y socio-ambientales que afectan a nuestra sociedad requiere una ciudadanía bien informada y con poder para tomar las acciones apropiadas sobre estas cuestiones. De esta forma, la acción sociopolítica (basada en investigación) constituye un aspecto importante de la cultura científica y una forma de capacitar a los estudiantes como críticos y creadores de conocimiento, en vez de colocarlos en el papel de simples consumidores de conocimiento.

En un contexto así, las prácticas de educación científica deben ser transformadas y el concepto de alfabetización científica debe ampliarse con el fin de promover el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología, competencias de investigación científica y el activismo sociopolítico sobre cuestiones sociocientíficas.

De esto trata este excelente y oportuno libro de Leonardo Fabio Martínez Pérez y Diana Lineth Parga Lozano que tengo el placer de comentar. Resultado del proyecto “*Cuestiones Sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias: discurso y enseñanza*”, desarrollado con la participación de profesores de ciencias en ejercicio y de profesores en formación inicial, pretende contribuir para la discusión y la construcción de conocimiento sobre la formación de los profesores para la comprensión y la utilización de cuestiones controvertidas como metodología de educación en ciencias y de educación para la ciudadanía.

Por su innegable contribución a una educación científica socialmente más relevante, “Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado” es un libro que apetece leer y que, personalmente, he leído con mucho gusto. Se trata de un libro que cuestiona nuestras propias concepciones y prácticas como profesores de ciencias y ciudadanos.

Lisboa, 28 de Septiembre del 2013

Pedro Guilherme Rocha dos Reis

Doctor en Didáctica de las Ciencias

Profesor e investigador del Instituto en Educación
de la Universidad de Lisboa, Portugal.

Introducción

El presente libro de investigación compila los resultados del proyecto titulado: “*Cuestiones Sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias: discurso y enseñanza*” código DQU-338-12 desarrollado entre el segundo semestre del 2012 y el primer semestre del 2013; este fue financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP). El objetivo del proyecto consistió en analizar los discursos movilizados por el profesorado de ciencias en formación inicial y continua al diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas (CSC).

Las CSC implican conocimiento de frontera, el cual se caracteriza por un alto grado de incertidumbre, pues es generado a partir de investigaciones inconclusas que se desarrollan en diferentes áreas de las ciencias. Algunos ejemplos de estas cuestiones son los transgénicos, la clonación, el uso de células troncales embrionarias, el diagnóstico genético preimplantacional, el cambio climático, las armas nucleares, el genoma humano, la producción de nuevos medicamentos y cosméticos, la explotación minera, la experimentación con animales, entre otras. Son asuntos en los cuales se hace más explícita la naturaleza sociocultural del conocimiento científico y la mutua relación entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).

La Enseñanza de las Ciencias centrada en el trabajo con CSC en el aula, potencializa la participación del estudiantado y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de toda la ciudadanía en las discusiones sobre sus implicaciones sociales, políticas, éticas y ambientales.

El proyecto fue desarrollado con la participación de 14 profesores de ciencias en ejercicio y 14 profesores en formación inicial. Los profesores en ejercicio en su mayoría son Licenciados en Química y algunos son Licenciados en Biología, en gran parte laboran en la educación básica y media propia de instituciones públicas y privadas de Bogotá. Por su parte, los estudiantes de Licenciatura se encuentran comprendidos entre sexto y décimo semestre del programa curricular de Licenciatura en Química.

El trabajo de campo se desarrolló durante dos semestres académicos, tiempo destinado para la recolección de la información, la cual se realizó mediante grabaciones de audio de las sesiones del *Seminario Taller Unidades didácticas sobre CSC*, creado para contribuir con la formación de los profesores en cuestiones controvertidas y para la constitución de los datos de investigación. También se realizaron entrevistas focales que permitieron auscultar puntos de vista y comprensiones del profesorado participante del proyecto.

En la investigación se utilizó el círculo hermenéutico para entender los discursos movilizados por el profesorado al enfrentar CSC en sus prácticas, tanto desde un punto de vista global como particular, además, los análisis fueron hechos a partir de la caracterización discursiva de la modalidad, cortesía e intertextualidad, de tal forma que se auscultaron los diferentes textos o discursos en los registros constituidos y en los diseños de las unidades didácticas elaboradas por el propio profesorado.

Los discursos movilizados por los participantes durante las sesiones hechas para discutir el trabajo didáctico desde CSC y el diseño de unidades didácticas, correspondieron al discurso ético y ambiental, los cuales son analizados en este libro, resaltando su importancia para la formación del profesorado y para el mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias. Los dos discursos citados anteriormente, fueron los que se caracterizaron de mejor forma y por esta razón constan en la presente publicación. Sin embargo, cabe señalar que en el desarrollo de la investigación también fueron identificados el discurso científico y didáctico movilizado por los profesores de ciencias, los cuales serán analizados en otro escrito del grupo conforme a la ampliación de evidencias relacionadas en el informe de investigación presentado ante el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP-UPN) (Martínez, *et al.* 2013). En cuanto al discurso ético se caracterizó el utilitarista, el deontológico y el relativista. El primero apunta a la conveniencia de determinados desarrollos tecnocientíficos, por ejemplo, de los transgénicos, por su utilidad social y económica, mientras que el discurso deontológico examina con mayor cuidado la posibilidad de universalizar dicho planteamiento. Por su parte el discurso relativista reconoce tanto los grados de amenaza existentes en dicho desarrollo como los beneficios que podría traer a la humanidad.

El discurso ambiental contempló aspectos propios de la dimensión ambiental tales como lo ético de lo ambiental, con las visiones antropocéntrica y ecocéntrica-biocéntrica; lo social de lo ambiental conformada por las visiones globalizada y comunal; lo

cultural de lo ambiental con las visiones de opulencia y de escasez; lo económico de lo ambiental definida por la visión de mercado y la visión ecológica. Finalmente este discurso también considera lo político de lo ambiental que contempla la visión de la democracia participativa y la visión de la democracia representativa.

Los análisis discursivos proclaman por la formación para la democracia participativa frente a las disposiciones de todo orden, incluyendo la tecnocientífica, que se pone en práctica dentro del modelo de la globalización y que demanda por una ciencia política posnormal para la solución de los problemas ambientales.

En la medida en que el profesorado de ciencias sea más consciente de los discursos que moviliza al reflexionar y pensar actividades de enseñanza sobre CSC, tendrá mayores posibilidades para identificar conocimientos y planteamientos de actores involucrados en las controversias tratadas, así como podrá estudiar los aspectos científicos, tecnológicos y sociales de dichas controversias.

El discurso ético y moral movilizado por parte de los profesores de ciencias al diseñar unidades didácticas sobre CSC es importante para emprender acciones formativas que contribuyan con el mejoramiento de su práctica docente, una vez que el trabajo con CSC en el salón de clases abarca varias formas de entender lo ético de acuerdo con posibles decisiones que toman los actores a favor o en contra del uso social de la ciencia y la tecnología. Asimismo, lo ambiental puede interpretarse como una problemática discursiva que permea distintas prácticas sociales y que en el caso de su tratamiento en el aula implica un análisis histórico y contextual de complejas interacciones existentes entre la sociedad y la naturaleza, que ponen de presente una crisis civilizatoria que puede amenazar la existencia de la especie humana y del resto de especies que habitan el planeta.

Capítulo 1

El problema discursivo de la formación de profesores de ciencias en cuestiones sociocientíficas

La línea de investigación sobre formación de profesores es una de las más trabajadas en la Enseñanza de las Ciencias, debido al significativo número de publicaciones existentes en revistas especializadas (Martínez, Silva y Nardi, 2008). Desde la emergencia de este campo en la década de los años 70 y 80 del siglo XX, los estudios enfocaron la atención en caracterizar las concepciones o creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia y los procesos de enseñanza y aprendizaje. De acuerdo con Porlán, Rivero y Martín (2000) tales investigaciones ofrecieron comprensiones importantes sobre el conocimiento profesional del profesor.

En el caso de los estudios desarrollados en la línea CTSA¹ en la Enseñanza de las Ciencias, el interés no fue distinto en el tema del profesor, en la medida en que la preocupación se concentró en analizar concepciones o creencias de profesores sobre dichas interacciones. Precisamente las investigaciones desarrolladas por Acevedo (2000); Acevedo, Vásquez y Manassero (2002); Acevedo *et al.* (2005); Cachapuz *et al.*

1 Es necesario precisar que en un comienzo la línea recibió la denominación CTS, no obstante desde el principio existía un interés importante por las cuestiones ambientales que se debían analizar de acuerdo con el desarrollo científico y tecnológico, pues este, entre otras cosas, implicaba una transformación radical de la relación ser humano - naturaleza, en la medida en que conformaba una concepción positivista y cartesiana que la hacía objeto de dominación y explotación. Cabe recordar el trabajo de Rachel Carson en su libro *La primavera silenciosa*, donde hace una denuncia global, a propósito de los efectos devastadores del uso de agrotóxicos en la producción moderna de la agricultura. Aunque algunos autores como el propio Aikenhead (2005) han conservado la denominación CTS, en nuestros trabajos así como en los trabajos de Edwards *et al.*, (2004) hemos preferido referirnos a CTSA para destacar las problemáticas ambientales en el escenario global y local. Hecha esta aclaración escribimos la letra A entre paréntesis cuando el autor citado no la utiliza, no obstante, para nosotros estamos haciendo alusión al mismo enfoque CTS o CTSA.

(2005) y Ruíz, Martínez y Parga (2009), diagnosticaron ampliamente las concepciones descontextualizadas, apromblemáticas y ahistóricas presentes en el pensamiento del profesor a propósito de la ciencia y la tecnología.

Las concepciones descontextualizadas consideraban la ciencia y la tecnología como un conjunto de conocimientos elaborados linealmente de forma desinteresada y neutra, desconociendo valores e intereses propios de la actividad científica. Por su parte, las concepciones ahistóricas desconocían el carácter provisorio de las explicaciones científicas y su carácter evolutivo y complejo. En cuanto a la concepción apromblemática e individualista contemplaba los alcances de las ciencias de acuerdo con capacidades exclusivas de determinados científicos, que guiados por la aplicación de un método científico lograban realizar grandes descubrimientos. Unido a estas concepciones la tecnología era percibida como la aplicación de la ciencia a determinados problemas prácticos o la responsable por la construcción de instrumentos, máquinas o artefactos que hacen la vida más fácil.

El desconocimiento de la naturaleza socio-histórica de la actividad científica dificulta la comprensión de la construcción dinámica del cuerpo teórico de la ciencia y de la tecnología, lo cual favorece las visiones apromblemáticas que perciben el progreso tecnocientífico como un fin que debe alcanzarse para mejorar las condiciones de vida de las personas, sin tener en cuenta las implicaciones socioambientales adyacentes a tal progreso.

Las visiones caracterizadas en los citados estudios están relacionadas con una comprensión lineal de las interacciones CTSA, ya que más investigación científica favorecería más tecnología, que a su vez generaría más crecimiento económico y más bienestar social. Esta comprensión lineal de las interacciones CTS(A) de acuerdo con López, González y Luján (2002) impide un entendimiento democrático del progreso tecnocientífico y fortalece la racionalidad tecnocrática de la gestión científica en la sociedad.

Actualmente es difícil referirnos a ciencia y tecnología independientemente (hoy se usa el término tecnociencia), pues gran parte de los avances científicos están relacionados con la tecnología, lo que implica considerar su importancia en los procesos de enseñanza, teniendo en cuenta que poco se ha tenido en cuenta en los contextos escolares (Maiztegui *et al.*, 2002).

Los estudios citados nos cuestionan sobre la ausencia de discusión, por parte de profesores de ciencias, con respecto a las implicaciones sociales, culturales y ambientales del emprendimiento científico y tecnológico, dado que la pasividad frente a estos asuntos puede fortalecer la visión tradicional de la Enseñanza de la Ciencias, centrada en la transmisión de conocimientos elaborados, sin hacer alusión a los contextos sociales e históricos que marcaron su origen, perdiendo de esta forma el sentido de la ciencia como una construcción cultural que emergió de preocupaciones humanas en determinados contextos sociales.

A pesar de los grandes aportes de las investigaciones reportadas para comprender las concepciones o creencias de los profesores sobre las interacciones CTSA, el análisis sobre la práctica del profesorado y las posibilidades de reflexión y cambio de las concepciones permaneció por muchos años al margen de la investigación. De algunos trabajos publicados en esta dirección destacamos los realizados por Pedretti *et al.* (2008) y Pedretti (2003) que alertan sobre la importancia de entender las dificultades y aportes del enfoque CTSA en la práctica del profesor, ya que a la hora en que se trabajan cuestiones sociales, ambientales, éticas y morales en el aula, los profesores enfrentan importantes tensiones, una vez que tradicionalmente la ciencia y la tecnología son enseñadas como un conjunto de conocimientos que deben ser asimilados por los estudiantes, sin mayores cuestionamientos, poco es hecho para que los estudiantes interpreten la ciencia como una construcción social, cultural e histórica.

Usualmente el profesorado de ciencias centra su atención en la enseñanza lineal de conceptos específicos de las disciplinas que enseñan (Química, Física, Biología), desconociendo aspectos sociales, políticos y éticos presentes en los estudios científicos que originaron tales conceptos. La dimensión social y epistemológica de la ciencia es prácticamente rezagada de la práctica. Precisamente, los estudios de Solbes, Vilches y Gil (2001) consideran que los profesores de ciencias ignoran propuestas curriculares que incorporan las interacciones CTSA por considerarlas alejadas de los contenidos científicos, ya que las cuestiones sociales e ideológicas no están relacionadas con los marcos objetivos de la ciencia, bajo esa visión se ha promovido una Educación en Ciencias orientada hacia toda la ciudadanía.

Los estudios de Pedretti (1997, 2003); Reis y Galvão (2008); Santos y Mortimer (2009) y Martínez, (2010), entre otros, han propuesto el trabajo sobre cuestiones sociocientíficas en el aula como una forma concreta de incorporar las interacciones CTSA en las

prácticas del profesorado de ciencias. Tales cuestiones abarcan controversias públicas sobre asuntos de ciencia y tecnología que poseen serias implicaciones éticas, morales y ambientales. Además de involucrar impactos globales y locales que ameritan análisis de riesgo y beneficio. Otro elemento que caracteriza las referidas cuestiones es su permanente presencia en medios de comunicación tales como internet, radio, TV y prensa, lo que las hace visibles en grandes audiencias de la sociedad.

Las CSC se constituyeron en una propuesta de enseñanza sustantivamente diferente a los ejercicios o “problemas” que aparecen al final de los capítulos de los libros de texto. Tales ejercicios, generalmente, son enfocados en evaluar conocimientos disciplinares y algorítmicos que en la mayoría de los casos poseen respuestas correctas o incorrectas. Diferentemente de este tipo de ejercicios, las CSC son poco definidas, abarcando aspectos multidisciplinarios, valores e incertidumbres (Abd-El-Khalick, 2003).

La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con ciencia y tecnología, requiere la participación real de la ciudadanía en la toma de decisiones. Así, el futuro del conocimiento científico y tecnológico no se limita a los científicos, gobernantes, especialistas o cualquier otro actor social, siendo necesaria la conformación de una ciudadanía activa (Reis, 2004).

Los estudios de Pedretti (2003) señalan que las CSC pueden considerarse como el punto de partida del proceso de enseñanza, en contraste con la tradicional transmisión de información que usualmente es ofrecida a los estudiantes al comenzar las clases de ciencias. Como punto de partida las CSC posibilitan el trabajo multi, trans e interdisciplinar, porque abarcan problemas sociales que requieren de un diálogo fructífero entre saberes científicos y saberes humanísticos.

Por su parte, Reis y Galvão (2008), a través de un estudio de caso, evidencian que el desarrollo de controversias actuales en el área de biotecnología, genética molecular y ciencias médicas, puede favorecer el desarrollo de concepciones dinámicas sobre la ciencia, en términos de entenderla como un emprendimiento humano que evoluciona permanentemente a la luz de controversias sociales. Los autores también alertan sobre dificultades curriculares que los profesores pueden enfrentar al trabajar en sus clases con CSC. Por ejemplo, señalan los conflictos con directores de escuelas u orientaciones curriculares que controlan y determinan lo que debe realizarse. También, indican las decepciones que pueden presentarse por el exceso de contenidos o por los sistemas de calificación que no valorizan los alcances de las CSC.

En la misma dirección, Santos y Mortimer (2009) demuestran la importancia del desarrollo de estrategias de enseñanza que involucren a los estudiantes en discusiones sobre CSC, en la medida en que contribuyen con la formación ciudadana de los estudiantes. También, son mencionadas dificultades para la implementación de tales estrategias, ya que las cargas horarias de las asignaturas de Química, por ejemplo, dificultan la construcción de equipos integrales de profesores que resultan importantes para trabajar aspectos interdisciplinarios o transdisciplinarios propios de las CSC.

Levinson (2006) destaca la importancia de utilizar una concepción democrática que sirva de base teórica para manejar las categorías de desacuerdo, las virtudes comunicativas y formas de pensamiento articuladas a la enseñanza centrada en CSC. De forma análoga, Lewis y Leach (2006) analizan la capacidad de estudiantes de educación media para involucrarse en una discusión razonada sobre cuestiones de tecnología genética, lo que exige comprensiones sobre los aspectos científicos involucrados y el reconocimiento del contexto social y personal en el cual se desarrolla el debate.

Los estudios desarrollados por el grupo de Zeidler Dana de la Universidad del Sur de Florida pueden considerarse precursores de los análisis didácticos referidos a la Enseñanza centrada en CSC. Zeidler (2003) organizó un conjunto de trabajos en los que varios autores divulgaron sus estudios sobre argumentación, naturaleza de las ciencias, cuestiones éticas y morales trabajadas en el currículo de ciencias centrado en CSC.

En particular el estudio de Simmons y Zeidler (2003) considera que un abordaje diferente de la ciencia en la escuela, enfocada en la comprensión de CSC orientada a una educación para la ciudadanía, implicaría entender los conocimientos científicos como construcciones sociales, culturales y subjetivas que son producto de la creatividad humana. Esta pretensión involucra el desarrollo del razonamiento lógico y moral en estudiantes sobre CSC como tema de investigación en la Enseñanza de las Ciencias orientada a una formación ciudadana.

Un buen número de trabajos publicados sobre CSC profundizan sobre el significado de una educación científica y tecnológica orientada a la formación para ciudadanía (Ratcliffe y Grace, 2003; Abd-El-khalick, 2003; Simmons y Zeidler, 2003; Zeidler, *et al.*, 2002 y Reis, 2004). A partir de esta perspectiva, se presta especial atención al significado de la naturaleza de la ciencia y la tecnología articuladamente con los procesos de alfabetización de las mismas, tales aspectos, han sido construidos en el transcurso

histórico del enfoque CTSA, comprendido tanto como un movimiento de renovación curricular como un área de investigación de la Enseñanza de las Ciencias (Aikenhead, 2005; Martínez y Rojas, 2006; Martínez, Peña y Villamil, 2007).

En una investigación anterior, demostrábamos que los profesores de Ciencias al trabajar con CSC en sus clases, reflexionaban sobre su autonomía profesional y cuestionaban la ideología tecnicista del currículo tradicional (Martínez, 2010). En el mismo estudio se enunciaban los aportes de tal trabajo en la formación del profesor como investigador de su práctica y las posibilidades de desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes, así como el fortalecimiento de la toma de decisiones y la argumentación como procesos importantes para la formación ciudadana. En este estudio también se caracterizaron las dificultades curriculares, pedagógicas/didácticas y formativas enfrentadas por un grupo de profesores de Ciencias en ejercicio al trabajar con CSC en sus clases.

Las dificultades curriculares que fueron caracterizadas estuvieron relacionadas con la ideología tecnicista del currículo tradicional de ciencias que restringe la autonomía de los profesores para pensar en su propio currículo y que dificulta el trabajo con temas controvertidos de ciencias. Las dificultades pedagógicas-didácticas estuvieron relacionadas con el predominio de la enseñanza centrada en contenidos disciplinares y en la existencia de visiones tradicionales sobre la tecnología, además de ciertas incomprendimientos de la dimensión ética asociada a las CSC. En cuanto a las dificultades formativas la preparación pedagógica por parte de algunos profesores resultaba ser el elemento central, ya que varios no eran Licenciados y tenían poca experiencia, de tal manera que su formación como Químicos, por ejemplo, no era suficiente para enfrentar las cuestiones educativas propias de su quehacer docente. En cuanto los docentes que poseían formación en educación, la dificultad estuvo en la articulación de la investigación en el desarrollo de sus proyectos de enseñanza sobre CSC.

En términos generales los estudios comentados en el anterior apartado, referidos al estado del arte de la investigación, ofrecen un marco investigativo productivo para continuar analizando las potencialidades de las CSC para la Formación Inicial y Continua del Profesorado de Ciencias, ya que la riqueza del trabajo didáctico con tales cuestiones abre múltiples caminos para trabajar la diversidad de problemas referidos a la argumentación, el razonamiento ético-moral, la toma de decisiones, el razonamiento científico y tecnológico, todo esto orientado a la cualificación de los procesos de formación ciudadana de los estudiantes.

En este libro de investigación se presentan indagaciones de aportes sobre la formación del profesorado de ciencias, a partir del análisis crítico discursivo sobre el diseño de unidades didácticas centradas en CSC. Los estudios sobre discurso en la Enseñanza de las Ciencias son de especial interés para la comunidad de investigadores en la medida en que, apreciamos un giro en la investigación didáctica hacia las cuestiones de lenguaje que ofrecen mayores posibilidades para el estudio de sentidos y significados construidos en procesos de interacción discursiva desarrollados en diversos contextos escolares, de tal forma que los estudios centrados en visiones de los individuos pasan a jugar un segundo plano.

Existen pocos estudios sobre Análisis Crítico de Discurso (ACD) en la Enseñanza de las Ciencias, no obstante, los existentes han sido utilizados para estudiar los discursos que movilizan la producción de textos didácticos que tratan temas de salud (Martins y Vilanova, 2008). También se ha utilizado este tipo de análisis para estudiar los efectos de las prácticas discursivas de los profesores de Ciencias con respecto a las comprensiones de los estudiantes sobre la ciencia (Hanrahan, 2006).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente en este texto buscaremos construir un marco teórico, así como dar cuenta del análisis referido a las siguientes preguntas:

¿Qué discursos movilizan los profesores de ciencias en ejercicio y en formación inicial al diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas?

¿Qué aportes generan dichos discursos para la formación inicial y continua de profesores de ciencias?

Teniendo en cuenta que las interacciones entre la CTSA han permanecido excluidas de las prácticas docentes, tal como ha evidenciado los estudios de Pedretti (2003); Pedretti *et al.* (2008), se justifica en términos investigativos los análisis discursivos de nuevas formas de trabajo en el aula que posibiliten la reflexión sobre tales interacciones, en tal sentido el diseño de unidades didácticas centradas en CSC ofrece la oportunidad para entender los discursos movilizadas por los profesores en virtud de la formación ciudadana, en la cual se decida y se participe responsablemente en la sociedad. Además la caracterización de dichos discursos favorece la construcción de acciones concretas que muestren desde los diseños curriculares formas de actuar y pensar propias de estas demandas.

Capítulo 2

Cuestiones sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias

De acuerdo con Ratcliffe y Grace (2003) el uso de la expresión CTS(A) se ha reducido en gran número de publicaciones recientes sobre Enseñanza de las Ciencias, observándose un aumento de los trabajos sobre CSC. Esta reducción se relaciona, entre otras cosas, a ciertos cuestionamientos sobre el enfoque CTS(A), con respecto a la posibilidad de tener currículos enfocados en contenidos propiamente científicos o tecnológicos en un determinado contexto social (Layton, 1994).

La crítica de Layton consistió en resaltar la poca importancia que los programas CTS habían dado a la dimensión tecnológica y a los cambios ocurridos en la educación científica a finales del siglo XX, privilegiando aspectos prácticos que permitirían a estudiantes desarrollar habilidades para actuar en el mundo extraescolar (Aikenhead, 2005). Aunque esta crítica sea plausible, se puede entender como parte del mismo desarrollo del enfoque CTS(A) que ha enfrentado varias dificultades en concretarse en el currículo y en su extensión en procesos de enseñanza y aprendizaje.

Contrariamente a pensar que el enfoque CTS(A), haya alcanzado un agotamiento en la literatura propia de la Enseñanza de las Ciencias, se considera en esta investigación, que los trabajos sobre CSC abarcan aspectos que fueron construidos al interior del mismo.

Aikenhead (2005) ofrece una síntesis del transcurso histórico del enfoque CTS(A), desde su creación en las décadas del 70 y 90 del siglo XX hasta la actualidad. Esta retrospectiva permite mostrar que esta área del conocimiento ha evolucionado y madurado significativamente, contribuyendo con la transformación de la Enseñanza de las Ciencias orientada a una contextualización de temas científicos y tecnológicos articulados a complejos problemas sociales y ambientales que enfrenta la humanidad.

Con la emergencia del enfoque CTS(A) se constituyó una importante promesa para desarrollar investigaciones innovadoras sobre objetivos de la Educación en Ciencias, políticas educativas, diseño, implementación y evaluación de currículos y transformación de las prácticas docentes. De esta manera, el movimiento evidenció la concretización de una comunidad crítica de investigadores e innovadores de este enfoque (Membiela, 2005).

En la escuela esta nueva perspectiva educativa representó una transformación del rol docente y del papel del estudiante, de modo que este último fue considerado como un sujeto involucrado en un proceso de constitución de su ciudadanía, lo que exigió reconocer tanto la estructura teórica, conceptual y metodológica de las ciencias, como sus relaciones con aspectos ideológicos, políticos y éticos. Esta nueva concepción sobre el estudiante y su respectiva relación con el conocimiento científico permitieron el desarrollo de actitudes y valores correspondientes a la comprensión de las ciencias como una actividad cultural.

De la misma forma, el rol del profesorado no era más reducible al dominio de un conocimiento disciplinar, requiriendo una comprensión amplia de aspectos filosóficos, éticos, morales, sociales y políticos de la ciencia y la tecnología (C&T). Esto exigía su creatividad en el desarrollo de controversias en el salón de clases, analizando las contribuciones y limitaciones de la C&T en la sociedad.

Con el desarrollo de los trabajos sobre CSC se abrió un camino concreto en la Enseñanza de las Ciencias para conquistar los retos propuestos por el enfoque CTSA (Pedretti, 2003). De esta forma, resultaba importante para la formación ciudadana del estudiantado, comprender la ciencia como una actividad humana que presenta múltiples controversias e incertidumbres en su constitución y por lo tanto, requiere de un análisis crítico de sus alcances e impactos. La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con C&T, requiere la participación real de la ciudadanía en la toma de decisiones.

El ejercicio de la ciudadanía se alcanza plenamente en una sociedad legítimamente democrática, que posibilite la participación de la mayoría de sus integrantes en el poder público. Aunque la participación real sea un ideal no alcanzado hasta ahora, se hace necesario continuar desarrollando procesos de formación que contribuyan con el empoderamiento de los sujetos en la conquista de su ciudadanía (Freire y Macedo, 1990). Es interesante que dentro de las preguntas de interés en investigación que hace el profesorado a las universidades formadoras de profesores, ellos plantean cuáles son

las maneras como las líneas de investigación en Enseñanza de las Ciencias atienden a la formación ciudadana o educación para la ciudadanía.

Considerando que el enfoque CTSA enfatiza en una educación para la ciudadanía, pensamos que la Enseñanza de las Ciencias requiere de un punto de vista crítico materializado en la reflexión, mejoramiento o transformación de las prácticas docentes y en las nuevas perspectivas que deben estar en los currículos de formación del profesorado de ciencias. La Enseñanza de las Ciencias de la naturaleza para la ciudadanía exige la activa participación del estudiantado como elemento central de su constitución, sin embargo, para participar plenamente, la ciudadanía requiere de conocimientos que no son reducibles a informaciones superficiales y en muchos casos sin pertinencia (Chassot, 2006). Además de conocimientos, deben desarrollar capacidades para su participación en una sociedad democrática, por ello no es suficiente enseñar sobre ciudadanía, democracia u otros contenidos propios del currículo escolar, siendo necesario la construcción de ambientes de discusión en las clases de ciencias que favorezcan vivir y ejercer la ciudadanía; también se requieren currículos que superen los contenidos disciplinares tradicionales.

La Enseñanza de las Ciencias para la ciudadanía es un compromiso con la construcción de sociedades democráticas desde el trabajo escolar concreto del profesor, en términos de potenciar el razonamiento lógico y moral del estudiantado para su participación crítica. No obstante, el profesorado de Ciencias todavía piensa que sólo se deben dedicar a dirigir su materia, sin preocuparse por la formación de sus estudiantes, manteniendo el *status* dado al docente en la sociedad, de ser simplemente el responsable de transmitir contenidos científicos (Berkowitz y Simmons, 2003). A pesar de esto, es importante comprender la Enseñanza de las Ciencias como una preocupación permanente para la formación de sujetos críticos con capacidades de participación activa, entre otras, de las controversias sociocientíficas. De esta forma, es indispensable que estudiantes de educación básica y media vivan experiencias formativas sobre cuestiones relativas a la tecnociencia y sus correspondientes impactos ambientales (Carvalho, 2005).

Cuestiones Sociocientíficas, Unidades didácticas y Secuencias de Enseñanza

Las cuestiones sociocientíficas abarcan discusiones, controversias o temas de interés público directamente relacionados con investigaciones tecnocientíficas de gran impacto en la sociedad. Estas cuestiones son frecuentemente divulgadas en los

medios de comunicación de forma limitada lo que genera diferentes percepciones públicas sobre la tecnociencia.

Cambio climático, transgénicos, clonación, uso de células troncales, armas nucleares, genoma humano, producción y utilización de medicamentos, cosméticos, experimentación con animales, fertilización *in vitro*, uso de productos químicos, entre otros temas, abarcan cuestiones sociocientíficas y socioambientales de notable impacto local y global.

Para Ratcliffe y Grace (2003) las cuestiones sociocientíficas poseen en la mayoría de los casos una base de conocimientos científicos de frontera, abarcan la formación de opiniones y la adopción de juicios personales y sociales de acuerdo con determinados valores.

Las CSC de acuerdo con Zeidler *et al.* (2002) permiten evaluar el desempeño profesional, además de permitir contribuir a la formación ciudadana para la participación activa y fundamentada en la sociedad. La necesidad de hacer interesante el aprendizaje de las Ciencias hace que los docentes busquen estrategias didácticas en las que posibiliten que el estudiantado construya su punto de vista frente a la influencia que tienen sus acciones como futuro profesional.

Según Sadler y Zeidler (2004) las CSC permiten no sólo asumir en el salón de clases, papeles de la comunidad científica, sino también asumir roles de la sociedad en general, por lo cual los estudiantes proponen distintas explicaciones a diversos cuestionamientos que les permiten prepararse para enfrentar de manera crítica diversas problemáticas propias de la Enseñanza de las Ciencias.

Las CSC permiten utilizar asuntos de actualidad para evidenciar aspectos específicos que involucran competencias propias del profesor con un interés particular en una sociedad mejor. Los contenidos aprendidos deben mostrar una incorporación en la práctica profesional, permitiendo interpretar datos y determinar caminos para la solución de problemas.

La Enseñanza de las Ciencias centrada en el trabajo con cuestiones sociocientíficas en el aula, potencializa la participación de los estudiantes y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro

del conocimiento tecnocientífico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de toda la ciudadanía en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales, tecnosociales y sociocientíficas.

El análisis sobre el diseño de unidades didácticas o de secuencias de enseñanza sobre CSC puede constituirse en un espacio interesante de trabajo para analizar la movilización de diferentes discursos, cuando los profesores deciden diseñar sus propias actividades. En este sentido, conviene construir una conceptualización sobre lo que entendemos por dichas unidades y las secuencias de enseñanza que la conforman.

En consonancia con Campanario (1999) una unidad didáctica (UD) es un diseño micro curricular que implica un análisis didáctico, una selección de objetivos y una selección de estrategias y formas de evaluar, también puede ser una forma de organizar actividades (secuencias de enseñanza) que favorecen la construcción de nuevos conocimientos escolares frente a una temática determinada.

De la misma forma para Torres (1994) una UD es un proyecto curricular concreto o una propuesta de trabajo que abarca un cuestionamiento frente al qué se quiere enseñar, además, requiere un diagnóstico en donde se determinan los intereses del estudiantado, el contexto sociocultural y los recursos de la institución. Para este autor el diseño de la unidad implica la definición de metas, la selección de un tópico, un plan de investigación y trabajo en equipo.

De acuerdo con Sanmartí (2000) y Campanario (1999) la UD se construye teniendo en cuenta cuatro momentos: el primero corresponde a las actividades de iniciación, el segundo las actividades de desarrollo, el tercero consiste en las actividades de aplicación y el cuarto comprende la evaluación, hay que decir que esto no puede abordarse de forma esquemática, sino son aspectos que deben tenerse en cuenta a lo largo del diseño e implementación de la UD.

De acuerdo con Mosquera, Mora y García (2003), las UD son unidades de programación, de diseño y desarrollo de la enseñanza, y son por tanto una forma de organizar los programas escolares dotados de capacidad para integrar contenidos diversos y de estructurar períodos relativamente largos de la actividad escolar. Su diseño se asume como proyecto curricular en profundidad, planteado como hipótesis, que orienta y facilita el desarrollo práctico, y obedece a una necesidad sentida de un colectivo de profesionales de la educación y la enseñanza de las disciplinas al interior de una institución escolar.

De acuerdo con Fernández *et al.* (2002) las UD están constituidas por una presentación, objetivos didácticos, organización de tiempos y actividades, evaluación y selección y secuenciación de los contenidos de enseñanza/aprendizaje que en nuestro caso corresponden a CSC identificadas y trabajadas por los profesores participantes de la investigación.

Tal como ha sido planteado, las UD comprenden el establecimiento de objetivos, estrategias y secuencias de actividades coherentemente estructuradas para favorecer determinados aprendizajes, habilidades, actitudes y valores en los estudiantes. El planteamiento de secuencias de enseñanza constituye un elemento fundamental en la planeación del profesor, ya que abarcan la intervención e interacción concreta del profesor con sus estudiantes. De hecho, el profesorado desarrolla secuencias de enseñanza sin que necesariamente realice una planeación de las mismas o sin que se encuentren sistemáticamente diseñadas en una UD. En este sentido, es fundamental analizar la estructuración e implementación de dichas secuencias en la medida en que pueden favorecer una reflexión concreta de los profesores sobre su práctica con la intención de repensar su propia acción, sin que necesariamente posean todo un diseño estructurado de una UD que en ocasiones por las dinámicas de tiempos y organización escolar no se lleva a feliz término. El diseño e implementación de secuencias de enseñanza puede aportar al análisis de la estructuración más amplia de UD por parte de los profesores que en perspectiva oriente el microcurrículo que orienta su ejercicio docente.

De hecho, de acuerdo con nuestra intención de analizar el diseño de algunas secuencias de enseñanza centradas en CSC, Zenteno-Mendoza y Garritz (2010) nos ayudan a pensar sobre esto con su trabajo referido al análisis de la implementación de secuencias de enseñanza basadas en asuntos sociocientíficos y argumentativos. En el estudio realizado por los autores fueron aplicadas dos secuencias, la primera sobre toxicología de metales pesados, en la unidad “Industria minero-metalúrgica: herencia no aprovechada” y la segunda sobre síntesis de polímeros en la unidad “El mundo de los polímeros”. Los resultados reportados indican que el estudiantado avanza en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y su importancia en la sociedad, de tal forma que se aporta en la incorporación de las interacciones CTSA en un curso de Química.

Capítulo 3

El análisis crítico de discurso como criterio analítico

Teniendo en cuenta que nuestro problema de investigación está referido al análisis de la movilización de discursos de profesores de ciencias en el proceso de discusión sobre el diseño de unidades didácticas sobre CSC, fundamentamos esto en la teoría de análisis de discurso crítico considerando la importancia que han cobrado los estudios sobre el lenguaje en la Enseñanza de las Ciencias, los cuales han abierto un nuevo campo de trabajo, introduciendo criterios teóricos y analíticos a partir de los cuales pueden estudiarse las relaciones entre ciencia y cultura simbólica en el aula. Precisamente, estos estudios destacan un viraje en la investigación didáctica centrada en análisis de concepciones de individuos frente a la ciencia, para centrar el análisis en la construcción de significados y sentidos por parte del profesorado y estudiantado en términos de interacciones discursivas.

Según Martins (2006) las investigaciones sobre interacciones discursivas en la Enseñanza de las Ciencias estarían preocupadas por discutir los procesos a través de los cuales, las ideas son propuestas, negociadas o defendidas en el discurso, teniendo en cuenta que su enseñanza y aprendizaje es considerado como un proceso de enculturación científica en el que estudiantes y profesores negocian nuevos significados en términos comunicativos.

Asimismo frente a la alfabetización científica esta puede ser asumida como un asunto del lenguaje que implica identificar y poner en uso códigos, por lo tanto se reduce a una postura técnica, individual y codificadora; en tanto que la alfabetización como un proceso social, de enculturación, implica una integración y unas prácticas sociales en donde los sujetos asumen roles críticos y participativos. La alfabetización científica como enculturación implica abordar entre otras, las dimensiones política, afectiva

y multimedial particularmente. La primera se centra en la relación de poder, en la toma de decisión basada en los principios y valores de los sujetos, la participación en la sociedad, el ayudar a problematizar, por lo tanto, hay una relación entre individuos, científicos, divulgadores de la ciencia, generadores de políticas etc. La segunda, significa una convicción racional, la cual no es suficiente, pues hay sentimientos de pertenencia. La tercera, plantea que el lenguaje de la ciencia es multimodal y tiene sus propias representaciones.

Las implicaciones de esto para la Enseñanza de las Ciencias se ven en que se deben repensar las visiones reduccionistas de la ciencia y del concepto de alfabetización. Alfabetizar en ciencias es más que codificar y usar los lenguajes de esta; el que los sujetos puedan participar en la sociedad, ver la relación sociedad-escuela, por lo tanto se deben oxigenar los currículos de formación de profesores ampliando los espacios de práctica, no solo en la escuela como tal, sino participando en diversos escenarios (cárceles, hospitales, museos, etc, que son escenarios donde hay sujetos que no tendrán una formación científica); se debe aplicar el principio de enseñar menos para aprender mejor, procurar un cambio en la dimensión epistemológica de la ciencia en donde las disciplinas que enseñamos superen la visión operativa.

El interés por el lenguaje y la cultura en la Enseñanza de las Ciencias ha favorecido la utilización de varias perspectivas de análisis de discurso que fundamentan los estudios realizados. Los trabajos de Martins (2006) y Mortimer y Scott (2002) han adoptado un enfoque sociocultural, a partir del cual interpretan interacciones discursivas y condiciones sociales de producción. Dichos trabajos han aportado en la comprensión de patrones discursivos establecidos en clase de ciencias.

Por su parte, trabajos tales como los realizados por Camargo y Nardi (2008) han adoptado el análisis de discurso de corte francés propuesto por Michel Pêcheux para estudiar cuestiones de memoria del campo de la Educación en Ciencias, así como discursos de profesores de ciencias en formación inicial y en ejercicio.

Otra perspectiva de análisis de discurso, poco desarrollada en nuestro campo, corresponde al Análisis Crítico de Discurso (ACD), el cual ha sido utilizado para analizar discursos que movilizan la producción de libros didácticos que tratan temas de salud (Martins y Vilanova, 2008). También se han desarrollado análisis bajo esta perspectiva sobre los efectos de la prácticas discursivas del profesorado de ciencias con respecto a las actitudes de estudiantes frente a la ciencia escolar (Hanrahan, 2006).

Particularmente, Martínez (2010) utilizó el ACD para interpretar contribuciones y dificultades del trabajo con Cuestiones Sociocientíficas (CSC) por parte de profesores de ciencias en ejercicio. En este tipo de análisis se estudian los diferentes usos del lenguaje en procesos de cambio social, una vez que los discursos construyen diferentes relaciones sociales que a su vez posicionan a los sujetos de diferentes formas. Así, interesa estudiar los efectos sociales del discurso, particularmente los generados por los medios de comunicación de masas.

Dado que en la sociedad moderna los medios de comunicación juegan un papel central en el tratamiento de diferentes cuestiones científicas y tecnológicas, incentivando diferentes comprensiones ideologizadas y sensacionalistas de la actividad científica, resulta importante realizar análisis críticos de los discursos comprendidos en reportajes y noticias de los medios, en los cuales sean tratados asuntos de ciencia y tecnología.

Varios estudios resaltan la importancia y la necesidad de analizar el tratamiento de las CSC en el aula, ya que estos tienen cada vez mayor influencia en la producción y reproducción de significados por parte de la ciudadanía respecto a la comprensión pública de la Ciencia (Ratcliffe e Grace, 2003; Reis y Galvão, 2008).

Según Fairclough (2003) el ACD representa una perspectiva teórica y metodológica de análisis que abarca teorías sociales y lingüísticas articuladas para interpretar cuestiones de discurso, ideología y poder en el contexto de la sociedad contemporánea. Así, el discurso es un modo de acción, a través del cual las personas actúan sobre el mundo social y sobre otros sujetos, también es una forma de representación y está relacionado dialécticamente con estructuras sociales.

El carácter crítico del análisis de discurso implica evidenciar las conexiones y causas que están ocultas en los textos, en las prácticas discursivas y en las prácticas sociales. Los textos comprenden fragmentos del lenguaje verbal, escrito o gestual que son producidos por determinados sujetos en determinados contextos sociales e históricos. Las prácticas discursivas abarcan los procesos de reproducción, distribución y consumo de textos, de tal manera que la naturaleza de estos procesos varía dependiendo del tipo de discurso y de los factores sociales adyacentes. El discurso como práctica social se entrelaza con cuestiones de ideología y relaciones de poder.

El discurso entendido como texto, práctica discursiva y práctica social posee tres efectos sociales. Primero, abarca la formación de identidades sociales, segundo, contribuye en la construcción de relaciones sociales entre las personas, y finalmente, implica la

construcción de sistemas de conocimientos y creencias. Estos tres efectos del discurso se presentan en tres formas de entender las prácticas sociales, como formas de actuar (significado y acción), formas de representar (significado representacional) y como formas de ser (significado e identidad).

El ACD cuestiona la lingüística tradicional, en la que las variables contextuales son consideradas ingenuamente, ya que el lenguaje es visto como un sistema autónomo o determinista, contrariamente la perspectiva crítica considera los usos del lenguaje como construcciones históricas, a través de las cuales las estructuras sociales se legitiman ideológicamente, de tal manera que es preciso estudiar las relaciones de manipulación establecidas por sujetos o grupos que ostentan el poder simbólico.

Para interpretar diferentes textos el ACD propone criterios analíticos, tales como el de la *intertextualidad*, que abarca la heterogeneidad de discursos presentes en un determinado texto y su correspondiente análisis implica comprender las diferentes formas como estos discursos son producidos, distribuidos y consumidos por actores sociales en determinados contextos. De tal modo que los discursos pueden establecer relaciones de colaboración, competición o dominación entre sujetos. Así, un texto puede englobar varios discursos que en determinados casos compiten y establecen relaciones antagónicas, en las cuales uno de ellos se legitima a través de la negación del otro.

De acuerdo con Fairclough (2001) existe la intertextualidad manifiesta que implica la constitución heterogénea de textos o voces que son claramente diferenciables entre sí, en cuanto la intertextualidad constitutiva o *interdiscursividad* es configurada por convenciones discursivas (por ejemplo, orden de discurso) que se incorporan en su producción y no estrictamente en otros textos explícitos, lo que exige procesos particulares de traducción de los textos y las voces implicadas.

Teniendo en cuenta que la intertextualidad abarca la identificación de diversos textos o voces existentes en un texto particular, es necesario caracterizar los niveles de relación simple o compleja que son establecidos entre los textos o voces contenidas. De esta forma, las relaciones intertextuales pueden ser difusas u ocultas, lo que indica ambivalencia en los textos en la medida en que diferentes sentidos pueden coexistir y en determinados casos resulta bastante difícil determinar el sentido del texto como un todo.

En un texto las intervenciones de agentes secundarios con respecto al locutor principal pueden ser representadas por medio del discurso directo, lo que denota ambivalencia. Por ejemplo, en la expresión “los ambientalistas de Greenpeace dijeron lo mucho que ellos están de acuerdo con el desarrollo sustentable”, nos muestra una ambivalencia sobre si las palabras de la frase pueden ser atribuidas realmente a los ambientalistas de Greenpeace que son representados en esa frase o si representan la voz de otro actor social interesado en mostrar que los ambientalistas están de acuerdo con el desarrollo sustentable. Este ejemplo, nos muestra que los elementos de un texto pueden ser escritos o dichos de determinadas formas, para ser interpretados diferentemente, esto constituye una característica de la intertextualidad manifiesta y de la interdiscursividad.

Fairclough (2001) fundamentado en Bakhtin considera que las voces o textos presentes en un texto abarcan relaciones dinámicas del discurso representado y el discurso representador, en algunos casos las voces se funden, se sobreponen o permanecen diferenciadas. Por esta razón, es importante analizar hasta qué punto están definidos los límites entre el discurso representador y el discurso representado o en qué extensión el discurso es traducido en la voz del discurso representador.

Capítulo 4

Investigación cualitativa como orientación para la construcción de espacios de formación de profesores en cuestiones sociocientíficas

De acuerdo con nuestras preguntas de investigación, a propósito de los discursos movilizados por profesores de ciencias, al discutir el trabajo con CSC, proponemos la investigación cualitativa como orientación metodológica para la configuración de espacios formativos en virtud de caracterizar los procesos y significados construidos a lo largo del trabajo desarrollado con los profesores que participaron del estudio.

La mayoría de investigadores cualitativos coinciden en señalar que esta concepción de investigación se justifica en virtud del enfoque diferenciado de la concepción positivista representada en estudios cuantitativos, cuasi-experimentales y experimentales (Schwandt, 2006). A diferencia de estos estudios nos interesa interpretar y comprender los problemas educativos de acuerdo con las experiencias y subjetividades de los participantes, alejándonos de la pretensión de establecer relaciones causales o predicciones a partir de la manipulación de determinadas variables.

Entendemos la investigación cualitativa como un proceso interpretativo y reflexivo situado en los espacios sociales en los que ocurren las acciones, experiencias o interacciones humanas que son de interés. De tal forma que este tipo de investigación abarca una concepción naturalista e interpretativa del mundo, lo que significa que los investigadores estudian los problemas en términos de los significados que las personas les confieren (Denzin y Lincoln, 2006). Dada la naturaleza de este tipo de

investigación los problemas son estudiados a partir de diversos registros tales como entrevistas, grabaciones, notas de campo y observaciones, que permiten una aproximación detallada de los sujetos participantes en el estudio.

Moreira (2002) al referirse a la investigación cualitativa en la Enseñanza de las Ciencias, coincide en indicar que esta concepción tiene como tarea principal la interpretación de significados atribuidos por los sujetos a sus acciones en contextos sociales. Las hipótesis son construidas durante el proceso investigativo y la credibilidad depende de narrativas detalladas y consistentes de los registros realizados exhaustivamente. Siguiendo las reflexiones del mismo autor, entendemos que en los estudios cualitativos la realidad es socialmente construida, se busca la comprensión de los fenómenos mediante una inmersión profunda del investigador que realiza registros minuciosos de las situaciones vividas, en contraste, los estudios cuantitativos buscan el conocimiento de la realidad objetiva evitando la subjetividad para explicar causas y establecer predicciones a partir del control de eventos y mediciones estadísticamente confiables, en este caso el investigador tiene el papel de cuantificar los eventos y estandarizar los hallazgos para convencer en términos de objetividad.

El tipo de investigación cualitativa adoptada en la investigación corresponde a la postura interpretativa en la que se destaca la intención (subjetividad) que orienta los análisis del investigador sin menospreciar o sacrificar la objetividad del conocimiento construido (Schwandt, 2006). De acuerdo con este tipo de investigación es posible comprender el significado subjetivo de la acción guardando un cierto grado de objetividad, dado que el significado que el intérprete reconstruye o reproduce es considerado el significado original de la acción. Para evitar errores en la interpretación original el investigador debe utilizar el marco de referencia que lo ampara para alejarse hasta cierto punto de sus propios juicios y prejuicios. La interpretación se vale del círculo hermenéutico para entender los significados y acciones objeto de análisis, de esta forma el investigador debe entender tanto el todo complejo de intenciones, deseos, discursos, prácticas e instituciones como sus particularidades. Así, el ejercicio interpretativo se mueve entre la dialéctica de lo global y lo local, a partir de lo cual emergen las comprensiones de los problemas que son objeto de la investigación.

Dado que para el presente trabajo el objeto de investigación se centró en analizar los discursos movilizados por los profesores de ciencias en ejercicio y los que están en formación inicial de la licenciatura en Química de la UPN, cuando diseñan unidades

didácticas desde las CSC, se llevó a cabo el siguiente proceso para convocarlos hacia la investigación e iniciar de esta manera, el proceso de comprensión del problema: se realizó una convocatoria abierta a estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional, particularmente de la Facultad de Ciencia y Tecnología, así como a estudiantes y egresados de la Maestría en Docencia de la Química, para participar del Seminario Taller denominado Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas, el cual fue propuesto con la intención de constituir un espacio de formación de profesores que articulara tanto aquellos que realizan su licenciatura como profesores en ejercicio, para efectos de analizar aspectos teóricos y metodológicos de la discusión de CSC en clases de ciencias, de tal forma que ellos propusieran diseños de UD sobre CSC de su interés y reflexionaran sobre las posibilidades de una futura implementación. El seminario taller relacionado comprendió los siguientes objetivos:

- Caracterizar la emergencia del trabajo con cuestiones sociocientíficas en las investigaciones referentes al enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.
- Estudiar los presupuestos teóricos y metodológicos del trabajo con cuestiones sociocientíficas en la Enseñanza de las Ciencias.
- Diseñar una unidad didáctica sobre una cuestión sociocientífica.

En la primera sesión del seminario se realizó una caracterización de los participantes de la investigación de acuerdo con dos cuestionarios elaborados para tal fin. Así, según Cardona (2002) los ítems del cuestionario fueron revisados en términos de su contenido, lenguaje y orden. Como primera instancia, para la revisión del contenido se evaluaron los ítems necesarios para una primera caracterización del grupo de profesores en ejercicio. El lenguaje, por su parte, fue revisado en términos de claridad, consistencia y foco del ítem, y finalmente, el orden de los ítems se estructuró teniendo en cuenta una secuencia lógica.

A través de un cuestionario aplicado al profesorado en ejercicio se indagaron datos generales asociados a edad, género, formación profesional, experiencia profesional y percepciones sobre las dificultades enfrentadas en su práctica docente. También se utilizó otro cuestionario para la caracterización de profesores en formación inicial, en el cual también se indagaron datos sobre edad y género, así como experiencias de la carrera y la práctica pedagógica relacionadas con el enfoque CTSA y las cuestiones sociocientíficas.

Una vez realizada, en el primer encuentro, la caracterización de los participantes de la investigación del seminario, se llevó a cabo una actividad inicial en la que se buscó

identificar las implicaciones sociales, científicas y ambientales de una CSC según los participantes de la investigación, asimismo, se caracterizaron el establecimiento de algunas relaciones CTSA y la posibilidad de discutir CSC en las clases de Ciencias.

Durante el desarrollo de las sesiones del seminario se consolidaron grupos de trabajo conformados por profesores en ejercicio y profesores en formación inicial para efectos de elaborar y diseñar las UD y preparar una futura implementación de algunas secuencias de enseñanza de estas unidades. Dado que cada grupo de trabajo contaba con profesores en ejercicio, se acordó el diseño de las unidades didácticas en alguna de las instituciones en las que laboraban los profesores.

Con la intención de contar con una aproximación a las instituciones educativas y a los estudiantes para quienes iban dirigidas las UD, se realizaron visitas en las instituciones, y en particular, se llevaron a cabo algunas entrevistas a grupos de estudiantes.

Las sesiones del seminario taller fueron grabadas en audio en su totalidad, para la constitución de registros susceptibles de análisis y la correspondiente consolidación de datos de investigación orientados a responder las preguntas propuestas en el planteamiento del problema. De la misma forma fueron grabadas las sesiones en las cuales los profesores socializaron los diseños de las UD y la implementación de algunas secuencias de enseñanza. Dicha socialización fue realizada en el Primer Foro de Experiencias Didácticas sobre CSC² que fue propuesto para tal fin y para abordar temas del seminario taller.

Finalmente se realizó una entrevista semiestructurada a los participantes de la investigación con el objetivo de consolidar evidencias adicionales sobre los discursos movilizados por ellos en el diseño de las UD, al igual que caracterizar aportes del trabajo con cuestiones sociocientíficas en sus procesos de formación.

Teniendo en cuenta la crisis de la “validez” en la investigación (Gergen y Gergen, 2006), es necesario precisar que no fue posible definir parámetros únicos y estandarizados para garantizar la validez de la investigación, tal como fue considerado en los estudios cuantitativos, en este sentido a continuación enlistamos algunos aspectos planteados por Moreira (2002) que nos ofrecieron un grado de credibilidad de la metodología

2 Consultar la programación de dicho Foro en www.alternaciencias.com

cualitativa que orientó la constitución del espacio de formación de profesores que desarrollamos a lo largo del seminario taller descrito anteriormente:

- Los procedimientos de recolección de datos deben ser explicados y evidenciados claramente.
- Las evidencias primarias deben ser diferenciadas de las secundarias y las evidencias de campo constituidas a través de diferentes instrumentos deben ser reportadas y analizadas consistentemente.
- Los análisis deben evidenciar la forma como los conceptos claves evolucionan y como patrones no esperados fueron establecidos durante el trabajo de campo.
- La utilización de distintas fuentes de datos y perspectivas teóricas para su interpretación ofrece credibilidad del estudio realizado (Triangulación).

A lo largo del seminario taller participaron voluntariamente 14 profesores de Ciencias en ejercicio y 14 profesores de Química en formación inicial. De acuerdo con la información recolectada se evidenció que los profesores en ejercicio presentan edades entre los 22 y 48 años. Con respecto a los 14 profesores de Química en formación inicial sus edades oscilan entre los 19 y 21 años, ellos afirmaron haber cursado durante su carrera alguna asignatura que abordaba temas con respecto a CTSA y CSC, coincidiendo, en que las asignaturas en la que más han estudiado aspectos relacionados con CTSA es Pedagogía y Didáctica I, II, y III, además, de Historia y Epistemología de la Química, Legislación Educativa y Educación y Participación Ciudadana. Estos resultados nos indican que los profesores en formación inicial cuentan con una aproximación inicial al tema de CSC y que este ha sido tratado en gran parte en el ambiente de formación pedagógica y didáctica considerado en el plan de estudios que desarrolla el programa Curricular de Licenciatura en Química, lo cual denota que a pesar de que tales cuestiones implican conocimientos científicos de frontera que seguramente tienen que ver con las diferentes áreas de la Química, no son consideradas en el ambiente de formación disciplinar, lo que constituye una evidente falta de articulación e integración de este ambiente con problemáticas tecnocientíficas de relevancia socioambiental.

En cuanto a la experiencia laboral de los profesores en ejercicio, se identificó que gran parte de ellos posee un número de años considerable en servicio docente que oscila entre 10 y 25 años de servicio. Los distintos niveles de experiencia de los profesores constituyeron un aspecto interesante para la investigación, en la medida que ofreció un amplio espectro de vivencias docentes para analizar las posibilidades de las discusiones con CSC en clases de ciencias.

Como se puede observar en la Tabla 1, la mayoría de los profesores en ejercicio ha desempeñado funciones propias de docentes de Química en el nivel de educación básica secundaria y educación media, además de ser docentes de Biología en el nivel de básica secundaria, y las funciones que menos han llevado a cabo a lo largo de su experiencia laboral corresponde a docentes de Biología en el nivel de educación superior, docentes de Física en el nivel de básica secundaria y educación media, y las que hasta ahora no han realizado, han sido ser profesor de Física en el nivel de educación superior y de jóvenes – adultos.

Tabla 1. Cargos desempeñados por el profesorado en ejercicio participantes del Seminario taller, “*Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas*”.³

Función desempeñada	Nº de profesores
Profesor de Ciencias Naturales en el nivel de básica primaria.	4
Profesor de Biología en el nivel de básica secundaria.	6
Profesor de Química en el nivel de básica secundaria.	8
Profesor de Física en el nivel de básica secundaria.	1
Profesor de Química en el nivel de educación media.	9
Profesor de Física en el nivel de educación media.	1
Profesor de Ciencias Naturales en el nivel de jóvenes y adultos.	2
Profesor de Química de educación de jóvenes y adultos.	3
Profesor de Biología de jóvenes y adultos.	2
Profesor de Física de jóvenes y adultos.	0
Profesor de Química en el nivel de educación superior.	2
Profesor de Biología en el nivel de educación superior.	1
Profesor de Física en el nivel de educación superior.	0
Sin experiencia laboral	2

En general, la mayoría de los estudios cursados por el profesorado están orientados a la mejora de su práctica pedagógica-didáctica, formación y cualificación profesional. Otros cursos adicionales citados con menor frecuencia son los descritos a

³ Cabe aclarar, que en varias ocasiones los docentes eligieron más de una opción.

continuación: capacitación técnica en inglés, bioseguridad en el laboratorio, biotecnología, formulación de proyectos culturales y estudios sociales contemporáneos. Demostrando, que el grupo posee características importantes y variadas que pueden ofrecer aportes a lo largo del seminario-taller, no sólo por sus niveles de formación, sino también por sus años de experiencia laboral y funciones desempeñadas a lo largo de su profesión docente.

Con respecto a las dificultades que han tenido los docentes a lo largo de su ejercicio profesional, el 57% de ellos, coincide, que algunas de sus grandes dificultades en su práctica pedagógica ha sido, la falta de motivación, interés, y las preconcepciones de los estudiantes, puesto que como lo afirma una de las docentes, *“A nivel educativo la Enseñanza de la Química, no es para los estudiantes de gran motivación, pues sienten que no es importante para sus vidas”*.

El 21,58% considera que sus dificultades se han visto versadas por la falta de recursos para la implementación de estrategias didácticas, el diseño de evaluaciones, la articulación entre ciencia y sociedad, el trabajo aislado de los docentes en la institución y la amplitud de los temas que se deben abordar en grupos de estudiantes numerosos, ya que es una de las causas que posibilita la indisciplina dentro del aula de clase y finalmente, el 21,42% restante de los profesores en ejercicio, no opinó, acerca de esta pregunta, porque no tiene experiencia laboral.

En cuanto a las dificultades que han enfrentado los docentes para enseñar las ciencias (Química, Biología, Física) en su mayoría, coincide con el vocabulario que las caracteriza resulta incomprensible para los estudiantes en el momento de abordar algunas temáticas, su escasa relación con aspectos de la cotidianidad, la “mediocridad” estudiantil y como afirma uno de los docentes *“los estudiantes con dificultades de aprendizaje y el ambiente inapropiado para aprender, problemáticas sociales, escolares, ambientales y personales de cada estudiante”*. Es necesario acotar que el 14,28% de docentes en ejercicio restante, no respondió debido a que aún no cuenta con experiencia laboral.

El corpus de la investigación estuvo constituido por los escritos de algunas actividades iniciales realizadas durante el seminario taller de Unidades didácticas sobre CSC, las transcripciones de las grabaciones de audio de los encuentros de este taller, la transcripciones de entrevistas realizadas a estudiantes de las instituciones educativas en las que se diseñaron las UD, transcripciones de las entrevistas finales realizadas a

los profesores participantes y unidades didácticas presentadas en el Foro de experiencias didácticas.

Los participantes de la investigación propusieron el diseño de 8 unidades didácticas, que son descritas brevemente a continuación:

Alimentos transgénicos

Esta unidad didáctica tuvo como tema controversial las implicaciones que tienen las técnicas utilizadas en biotecnología para la producción de alimentos transgénicos, analizándolas desde una perspectiva social, económica, científica y ambiental, a fin de posibilitar una reflexión crítica en el aula por parte, tanto de los estudiantes como del docente. El objetivo de esta unidad se centró en fomentar el pensamiento crítico y las competencias argumentativas hacia las ciencias por parte de estudiantes del grado noveno de educación básica secundaria.

Experimentación con animales

Esta unidad didáctica tuvo como objetivo generar la controversia en un grupo de estudiantes de grado octavo de educación básica secundaria, partiendo de las controversias adyacentes a la experimentación con animales, y su validez en relación con el avance de la ciencia.

Y tú, ¿qué tipo de carne prefieres en tu hamburguesa?

Esta unidad fue propuesta con el fin de informar y concientizar a los estudiantes de cuarto grado de primaria sobre la procedencia y manejo de los alimentos, en esta secuencia se plantearon una serie de actividades que pretendían aumentar gradualmente el nivel de complejidad en los conocimientos y simultáneamente el nivel argumentativo de los estudiantes.

Vallados, uso industrial y agrícola

Esta unidad buscó promover procesos de argumentación científica y ética en estudiantes de grado once en Institución Educativa Rural, por medio de artículos informativos,

propuestas experimentales y puestas en común guiadas por la estrategia didáctica como es el juegos de roles.

¿Qué vale más, el oro o el agua?

Esta unidad trató el problema de la explotación minera en Bogotá y tuvo como objetivo evidenciar las interacciones CTSA por parte de estudiantes de Educación Media.

Animales transgénicos: ¿revolución genética o sufrimiento animal?

Con esta unidad didáctica se pretendía desarrollar con los estudiantes de grado noveno de educación secundaria, la controversia que se da alrededor del uso de los animales para la experimentación a nivel genético y a su vez, las relaciones que se establecen entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, planteando las ventajas y desventajas de esta actividad humana.

Manipulación de células troncales embrionarias

Esta unidad se centró en el desarrollo de razonamientos morales de los estudiantes frente a la controversia suscitada sobre la manipulación de la vida.

¿El agua es mercancía o un bien de los seres vivos del planeta Tierra?

En esta unidad se buscó el estudio de los problemas asociados a la contaminación del agua y su actual privatización y mercantilización, en este contexto se buscaba que estudiantes de educación media desarrollaran procesos argumentativos.

De estas ocho (8) unidades didácticas, solo las primeras cuatro (4) fueron diseñadas completamente y algunas de sus secuencias fueron implementadas con los estudiantes. Los resultados parciales de dicha implementación fueron socializados en el primer foro de experiencias didácticas sobre cuestiones sociocientíficas⁴. Las unidades restantes solo fueron presentadas parcialmente en algunas sesiones del seminario taller

4 Las memorias pueden consultarse en www.alternancias.com

desarrollado con los participantes de la investigación, los profesores proponentes de estas unidades tuvieron dificultades de tiempo y problemas para asistir permanentemente al seminario taller, lo cual no les permitió terminar el diseño de las unidades didácticas propuestas inicialmente. Por esta razón destacamos el diseño de cuatro unidades didácticas, las cuales evidenciaron un mayor compromiso, y que a su vez hacen parte de una compilación digital organizada por Martínez y Villamizar (2013):

- La primera unidad tiene como objetivo generar controversia en un grupo de estudiantes de grado octavo del colegio Enrique Olaya Herrera partiendo de la cuestión sociocientífica de la experimentación con animales, y su validez en relación con el avance de la ciencia. Con esta unidad se buscó crear en el estudiantado una postura crítica y argumentada, además de concientizar sobre la importancia de estar informados y de entender cómo los desarrollos científicos y tecnológicos afectan a los seres vivos.
- La segunda unidad se refiere a los “alimentos transgénicos” como tema controversial, profundizando en las implicaciones que esta técnica ha originado en el país, analizándola desde una perspectiva social, económica, científica y ambiental a fin de posibilitar una reflexión crítica en el aula por parte, tanto de los estudiantes como del docente. El objetivo de esta unidad se centra en fomentar el pensamiento crítico y las competencias argumentativas hacia las ciencias por parte de estudiantes del grado noveno del Colegio de la Presentación Sans Façon en Bogotá.
- Una tercera unidad didáctica partió de la CSC acerca de la producción y manejo de carnes para el consumo en hamburguesas, con el fin de informar y concientizar a los estudiantes de cuarto grado de primaria, del Liceo Carrión, sobre la procedencia y manejo de los alimentos (concretamente de la carne de hamburguesa), en esta secuencia se planteó una serie de actividades que pretendían aumentar gradualmente el nivel de complejidad en los conocimientos y simultáneamente el nivel argumentativo de los estudiantes.
- La cuarta unidad didáctica sobre una CSC local fue la denominada “el uso del agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”, con el objetivo de promover procesos de argumentación científica y ética en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Departamental Rural Antonio Nariño, por medio de artículos informativos, reconocimiento de la ubicación geográfica, propuestas experimentales y puestas en común guiadas por la estrategia didáctica como es el juego de roles, se buscó potenciar la argumentación de los estudiantes.

Luego de transcribir todo el conjunto de datos obtenidos de las grabaciones de audio de las sesiones del seminario taller, las entrevistas y las unidades didácticas, se hizo una selección de los registros para definir las unidades de análisis y los elementos teóricos del análisis crítico del discurso (ACD) propuestos por Fairclough (2001), para interpretar la movilización de los discursos en términos textuales y discursivos. La dimensión textual del ACD está constituida por los siguientes elementos: a) control de interacción y estructura textual (cortesía y ethos); b) cohesión; c) gramática (transitividad, tema y modalidad) y c) vocabulario (significado de palabras, creación de

palabras, metáfora). La dimensión discursiva de este tipo de análisis la conforma la producción del texto (interdiscursividad e intertextualidad manifiesta); la distribución del texto (cadenas intertextuales); consumo del texto (coherencia) y condiciones de la práctica discursiva.

Con lo descrito en este capítulo, damos cuenta de la posibilidad de orientar la construcción de espacios de formación de profesores, principalmente en cuestiones sociocientíficas, de manera diferente a lo que se hace en la Enseñanza de las Ciencias, propia de los programas de pregrado y posgrado en los que por lo general, se desarticula la perspectiva investigativa de su propio currículo y sus prácticas de enseñanza; este marco cualitativo de investigación fomentó un proceso participativo, reflexivo y propositivo del profesorado hacia alternativas de enseñar y principalmente de seleccionar contenidos. Desde lo propuesto, se analizó la pertinencia de los contenidos para la formación de los sujetos, y por ello, el énfasis en cuestiones que hoy son controversiales desde la tecnociencia, es decir las CSC como un tipo de contenido diferente al enfoque disciplinar.

Capítulo 5

Discursos éticos movilizados por profesores en el trabajo con cuestiones sociocientíficas⁵

En este apartado presentamos los análisis de discurso crítico en términos de la dimensión textual constituida de acuerdo con los registros consolidados en el corpus de la investigación. El análisis textual se hizo conforme a los elementos analíticos de modalidad y cortesía. La modalidad representa el grado de afinidad o de aceptación de una determinada proposición de un interlocutor o actor que gramaticalmente está asociada con el uso de verbos modales (deber, poder, etc.) y adverbios modales (probablemente, posiblemente, obviamente). La cortesía da cuenta de las estrategias utilizadas por los participantes de un diálogo o por los actores de un texto para moderar o evidenciar posibles amenazas.

Los registros seleccionados de actividades desarrolladas con los participantes de la investigación, así como los fragmentos de entrevistas y de unidades didácticas correspondieron aquellos en los que se evidenciaba con mayor claridad los discursos movilizados por los profesores a partir de los elementos de análisis utilizados de cortesía, modalidad e intertextualidad. Para la selección de estos fragmentos fue necesaria la lectura completa de todos los registros consolidados en el corpus de investigación y conforme a las preguntas de investigación y el marco teórico se logró concretar las evidencias del trabajo que se analizan a lo largo de este y el sexto capítulo.

⁵ Esta parte corresponde a una versión ampliada de la ponencia presentada por Martínez, Parga y Gómez (2013) en el VI “*Encuentro regional sur de Ensino de Biología*” realizado en Santo Ângelo Brasil.

En seguida analizaremos los principales registros de la primera actividad escrita (AE1) que fue realizada por los participantes de la investigación, en la cual ellos señalaban las implicaciones científicas, sociales y ambientales del desarrollo de transgénicos. Las expresiones del profesorado fueron clasificadas de acuerdo con los elementos de análisis de modalidad y cortesía, para efectos de identificar el discurso ético que los profesores consideran afín o que consideran como amenaza al referirse a los transgénicos. En esta primera actividad evidenciamos que 32 expresiones poseen un buen grado de afinidad al desarrollo de transgénicos, 25 expresiones tienen que ver con una cortesía negativa en la medida en que demuestran claramente la amenaza de los transgénicos y por tanto su inconveniencia y 11 respuestas están relacionadas con una cortesía positiva en la medida que los transgénicos representan una amenaza relativa, pues también pueden implicar aspectos positivos para la sociedad.

En cuanto a las expresiones afines al desarrollo de transgénicos en la Tabla 2 relacionamos aquellas que ilustran una cierta defensa de un discurso ético teleológico utilitarista, en la medida que el desarrollo de transgénicos sería benéfico para un gran número de personas porque estos ayudarían a aumentar la producción de alimentos y de esta forma se podría combatir el hambre. Este discurso se apoya en la autoridad de la ciencia como una de las principales responsables de los avances a nivel industrial, así como del mejoramiento de las semillas y de la calidad de los alimentos.

El discurso ético utilitarista, además implicaría no solo el beneficio de la población en general, sino de la población específica del Meta (Departamento de Colombia cuya capital es Villavicencio) que está siendo incentivada a usar semillas transgénicas de maíz, pues, aparentemente, los costos de producción de los pequeños agricultores serían menores.

Este discurso ético utilitarista puede ser limitado, si lo confrontamos con un discurso ético deontológico, en el cual sería necesario examinar con mayor cuidado la posibilidad de universalidad de dichos planteamientos, que en verdad no sería posible en la medida que la pretensión de beneficio sería determinada de la experiencia de aumentar la producción de transgénicos, pero en términos del imperativo categórico de Immanuel Kant (1724-1804) estaríamos cayendo en la falacia de inferir el *deber ser* de una experiencia, y no se considera la misma a partir de principios *a priori* que lleven a examinar los beneficios que trae el uso de transgénicos en el incremento de la producción de alimentos, así como los riesgos existentes para la salud humana y para la biodiversidad de los ecosistemas.

Tabla 2. Expresiones de los profesores participantes de la investigación asociadas a un discurso ético utilitarista.

Expresiones de profesores AE1
Expresiones asociadas a un discurso ético utilitarista en función del aumento de la producción de alimentos y del crecimiento económico
<ul style="list-style-type: none"> • <i>En el desarrollo de la cultura humana y centrándonos en el beneficio de ella, este tipo de procesos abre posibilidades enormes para resolver los actuales problemas de hambre y desnutrición, ya que este tipo de desarrollos científicos, busca alimentos para que tengan una mayor duración, resistencia a condiciones climáticas, al uso de herbicidas, plagas y enfermedades e incluso tengan mejor cualidades nutricionales. Es un gran avance científico a nivel industrial y de calidad, al sacar los alimentos, sin presentar una alta escala de pérdida de producción, que es lo general en la labor de cultivar los alimentos, además del aporte que se le hace al cuidado del medio ambiente.</i> • <i>Los transgénicos representan un gran avance a nivel científico, ya que incrementan la productividad de los cultivos, erradican plagas y sustituyen algunos elementos esenciales del cultivo tradicional.</i> • <i>Beneficios a nivel económico, alimentario o de salud, de acuerdo con los resultados obtenidos en los nuevos productos.</i> • <i>Con la implementación de este maíz genéticamente modificado (GM) se evita que la producción disminuya y que el proveedor tenga mayores ganancias en cuanto al ahorro de dinero destinado a plaguicidas.</i> • <i>Se tendrá mayor producción de alimentos.</i> • <i>Productos alimenticios de mejor calidad.</i> • <i>Crecimiento de la economía.</i> • <i>Mayor cantidad de empleo.</i> • <i>Crear semillas de mayor calidad.</i> • <i>Aumento de la inversión en investigación agrícola.</i>
Expresiones asociadas a un discurso ético utilitarista en función del mejoramiento de las condiciones de producción de una comunidad en particular
<ul style="list-style-type: none"> • <i>La población del Meta se ve beneficiada, ya que sus costos en la producción serían más reducidos.</i> • <i>Reducir costos para pequeños agricultores.</i> • <i>Mayor productividad.</i> • <i>Es un desarrollo que se ha dado y creado para beneficiar a la comunidad.</i>

Para Kant la cuestión ética tiene que analizarse de acuerdo con presupuestos racionales y no metafísicos, a través de los cuales se oriente el deber ser del ser humano de acuerdo con principios universalizables. Así la actuación moral no se evalúa estrictamente por cuestiones subjetivas, trascendentales u objetivas, sino por la pretensión racional de juzgar las acciones y comportamientos de acuerdo con lo que deseablemente puede considerarse como correcto. Por ejemplo, el hecho de considerar el uso de transgénicos como una conducta no correcta no recae en el hecho que no existan pruebas científicas de la inocuidad de estos organismos, sino en la pretensión de generalizar una práctica que no puede ser universalizable porque puede existir un determinado riesgo de su masificación por la carencia de estudios sobre su inocuidad.

Conforme a la perspectiva kantiana se permitiría analizar las razones que justifican el apoyo a los transgénicos y el grado de vulneración de la dignidad humana, por los eventuales riesgos que pueden representar su extensión en la agricultura mundial. Precisamente, Lacey (2008) sostiene que es necesario considerar los riesgos directos para la salud humana y el ambiente, ligados a mecanismos bioquímicos y físicos; riesgos ambientales articulados al surgimiento de nuevas plagas asociadas al monocultivo y riesgos sociales que surgen en el uso extensivo de transgénicos que puede debilitar formas alternativas de cultivo sustentable, tales como la agroecología.

En cuanto a los riesgos ambientales, el discurso ético utilitarista puede valerse de apoyos adicionales, en la medida en que el uso extendido de transgénicos puede disminuir el uso de agrotóxicos que son masivamente empleados en la agricultura, una vez que al producir semillas más resistentes a determinadas “plagas” no sería necesario usar dichas sustancias nocivas para el ambiente (ver Tabla 3).

El discurso ético deontológico que puede cuestionar las consideraciones del discurso utilitarista, también puede identificarse en las amenazas expresadas por otros profesores participantes de la investigación. Dichas amenazas son ilustradas en la Tabla 4 y fueron caracterizadas de acuerdo con la cortesía negativa que ellos manifestaron frente a las implicaciones científicas, sociales y ambientales de los transgénicos.

Tabla 3. Expresiones de los profesores participantes de la investigación asociadas a un discurso ético utilitarista en función de la disminución de agrotóxicos en la agricultura por el uso extensivo de transgénicos.

Expresiones de profesores AE1
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Menor contaminación del suelo y afluentes cercanos.</i> • <i>La contaminación disminuye de una manera notable, ya que el uso de insecticidas no se hace con tanta frecuencia.</i> • <i>Menor uso de insecticidas.</i> • <i>Protección del medio ambiente, ya que disminuye la contaminación ambiental, al disminuir el uso de insecticidas.</i> • <i>Disminución en los impactos ambientales: porque requieren menos químicos.</i> • <i>Puede ser positivo en limitar la utilización de pesticidas nocivos al medio ambiente.</i> • <i>Menos insecticidas.</i> • <i>Reducción de contaminación de los suelos, plantas y animales por medio de los plaguicidas.</i> • <i>Disminuye la contaminación por el uso de plaguicidas, ya que estas semillas genéticamente modificadas (GM), al ser resistentes a las plagas hacen el trabajo de dos o más plaguicidas y esto es una ventaja importante en cuanto a cuestiones ambientales.</i> • <i>Favorece los cultivos puesto que al disminuir la cantidad de insecticidas la tierra permanece en mejor estado y conserva sus propiedades.</i> • <i>La disminución del uso de plaguicidas sería un buen método para evitar contaminación ambiental.</i> • <i>Los cultivos se vuelven resistentes a las plagas, la planta tendría mejor desarrollo, el medio ambiente no sale afectado con el uso de insecticidas.</i> • <i>Disminución de la contaminación por el uso de insecticidas.</i> • <i>Ayuda a combatir plagas.</i>

Tabla 4. Expresiones de los profesores participantes de la investigación asociadas a un discurso ético deontológico en función del grado de amenaza existente en el uso extensivo de transgénicos en la agricultura.

Expresiones de profesores AE1
Expresiones asociadas a un discurso ético deontológico en función de los riesgos que representaría, en la salud humana, el uso extensivo de transgénicos
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Se pueden ver favorecidas mutaciones y alteraciones genéticas.</i> • <i>Cuáles son las consecuencias a largo plazo para la salud humana.</i> • <i>No sabemos a ciencia cierta qué efectos traerá sobre la salud de la población los alimentos que han sido alterados genéticamente, ya que en el corto tiempo que se han estudiado, pueden no verse los efectos reales sobre los humanos.</i> • <i>Las plantas GM pueden producir enfermedades en animales y en el hombre debido al consumo de estas.</i>
Expresiones asociadas a un discurso deontológico en función de riesgos sociales y ambientales
<ul style="list-style-type: none"> • <i>La combinación de genes animales y vegetales puede causar desequilibrios en las diferentes especies.</i> • <i>Solo aquellos que tengan mayor poder adquisitivo tendrán las semillas.</i> • <i>Se contribuye a la monopolización de las semillas y se limita al acceso a estas.</i> • <i>La repercusión de los transgénicos es alta en países del “tercer mundo”, donde se monopoliza el mercado de transgénicos con el comercio de las semillas, haciendo dependiente al campesino de su compra, pone en riesgo la soberanía alimentaria en este tipo de países, su suelo de cultivo, su mano de obra campesina, su riqueza natural a cambio de semillas ahorradoras de agroquímicos, lo que atenta a mediano plazo la economía campesina y el entorno.</i> • <i>Monopolio de las multinacionales que desplazan a los cultivos de tradición. Esto genera pobreza, ya que los mini cultivadores no se tienen en cuenta.</i> • <i>Grandes monopolios pueden asegurarse la producción o no de determinados productos, generando competencia y en consecuencia problemas sociales.</i> • <i>Solo crecerán en los suelos las semillas GM, pues estas no permiten el crecimiento de otras especies.</i>

Expresiones asociadas a un discurso deontológico en función de riesgos sociales y ambientales

- *El uso de nuevos agroquímicos, pues igualmente se presenta resistencia a nuevas plagas.*
- *Desequilibrio ambiental dado el papel de los insectos.*
- *Introducción de semillas extrañas en los ecosistemas.*
- *Mayor desgaste de los suelos.*
- *Al ser un alimento genéticamente modificado puede causar grandes daños ambientales, pues después de una siembra puede que esta semilla esterilice el suelo y de este ya no se puedan obtener más beneficios.*
- *A su vez, si el producto es resultado de una investigación poco minuciosa en cuanto al impacto ambiental de este, el efecto sería poco favorable para el medio ambiente.*
- *Existen diversos peligros, algunos comprobados en el laboratorio. Se pudiera destruir la biodiversidad local por competencia de la nueva especie transgénica dominante, su resistencia generaría además, mutaciones más fuertes, provocando plagas desconocidas, también cambio en la sucesión ecológica, porque el sistema natural buscará superar este ataque con plantas modificadas, más resistentes, super insectos, hay mucho que agregar y por estudiar.*
- *Son trascendentales, ya que, si su desarrollo e implementación no resulta ser acorde al entorno biológico y por el contrario se convierte en una amenaza biológica, por más beneficios que pueda prestar debe ser rechazada de forma tajante.*
- *Desequilibrio en el ecosistema por la desaparición de una cadena trófica propiciada por las plagas.*

De acuerdo con las expresiones de los profesores que hacen alusión a un grado de amenaza relativo del uso y desarrollo de transgénicos, puede caracterizarse como un tipo de discurso ético relativista, el cual implica asumir los beneficios y perjuicios en determinadas condiciones. En la Tabla 5, observamos que las expresiones del profesorado apuntan problemas del uso de transgénicos en la agricultura, pero a su vez tales expresiones están matizadas en la medida en que si se solucionaran los reparos apuntados los transgénicos podrían traer beneficios humanos.

Tabla 5. Expresiones de los profesores participantes de la investigación asociadas a un discurso ético relativista.

Expresiones de profesores AE1
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Como hasta ahora está en evaluación, se debe garantizar el soporte científico de la investigación, ya que al hacer una alteración genética se pueden tener resultados positivos de producción y dar ganancias al dueño del cultivo y su cadena de producción, pero puede causar alteraciones o transmutaciones en el organismo del consumidor ocasionando enfermedades.</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Al ser más productivos, se reducirán los costos en el mercado, ya que generaría una mayor demanda de la comunidad. Sin embargo, al ser modificados genéticamente pueden no ser favorables para todos los organismos que lo consuman.</i> • <i>Mejora el cuidado ambiental al disminuir el uso de insecticidas, pero es un problema que también se podría controlar con el manejo de cultivos de ajo u otras plantas que alejan las plagas en sitios estratégicos.</i> • <i>Los transgénicos pueden contaminar el ambiente si no se realiza con responsabilidad.</i> • <i>Disminuye el uso de insecticidas, los costos de las semillas serían mayores, sin embargo, bajaría el gasto económico al utilizar menos insecticidas.</i>

La existencia de un discurso ético relativista frente a un discurso ético deontológico fundamentado en los imperativos de universalización resulta interesante de analizar, dado que abarcan una cierta tensión. Camps (2009) nos ayuda a pensar en este punto, pues al vivir en una sociedad plural, significa tener una comprensión de la convivencia entre la diferencia de opinión frente a la eventual extensión de transgénicos en la agricultura y la pretensión universal de garantizar la integridad de la salud de los humanos y la conservación del ambiente. Si bien es cierto, siguiendo las ideas de la autora pensar en el establecimiento de un consenso en conflictos de interés, resulta un poco difícil y sospechoso, conviene garantizar la regla de oro de la moralidad kantiana que hace alusión a la exigencia de universalidad de la conservación de los valores y principios de la integridad humana, así esto no sea real en las posibles transgresiones que puedan devenir del desconocimiento de eventuales riesgos de los transgénicos, conviene continuar denunciando tal incertidumbre y en este sentido la discrepancia como principio fundamental de la democracia constituye un valor universal que merece de nuestra atención. En este contexto, el juicio moral ingresa a un terreno político en el que según la autora citada, el esquema teórico de Max Weber (1864-1920) ofrece importantes posibilidades para pensar en las diferencias de

opinión frente al uso masivo de transgénicos visto desde los principios universales, pero con responsabilidad de concretarlos en la práctica, así no solo debemos conocer tales principios, sino que debemos vigilar las decisiones que tomamos y las acciones que emprendemos para que se hagan realidad en una sociedad democrática.

Hasta aquí hemos analizado los discursos éticos movilizados por los profesores, ahora trataremos de identificar de manera más clara su propia valoración ética, cuando se le solicita en la segunda actividad (AE2), su grado de acuerdo o desacuerdo hacia el uso extensivo de transgénicos en la agricultura. Los posicionamientos adoptados nos permiten aproximarnos a la caracterización de la identidad de los profesores en términos de sus valoraciones éticas. En este sentido, identificamos 12 expresiones de los profesores en desacuerdo con los transgénicos, al evidenciar las amenazas abarcadas en términos de la salud humana, los aspectos sociales y económicos asociados a la monopolización de la agricultura y los efectos ambientales. También identificamos 12 expresiones que aunque también están en desacuerdo son matizadas. Asimismo hubo 6 expresiones que evidenciaron el acuerdo con los transgénicos y afianzaron la interiorización del discurso ético utilitarista. Es interesante que la mayoría de expresiones descritas, anteriormente, dan cuenta de una interiorización de un discurso ético deontológico y relativista, los cuales conjugados adecuadamente pueden ofrecernos mayores posibilidades para la orientación de la toma de decisiones políticas, tal como fue sustentado por Weber.

Capítulo 6

Discurso ambiental movilizado por profesores al trabajar con cuestiones sociocientíficas⁶

Al preguntarnos por la importancia de las CSC para la educación de los sujetos, cuáles son sus implicaciones en la enseñanza, cómo considerarlas en el plan de estudios, o cómo y por qué deben o pueden ser abordadas por el profesorado de ciencias, autores como Ratcliffe (2009) plantean que estas cuestiones presentan las siguientes características:

- Tienen una base científica, a menudo están en la frontera del conocimiento, pueden tener una base de evidencia incompleta y por lo tanto involucran la formación de diferentes opiniones en los sujetos.
- Son abordadas con frecuencia en los medios de comunicación y pueden abordar dimensiones locales (crisis ambiental en un barrio o comunidad), nacionales y globales (cambio climático, pérdida de biodiversidad biológica y cultural).
- Involucra los valores y el razonamiento ético, pueden ser necesarias en la comprensión de la probabilidad, del riesgo, de la incertidumbre que hoy aqueja a la sociedad.

Dichas cuestiones son importantes para la formación de los sujetos dado que ellos mismos deben examinar sus propios valores y los de los demás, involucra la toma de decisiones sociales, y conceptos éticos de derechos y responsabilidades; sin embargo, esta formación ciudadana por lo general la ha asumido el campo de las humanidades y muy poco o nada, el profesorado de ciencias de la naturaleza.

⁶ Este capítulo corresponde a una versión modificada y mejorada de la ponencia presentada por Parga y Martínez (2013) en el séptimo Congreso Mundial de Educación Ambiental realizado en Marruecos.

Pero qué sucede cuando estos asuntos son involucrados por el profesorado de humanidades, es posible que ellos no consideren aspectos del desarrollo de las ciencias de la naturaleza o viceversa, que el profesorado de ciencias no considere debates éticos y de valores, en fin pareciera que hay una ausencia por involucrar aspectos más amplios como la política, la economía, entre otros, que estarían en la comprensión de problemas ambientales, requiriendo posiblemente un abordaje curricular transversal o transdisciplinar de las CSC.

Ahora, es necesario preguntarse por lo que queremos que logren las CSC en el estudiantado dada la complejidad de estas, por ello, puede decirse que lograrían la toma de decisiones informadas desde una base científica. Así involucran contenidos de las ciencias y contribuyen en la formación de procesos democráticos dada la interacción entre CTSA, en términos de la toma de decisiones, que hagan frente a las evidencias mediante pruebas y juicios de valor. Para lograr esto, el profesorado debe permitir que los estudiantes tengan una comprensión de los contenidos conceptuales (por ejemplo, los asociados al cambio climático, a la ética, a los transgénicos, a la biodiversidad), una comprensión de los contenidos procedimentales (por ejemplo, cómo se genera la evidencia científica) y el reconocimiento de valores personales, sociales y morales.

Con respecto al profesorado, este debe estar preparado pues dada la naturaleza de las cuestiones involucradas y particularmente las CSC centradas en problemas ambientales, es necesario pensarse cómo las asumirá -individualmente o en colectivo de profesores-, qué modelo de ciencia requerirá para ello - ¿la ciencia normal o la ciencia posnormal? (Funtowicz y Ravetz, 2000)-, debe tener un conocimiento didáctico del contenido de las ciencias que involucra el conocimiento de las evidencias científicas, de la naturaleza de la ciencia, del razonamiento ético y de las estrategias que apoyen las discusiones del estudiantado.

Lo anterior, evidencia importantes necesidades de formación y desarrollo profesional del profesorado y a la luz de las investigaciones referidas en Enseñanza de las Ciencias en estas cuestiones, se abren importantes posibilidades para la docencia (Martínez, Parga y Gómez, 2012). Sin embargo, hay aspectos que no han sido resueltos en las investigaciones didácticas y estas tienen que ver con la comprensión limitada de la progresión en el aprendizaje sobre CSC.

Los estudios sobre CSC también abarcan discusiones sociales y filosóficas sobre la naturaleza y el ambiente que enfrentan interferencias humanas, así como intereses económicos y políticos, cuya resolución no puede ser apenas susceptible de perspec-

tivas científicas (Sadler y Dawson, 2012; Robottom y Simonneaux, 2012), se sabe que hay una preocupación nacional e internacional en comprender el proceso educativo del estudiantado para mejorar la calidad de vida y un futuro sustentable, así como de la formación del profesorado para abordarlas.

Los currículos centrados en CSC exige una formación de investigación epistemológica con determinadas características en el sentido de ser contextual, localizados en la comunidad y que respete el conocimiento de los participantes.

Según Robottom y Simonneaux (2012) citado por Mora (2012) las CSC pueden ser el punto de partida y el principio de organización de proyectos en un currículo, que proporcionan un contexto para la participación en los estudios de ciencia más allá del currículo pre ordenado, o seguido de un libro didáctico, que en comunidades locales existen variedad de estas cuestiones y que son preocupaciones diarias de sus miembros, pues cada grupo comunitario tiene intereses divergentes.

Dado lo anterior, desde la perspectiva ambiental se puede incluir una visión compleja de las CSC, en la que interactúan los aspectos de la naturaleza y de la sociedad, así en el ámbito escolar el discurso ambiental está relacionado con los sentidos y significados de los sujetos que intervienen en la interacción discursiva y con la forma de argumentar su posicionamiento frente a las problemáticas ambientales que se abordan desde dichas cuestiones (Massa y Rassetto, 2004).

Así, el discurso ambiental caracterizado, involucró seis dimensiones y doce visiones, fundamentadas desde los planteamientos de Caride y Meira (2001) frente a la dimensión ambiental, pero sus características han sido elaboradas por Parga, Mora y Cárdenas. (2013) y que fueron tomadas para el presente trabajo con el fin de identificar los discursos del profesorado.

La categoría ecológica y tecnocientífica está conformada por las visiones positivista disciplinar y compleja sociocrítica; la categoría ética de lo ambiental, con las visiones antropocéntrica y ecocéntrica-biocéntrica; la categoría social de lo ambiental conformada por las visiones globalizada y comunal; la categoría cultural de lo ambiental con las visiones de opulencia y de escasez; la categoría económica de lo ambiental definida tanto por la visión de mercado como por la visión ecológica y finalmente la categoría política de lo ambiental que contempla la visión de la democracia participativa y la visión de la democracia representativa.

Para el presente documento, los análisis de este discurso ambiental, fueron considerados principalmente de las entrevistas a los profesores participantes y de sus estudiantes (EE), antes de iniciar el trabajo con las CSC, así como de las sesiones del taller y de las unidades didácticas. Para mayor ampliación de los análisis hechos, se puede consultar Martínez, *et al.* (2013).

En primer lugar, se encontró que al preguntarles a los estudiantes por las temáticas abordadas en las clases de ciencias de la naturaleza, la mayoría de ellos alude a temas de naturaleza ecológica y particularmente los relacionadas con la contaminación.

Tabla 6. Expresiones asociadas a un discurso ecológico tecnocientífico.

Expresiones tomadas de las entrevistas a los estudiantes de las escuelas en las que labora el profesorado
<i>EE1: La contaminación visual, la contaminación del agua.</i>
<i>EE2: La cadena alimenticia.</i>
<i>EE1: Contaminación ambiental.</i>
<i>EE2: Contaminación auditiva.</i>
<i>EE1: Los fenómenos causados por el hombre.</i>
<i>EE1: Tornados.</i>
<i>EE2: Fenómenos del clima.</i>
<i>EE3: Todo lo del cuerpo humano me ha parecido muy interesante también todo lo del ambiente.</i>
<i>EE2: Hemos visto tipos de habitas, todo lo del hombre, cadenas alimenticias.</i>

La Tabla 6 permite evidenciar que hay afinidades positivas hacia el discurso ecológico tecnocientífico de naturaleza positivista disciplinar por parte del estudiantado, que como lo plantea Parga, *et al.* (2013), esta se caracteriza por una visión analítica de las disciplinas que conforman lo ecológico, el profesor articula visiones conductistas del aprendizaje y pedagogías transmisioncitas; y como se evidencia en las facciones de texto, los fundamentos de los contenidos enseñados son propios de la ciencia que se enseña, siendo la estructura base de organización curricular. A pesar de esto, los estudiantes manifestaron gran interés por estas temáticas y les pareció importante abordarlos para su formación, lo que evidencia actitudes favorables hacia el cuidado ambiental y en este sentido, se identifica cierta visión conservacionista del ambiente, tal como se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7. Expresiones asociadas a una visión conservacionista del ambiente.

Expresiones tomadas de las entrevistas a los estudiantes de las escuelas en las que labora el profesorado
<i>EE1. Yo considero que es importante, porque no solamente nos sirve para ser alguien en la vida, también nos sirve para saber, cómo actuar, digamos a la hora de sembrar, uno aprende a hacer cosas que a uno nunca le han enseñado.</i>
<i>EE2. Es importante abordar estos temas porque nosotros estamos contaminando mucho.</i>
<i>EE3. Pues digamos, los grandes, los de esta época, contaminan, entonces nosotros cuando seamos grandes no vamos a contaminar.</i>
<i>EE4. Cambiar de actitud.</i>
<i>EE5: Porque es una materia que nos incita a cuidar nuestra naturaleza y también el medio donde nos desarrollamos como personas y también nos inclina a hacer campañas para mostrarle a las personas que está pasando con el medio ambiente y cómo podemos cuidarlo.</i>
<i>EE6: Porque podemos concientizar y dar soluciones a las personas sobre el medio ambiente.</i>
<i>EE7: Nos puede ayudar a cuidar nuestro cuerpo y aprender a cuidar el medio ambiente, a no desperdiciar la luz ni el agua.</i>
<i>EE8: Pues, lo que yo pienso es que ahorita no nos va afectar a nosotros, pero en el futuro va haber personas que les va afectar, lo que estamos haciendo les va afectar a los otros, por eso toca tener cuidado con estos problemas.</i>
<i>EE10: ... a mi me interesó lo de la tala de árboles, hasta ahora, lo que ha ido surgiendo, por lo que yo estoy pensando en una campaña sobre la tala de árboles diciendo, hasta cuándo se va acabar la tala de árboles ¿nunca?, entonces si seguimos talando árboles se podría acabar el mundo porque no habría oxígeno y morirían todos los seres vivos.</i>

Como lo plantea Sauvé (2004), la corriente conservacionista agrupa las proposiciones centradas en la “conservación” de los recursos, tanto en lo que concierne a su calidad como a su cantidad: el agua, el suelo, la energía, las plantas y los animales, el patrimonio genético, el patrimonio construido, etc. Cuando se habla de “conservación de la naturaleza”, como de la biodiversidad, la autora no dice que se trata sobre todo de una naturaleza-recurso. Así, vemos que las expresiones seleccionadas, abocan por conservar nuestra naturaleza, el medio donde vivimos, sembrar plantas, evitar la contaminación, hacer campañas de cuidado del ambiente: ahorrar energía y agua, no talar árboles, relación de la contaminación con la salud humana.

En segundo lugar, al trabajar con las transcripciones de los talleres, de las entrevistas realizadas a estudiantes en formación inicial y avanzada (EE), las entrevistas finales

a profesores (EFP), las grabaciones de los encuentros (GE), y el diseño de unidades didácticas (UD), así como de las encuestas (PxRx: preguntas-respuestas) se encontró que frente a las temáticas abordadas desde las CSC, varias se definieron como socioambientales, así, por ejemplo, se resaltan las siguientes: “Minería a cielo abierto: vale más el agua que el oro”, “Alimentos transgénicos una respuesta a una problemática ambiental o una estrategia económica de las superpotencias”, “Experimentación con animales”.

Con lo anterior, el abordaje de las CSC centradas en problemáticas ambientales, permitió identificar los siguientes discursos:

Discurso ecológico y tecnocientífico (DETC) que contempla las visiones del Positivismo Disciplinar (DETC-PD) y la Compleja Social (DETC-CS). Algunas expresiones asociadas a estos discursos las podemos apreciar en la Tabla 8.

De acuerdo con Parga, *et al.* (2013) el DETC-PD se caracteriza porque en los aspectos disciplinares del campo ecológico, en la mayoría de los casos están referidos a la contaminación, las relaciones entre lo vivo y lo no vivo y se encuentran desarticuladas de las ciencias naturales (Química, Biología, etc.). En tanto que el DETC-CS, la Enseñanza de las Ciencias propone controversias, riesgos, incertidumbres y los conflictos sociales y ambientales en los que los métodos y productos de la química (o de las ciencias) influyen, es decir que el profesorado identifica relaciones desde la Enseñanza de las Ciencias que antes no hacía.

Tabla 8. Expresiones asociadas a un discurso ecológico tecnocientífico en sus dos visiones.

DETC-PD: Expresiones tomadas de las entrevistas a los estudiantes de los profesores participantes
<i>EE1: ... nos incita a cuidar nuestra naturaleza y también el medio donde nos desarrollamos como personas y también nos inclina a hacer campañas para mostrarle a las personas que está pasando con el medio ambiente y cómo podemos cuidarlo.</i>
<i>... La forma de trabajo del profesor nos permite conocer muchas problemáticas como la contaminación de las basuras, entonces es muy bueno, porque siempre nos enseña cosas interesantes.</i>
<i>EE9: Porque la contaminación ha bajado mucho, la contaminación del agua, del aire y porque están votando muchas basuras en el agua.</i>
<i>EE12: a mí me gustó mucho el juego de los animales, por ejemplo yo era zancudo y la rana me comía.</i>

**DETC-C5: Expresiones tomadas de las UD y grabaciones de encuentros
(intervenciones de profesores)**

UD: La unidad didáctica bajo una cuestión socioambiental(CSA) permite mirar si ya identifican alimentos que han sido genéticamente cambiados, si ya conocen las transgénesis en sus alimentos, si analizan los efectos secundarios en el ambiente, los beneficios climáticos de utilizar estos alimentos, entre otros...

... estas permiten hacer planos relacionando aspectos como el ambiente, lo cultural, social, la parte tecnológica.

(GE-3) PF3. ... y las cuestiones sociocientíficas sirven para eso, como para relacionar aspectos que a veces no son tenidos en cuenta a nivel ético a nivel social, político, ambiental, económico, abarcan varias cosas que permite formar en el estudiante un ser integral.

(GE-21) PF5. “... yo pienso que estos temas –refiriéndose a las CSC- son de bastante interés; digamos, un estudiante al que le guste la investigación científica o que esté interesado por el desarrollo científico, pues son temas de bastante interés; además, que socialmente tienen un gran impacto, entonces, yo pienso que esto debería dividirse en grupos para poderse trabajar; es decir, los transgénicos, la clonación, las células troncales, la experimentación con animales, debería hacerse un gran grupo y comenzar a trabajar qué es la genética, cuáles pueden ser las alteraciones que pueden ocurrir en diferentes seres vivos, cómo a través de la química se pueden evidenciar esas transformaciones o alteraciones genéticas y se puede hacer otro grupo de armas nucleares, biocombustibles, medicamentos, y cómo a través de la industria se puede manejar todas estas temáticas y qué repercusiones tienen también socialmente ... además de trabajar la parte disciplinar de la química “

Consideramos que la visión positivista disciplinar es menos deseable respecto a la visión compleja socio-crítica; en la primera, los contenidos de las ciencias a ser aprendidos y enseñados se enfocan desde lo disciplinar (que como lo citan los estudiantes, se centran en la contaminación, por ejemplo) y en la segunda, se intenta superar la interdisciplinariedad para ir hacia la transdisciplinariedad y desde allí proponer soluciones a problemas generados, quizás por la misma ciencia, por lo tanto, el profesorado al diseñar las unidades didácticas desde CSC procura fomentar la autonomía y la toma de decisiones respecto a la solución de problemas desde una perspectiva socio crítica.

Discurso ético de lo ambiental (DEA), conformado por las visiones antropocéntrica (DEA-A) y ecocéntrica-biocéntrica (DEA-EB).

En el DEA-A se enseña una ética para el cambio mundial sustentada en valores, producto de los derechos humanos, así el conocimiento promueve el dominio de la naturaleza a toda costa; en tanto que el DEA-EB ve como fundamental la vida de todo lo existente, es fundamental la diversidad biológica y el respeto por la vida y lo vivo, por lo tanto, el ser humano debe estar en armonía con la naturaleza (Parga, *et al.* 2013).

Tabla 9. Expresiones asociadas a un discurso ético de lo ambiental en sus dos visiones.

DEA-A. Expresiones tomadas de las grabaciones de encuentros (intervenciones de profesores)
<p><i>GE. 3 PF: ... y las cuestiones socio ambientales permiten relacionar aspectos que a veces no son tenidos en cuenta a nivel ético, a nivel social, político, ambiental, económico, abarcan varias cosas que permiten formar en el estudiante un ser integral.</i></p> <p><i>GE. 56. PF: yo pienso que el cambio comienza cuando yo mismo propongo el cambio, yo no espero que los demás comiencen a cambiar, yo debo empezar con el cambio...</i></p>
DEA-EB. Expresiones tomadas de las UD
<p><i>UD sobre la experimentación con animales: los profesores se preguntan por las implicaciones de esto (para qué: para la humanidad o para lucrarse de ello) así, plantean que:</i></p> <p><i>... la confrontación humana y animal, donde el humano es el individuo opresor, ve a los animales como un objeto, material o herramienta de dinero y discriminación” .</i></p> <p><i>... es triste que la raza humana no entienda que animales y humanos somos iguales, lo único que piensan es que es superior a todo lo que le rodea, pero que pasaría si los animales dejaran de existir.</i></p> <p><i>UD sobre experimentación en animales, plantean que:</i></p> <p><i>... la experimentación se usa como excusa de la cura para... o es para la creación de armas y cosméticos, entonces, en esto someten a los animales a tratamientos, les inyectan virus, entre otros, los cuales son vulnerables ante esas situaciones.</i></p> <p><i>UD sobre transgénicos:</i></p> <p><i>... si nos ponemos a analizar el valor de estas semillas (GM) es cuatro veces el valor de las semillas nativas y eso tiene otras implicaciones como por ejemplo las semillas que están dentro del fruto no se pueden tomar para sembrarlas otra vez, aquí se ve el peligro que trae para la biodiversidad lo que hoy llamamos TLC o Tratado de Libre Comercio, entonces hay una resolución del Instituto colombiano Agropecuario (ICA) donde se hace una delimitación de las semillas que se pueden utilizar y las que no están certificadas, las cuales pueden tener una sanción legal, entonces lo que queremos con las estudiantes es que construyan su postura en torno a este tema.</i></p>

En las citas de la primera visión, presentadas en la Tabla 9, se manifiesta el interés por la formación integral de los sujetos como algo importante o del cambio que estos deben asumir, y como lo plantea Parga, *et al.* (2013) en esta visión antropocéntrica se intenta enseñar una ética para el cambio mundial sustentada en valores, producto de los derechos humanos en sus cuatro niveles: 1er: derechos civiles y políticos asociado al principio de libertad; 2da: derechos sociales, económico y culturales, asociados al principio de igualdad; 3ra: solidaridad, así un ambiente sano preserva la cultura; y 4ta:

derechos humanos y nuevas tecnologías o el derecho al medio ambiente, o ser humano como especie. En tanto que al abordar CSC con un discurso ecocéntrico-biocéntrico, promueve nuevos valores fundamentados desde la sustentabilidad ambiental vista desde los países del sur: -solidaridad (cooperación), tolerancia, (diálogo de saberes), autonomía (espíritu crítico), y responsabilidad (Parga, *et al.* 2013).

Discurso social de lo ambiental (DSA) se compone de las visiones globalizadas (DSA-G) y comunales (DSA-C):

En el DSA-G, la ciencia y la tecnología están al servicio del consumismo y la productividad, por ello lo social depende de lo económico. En el DSA-C, lo social es la base de los procesos formativos de los individuos quienes reclaman la unión entre ciencias naturales y ciencias sociales; la tecnociencia es otra de las dimensiones culturales y lo social prima sobre lo económico (Parga, *et al.* 2013).

Tabla 10. Expresiones asociadas a un discurso social de lo ambiental en sus dos visiones.

DSA-G. Expresiones tomadas de las grabaciones de encuentros (intervenciones de profesores)
<p><i>(GE-13) PF: ... en las actividades que planteamos en la unidad, hay una muy importante y es la de realizar una huerta en donde los estudiantes sembrarían tomates con semillas nativas y con semillas transgénicas conocidas en el mercado, como semillas híbridas las cuales son de un costo elevado, y así poder observar junto con los estudiantes el crecimiento de cada una de las semillas, sus características, su tiempo de crecimiento. Con esto se quería que las estudiantes pudieran darse cuenta que para los agricultores sembrar estas semillas híbridas con respecto a las nativas tiene mucho valor (costo económico), que las híbridas dan tomates grandes y de colores llamativos mientras que las nativas dan tomates pequeños y su color es característico. Y pues esto es muy beneficioso para los agricultores y también para los comerciantes (en términos económicos).</i></p> <p><i>... hemos visto este proceso del Páramo de San Turban, ha sido manipulado desde los Medios de Comunicación y desde el Ministerio de Medio Ambiente, el de Minas y han entrado en un debate fuerte acerca de defender el agua como patrimonio de la humanidad, sin embargo, el gobierno ha hecho toda una serie de modificaciones para que las multinacionales puedan entrar a hacer la explotación minera en este lugar, entonces nosotras a partir de eso, nos pareció interesante el tema de la Explotación a Cielo Abierto...</i></p> <p><i>Cuando hablan de los roles que se asumen al abordar la CSC:</i></p> <p><i>(EFP-12) ... los empresarios de las grandes multinacionales que vienen a explotar, el otro es el gobierno porque gracias a ellos es que los empresarios van a entrar asumir haciendo la minería o no y el tercer actor es la población, los trabajadores, esta población se dividiría en varios factores, una los mineros que es la persona que trabaja para esas empresas y otras su familia la cual está ligada a su entorno.</i></p>

DSA-C. Expresiones tomadas de las grabaciones de encuentros
(intervenciones de profesores)

(GE.54) PE: *hay que matar el consumismo.*

P2-R15: *Estoy en desacuerdo, con el uso de este tipo de alimentos (GM) porque son más las problemáticas social y ambiental que el postulado científico de su beneficio, para un planeta en crisis por la alta población, el problema es la población humana devoradora de recursos del planeta.*

P3-R3: *La ciencia y el conocimiento, determinan el tipo de sociedad, su impacto en el ambiente a veces es catastrófico. El poder del conocimiento está ligado al poder económico y arrasan sin medida los ecosistemas y contribuyen al deterioro del medio ambiente.*

En la Tabla 10, las expresiones de la visión globalizada del discurso social de lo ambiental ponen de manifiesto que el consumismo y la productividad se ponen al servicio de las necesidades, muchas veces impuestas, a través de la publicidad (uso de semillas transgénicas, explotación minera, beneficio de las grandes empresas y el gobierno) como situaciones que pueden ser abordadas desde las CSC; en tanto que en la visión comunal, se resalta más que la visión de mercado global el interés de lo social por encima de lo económico, por lo tanto esto es lo que debe primar en la formación de los sujetos.

Discurso cultural de lo ambiental (DCA) relaciona la visión de opulencia (DCA-O y la de escasez (DCA-E):

En el DCA-O, la C&T se ponen al servicio de la producción de bienes y servicios para el consumo y la satisfacción de necesidades impuestas por la cultura global, por lo tanto, una pequeña parte de la población del mundo consume los recursos naturales de la mayoría, habiendo un exceso en el consumo para tener una vida de lujo. En el DCA-E, se contempla el principio de que *menos es más*, se persiguen valores propios de la sustentabilidad, se educa para una economía en la que se oriente a comprar *menos pero mejor*, y a proveerse de los mercados de los productos locales, consumir productos de temporada; se educa para la interculturalidad, des-colonialidad, y el vivir en armonía con la naturaleza y la sociedad (Parga, et al. 2013).

Tabla 11. Expresiones asociadas a un discurso cultural de lo ambiental en sus dos visiones.

DCA-O. Expresiones tomadas de las entrevistas al profesorado sobre los transgénicos y sobre las UD
<p>Con respecto a los transgénicos consideran que:</p> <p>P1-R6: <i>Reducen la contaminación del suelo, de las fuentes hídricas y los alimentos. Alimentación más saludable aunque más costosa, la continua exploración y mejora de este reciente avance tecno-científico en los alimentos para optimización de esta práctica.</i></p> <p>P1-R7: <i>Conservan el ambiente, beneficia la sociedad y es una aplicación científica innovadora para los agricultores.</i></p> <p>EF2... <i>Estos actores sociales fueron principalmente los países desarrollados, los subdesarrollados entre otros (que en este momento no recuerdo) que fueron escogidos pues según las lecturas propuestas fueron los que desataban la discusión de la CSC.</i></p> <p>En la UD se plantan preguntas como las siguientes:</p> <p>UD: <i>¿podemos comprar biodiversidad con el oro o la explotación minera es para quién? ¿es sostenible una práctica que contamine el agua, mate la naturaleza, esterilice el suelo y aniquile la vida? las políticas mineras defienden nuestro derecho a un ambiente sano y equilibrado, la explotación tiene un alto desarrollo, la locomotora minera acaba con la explotación en Colombia y esto a lo que llamamos progreso...</i></p>
DCA-E. Expresiones tomadas de las grabaciones de encuentros con el profesorado.
<p>(GE.-45) PF. <i>Disminuir la compra de automóviles que generan mucho smog.</i></p> <p>(GE-47)PE: <i>Yo estoy segura que alguien en el mundo se está volviendo rico con lo que estamos produciendo y nosotros no nos estamos dando cuenta.</i></p> <p>(GE.-48) PF: <i>... debía haber concientización de las personas pero también del Estado, en el sentido en que el Estado no ve la importancia que tienen los recursos naturales que tiene Colombia y los están vendiendo... concientización a que el Estado proteja.</i></p> <p>(GE-D8) <i>... uno de los debates más importantes se genera en Santander en el Páramo de San Turban donde dicen que hay gran cantidad de oro, pero el pueblo de Santander se vio avocado a elegir entre si cuidaban el páramo como fuente esencial de agua para todos, o traían una multinacional canadiense a apropiarse del oro...</i></p>

En las expresiones de la Tabla 11 se evidencia la opulencia en quienes están de acuerdo con los transgénicos, pues los ven como algo favorable, como un avance necesario, pero se desconocen los intereses económicos y de riesgo que puede haber detrás de ellos, por lo tanto, como lo plantean Parga, et al. (2013), las modas y la publicidad (de los transgénicos) a través de los medios de comunicación incitan a consumir y agotar los recursos naturales para satisfacción personal o de unos pocos. En tanto que lo descrito para la visión de escasez, mediante el abordaje de las CSC se invita

a consumir menos (disminución compra de automóviles, no a la venta de recursos naturales a las multinacionales) y a educar para una economía en la que se compre menos aprovechando lo local, enfatizando en calidad y no en cantidad y analizando el consumismo y producción de las sociedades “más ricas” quienes llevan a los “más pobres” a consumir a como dé lugar o a vender sus recurso naturales.

Discurso económico de lo ambiental (DEcA) relaciona la visión de mercado (DEcA-M) y la visión ecológica (DEcA-E):

En la visión DEcA-M, la C&T están al servicio de la economía y por lo tanto una ciencia articulada a la tecnología para producir bienes de consumo, por ello se ha conducido a la generación de actitudes negativas hacia la ciencia por su impacto ambiental y económico. La visión DEcA-E promueve una economía solidaria y social, por lo que se cuestiona el papel de la ciencia ante la economía y la sociedad para que les permita a los ciudadanos tomar posturas políticas y de acción usando los principios de precaución y responsabilidad conforme el análisis de CSC.

Tabla 12. Expresiones asociadas a un discurso económico de lo ambiental en sus dos visiones.

DEcA-M. Expresiones tomadas de las encuestas al profesorado respecto a los transgénicos
<p><i>P2-R24: En general estoy de acuerdo con los transgénicos, ya que a nivel ambiental sustituyen insecticidas que con el tiempo deterioran el terreno y adicional a eso los costos en el mercado se reducirían, lo que los hace de mayor acceso al público, no estaría de acuerdo en caso tal que se remplazaran en gran proporción el contenido base del alimento modificado puesto que estaríamos consumiendo suplementos y no recibiendo el contenido nutricional que se requiere.</i></p>
<p><i>P2-R3: La ciencia produce conocimiento-tecnologías, modificaciones que influyen en la vida del hombre y su relación con su medio, esta relación afecta, a los ecosistemas y al planeta. No podemos negar la estrecha relación.</i></p>
<p><i>P2-R13: Podría pensarse que la ciencia busca mediante sus investigaciones, contribuir en la economía de las sociedades y de manera conjunta disminuir el impacto ambiental, producto de la actividad industrial causada por el desarrollo.</i></p>

DECA-E. Expresiones tomadas de las grabaciones de encuentros con el profesorado

GE-D8... la idea era plantear 3 sesiones, una sesión con el profesor de Biología, al que se le suministrará un artículo sobre manipulación genética y nanotecnología o cómo se puede explicar la transgénesis desde la Biología, otra con el profesor de Química, explicará cómo los alimentos modificados genéticamente, ayudan a disminuir los plaguicidas en los cultivos y la última con el profesor de democracia, quien abordará el ámbito económico e implicaciones que tienen estos en la sociedad.

GE-D8: ... hilos conductores de la unidad: ¿podemos comprar la biodiversidad con el oro, la explotación minera es para quién? ¿es sostenible una práctica que contamine el agua, mate la naturaleza, esterilice el suelo y aniquile la vida?...

... Por ello nos preguntamos si con la explotación minera realmente se protege los recursos naturales, si genera riquezas en la población, genera beneficios en la salud, genera beneficios en el trabajo, de si los metales que se extraen son utilizados para curar enfermedades y no causan ningún daño al medio ambiente, de que si el agua es un recurso indispensable para generar riqueza en los pueblos a través de la explotación minera, de que si el agua es un recurso inagotable que no se contamina y qué hace la minería por el agua, por la preservación de la vida, por la preservación de la biodiversidad.

El DECA-M manifestado en la Tabla 12, como la tecnociencia está a favor de la economía, de la industria, que crean bienes de consumo (incluso como indicadores de desarrollo y crecimiento de las sociedades); y lo pedagógico didáctico de las ciencias, muchas veces termina asumiendo desde las relaciones CTSA este mismo postulado, formar a los sujetos para tener “científicos que le permitan a los países del tercer mundo salir del subdesarrollo”; en el DECA-E se manifiesta desde las CSC con temas como nanotecnología, manipulación genética, transgénicos, explotación minera, como se aprecia en las expresiones de los profesores, el papel de la tecnociencia ante la economía y la sociedad, para que los sujetos asuman posturas políticas y de acción en las que usen los principios de precaución y de responsabilidad del uso de la ciencia frente a las necesidades socio culturales (Parga, et al. 2013).

Discurso político de lo ambiental (DPA) relaciona la visión de democracia participativa (DPA-DP) y la democracia representativa (DPA-DR):

Con el DPA-DP, los sujetos delegan funciones para que otros resuelvan los problemas, por lo general a la ciencia misma se le da esta responsabilidad de solucionar los problemas ambientales. Con la visión del DPA-DR se proclama por la formación para

la democracia participativa frente a las disposiciones de todo orden, incluyendo la tecnocientífica, que se pone en práctica dentro del modelo de la globalización, se demanda por una ciencia política posnormal para la solución de los problemas ambientales (Parga, et al. 2013).

Tabla 13. Expresiones asociadas a un discurso político de lo ambiental en sus dos visiones.

DPA-DP. Expresiones tomadas de encuestas aplicadas al profesorado
<p><i>P3-R23: Para pensar en darle solución a una necesidad humana se debe hacer uso de la ciencia, para saber qué sustancias, aplicaciones, metodología se podría seguir, además se debe pensar en los daños, beneficios o perjuicios que podría traer a la salud humana y al medio ambiente.</i></p> <p><i>P2-R30: Los transgénicos no solo están hechos para combatir plagas, disminuir costos, etc., sino también para proporcionar propiedades o características necesarias, en el consumo del ser humano (dietario).</i></p>
DPA-DR. Expresiones tomadas de grabaciones de encuentros con el profesorado y encuestas aplicadas
<p><i>EFP-4S: ... por ejemplo el trabajo que estamos realizando en el colegio, se aborda un nuevo proyecto llamado Educación Especializada, tenemos que ver un contexto, poder desarrollar las necesidades de Educación Ambiental, no podemos ir a enseñar sus conceptos como tal, sino mirar las prioridades y necesidades del contexto para que los chicos proyecten posibles soluciones a enmarcar...</i></p> <p><i>Int.46. PF. "tendría que haber un cambio en el modelo económico..."</i></p> <p><i>P3-R23: Es importante que los estudiantes conozcan algunas de las modificaciones que se les hace genéticamente a los materiales para utilizarlos en beneficio con respecto a lo económico, el cuidado ambiental, pero también que se interesen por las posibles consecuencias que podrían generarse en la sociedad.</i></p>

Frente a la democracia participativa, como se presenta en la Tabla 13, se le da la responsabilidad a la ciencia como aquella que puede solucionar muchos de los problemas humanos actuales, y como lo plantean Parga, et al. (2013), se delegan funciones para que se use el conocimiento químico como herramienta para analizar el impacto de las políticas ambientales, confundiendo muchas veces los temas ambientales con los ecológicos; en tanto que en un discurso centrado en la democracia representativa, las CSC propone una Pedagogía que oriente la participación social para la crítica, la transformación y solución de las crisis actuales. Así se critica el modelo económico actual, el modelo de ciencia de la modernidad y se reclama por una educación ambiental comprometida socialmente, tal como se aprecia en las expresiones de la Tabla 13.

Finalmente, otros aspectos resaltados cuando se diseñaron e implementaron las unidades didácticas se refiere a los roles que los profesores y estudiantes debieron identificar y asumir para abordar la CSC:

Int 11. PFJ Los roles que se vieron reflejados en nuestra unidad didáctica, el rol político, el rol cultural, el rol social y el rol científico. En el político estaba todo lo que era la legalización y en el cultural no sé si se entran los agricultores, el comerciante, en el social ya entrarían todas las personas que están de alguna manera consumiendo esos alimentos modificados genéticamente.

Estos roles evidencian que el abordaje de CSC, particularmente aquellos que hacen énfasis en los problemas ambientales, no sean dados como casos simulados, sino que se identifiquen problemas del contexto real que la escuela puede liderar y en la que puede convocar a la participación de todos los miembros de la sociedad para proponer soluciones frente a los impactos que la tecnociencia, la economía y los sectores productivos-consumidores.

Las visiones descritas pueden clasificarse desde el desarrollo sostenible y desde la sustentabilidad ambiental según lo resumido en la Tabla 14.

Tabla 14. Discursos movilizados desde la dimensión ambiental.

Desarrollo sostenible	Ecológica-tecnocientífica	Positivista disciplinar
		Compleja Social
	Social	Globalizada
		Comunal
	Económica	Mercado
		Ecológica
Sustentabilidad ambiental	Cultural	Opulencia
		Escasez
	Política	Democracia participativa
		Democracia representativa
	Ético	Antropocéntrica
		Ecocéntrica/biocéntrica

Con lo descrito, se evidencia de manera general que:

- Hay aspectos del discurso ambiental presente en las clases de Ciencias Naturales cuando se abordan CSC; en ellos se pusieron en juego significados que para la construcción de actitudes, valores, la formación ciudadana, la toma de decisiones, han sido importantes como nuevos retos de la formación desde la enseñanza de las ciencias naturales; sin embargo, las unidades didácticas no ponen en evidencia, de manera explícita, criterios propios de la dimensión ambiental, abordada desde la inclusión del desarrollo sostenible con los componentes económico, científico-ecológico y social, y la inclusión desde la sustentabilidad ambiental con sus componentes cultural, político y ético.
- El profesorado de ciencias quizás desconoce estos planteamientos sostenibles y sustentables desde una visión sistémica, porque no han sido parte de los contenidos curriculares de formación en las facultades de educación, por lo tanto estas visiones en las UD forman parte del currículo oculto que ellos diseñan, lo que ameritaría una reflexión que las lleve a ser consideradas explícitamente como componentes fundamentales de sus diseños.
- Es necesario que la formación de pregrado y posgrado atienda lo formulado en el documento de Política de Educación Ambiental (SINA, 2012, p:92): la universidad debe desarrollar estrategias tendientes a introducir la pedagogía, la didáctica y la investigación en Educación ambiental como componentes importantes de los diferentes programas de formación.

Consideraciones finales

En este libro de investigación hemos propuesto un análisis teórico y metodológico sobre la movilización de discursos del profesorado de ciencias a propósito de actividades formativas orientadas al diseño de unidades didácticas sobre CSC. En este orden, inicialmente, discutimos las limitaciones existentes en los estudios hechos sobre las concepciones y creencias de los profesores sobre la ciencia y la tecnología, en la medida en que evidenciaron limitaciones para transformar las concepciones ahistóricas y lineales del desarrollo tecnocientífico. Tales estudios predominaron en la línea de investigación de la Enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA y no ofrecieron mayores posibilidades para que los principios humanísticos y críticos de este enfoque logran trabajar en las clases de ciencias.

Los estudios discursivos centrados en las interacciones comunicativas existentes entre los profesores y los estudiantes en las clases de ciencias, así como las controversias sociales presentes en las CSC abrieron nuevas posibilidades para reflexionar e incidir positivamente en el mejoramiento de las prácticas del profesorado conforme un enfoque CTSA orientado hacia la formación ciudadana y crítica de los estudiantes en clases de ciencias.

Trabajar CSC en clases de ciencias abre importantes posibilidades para mejorar la formación ciudadana de los estudiantes en la medida en que los estudiantes pueden comprender de mejor forma la naturaleza de la ciencia y la tecnología como una construcción social, histórica y cultural que está regida por grandes disputas entre científicos y otros actores sociales que influyen en la institucionalización social de la ciencia y en los procesos de industrialización o comercialización de los productos generados por esta actividad humana.

Las CSC son asuntos controvertidos públicos que son divulgados por los medios de comunicación y que tienen una base en investigaciones científicas recientes que por lo general están en desarrollo y por ese motivo sus resultados son inciertos. Además, los resultados de tales investigaciones generan polémicas éticas y morales, así como representan un importante nivel de riesgo para la sociedad por sus efectos socioambientales en contextos locales o globales. Las características de estas cuestiones son muy interesantes para generar discusiones en el salón de clases que favorezcan la argumentación de los estudiantes y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. De la misma forma pueden aportar a la formación de valores sociales de respeto y justicia social.

En la medida en que se favorezca una mejor formación ciudadana de los estudiantes en cuestiones de C&T a partir del estudio de CSC en el salón de clases, los principios del enfoque CTSA se materializan en el currículo escolar porque la ciencia y la tecnología comienzan a entenderse como una actividad humana que puede discutirse y que presenta ventajas y desventajas para el desarrollo humano. La imagen tradicional y sacralizada de la ciencia como el conocimiento neutro, verdadero e incuestionable es puesto en jaque y con esto las posibilidades de humanización de la ciencia resultan evidentes. Cuando el progreso científico es cuestionado a partir de un análisis crítico de su uso en la economía global es posible desvelar los intereses individuales que sustentan los proyectos bélicos y de lucro que tienen de base investigaciones científicas. La C&T no pueden apreciarse de una manera ingenua, pues es necesario exigir que su potencialidad se invierta en proyectos altruistas que aporten al mejoramiento de la calidad de vida de las personas en el campo de la salud, el ambiente y el bienestar social. El emprendimiento tecnocientífico puede estar orientado por uno u otro interés y en este punto la educación de los ciudadanos juega un papel fundamental en la democratización de tal emprendimiento.

Las investigaciones citadas a lo largo del primer capítulo nos arrojan información valiosa sobre los aportes del trabajo con CSC en el salón de clases, pero también nos señalan las limitaciones que existen en el orden curricular y formativo. En el primer aspecto la existencia de estructuras curriculares rígidas, disciplinares y fragmentadas dominan el escenario escolar y la obligatoriedad de preparar a los estudiantes para pruebas estandarizadas a determinados aspectos, obstaculiza la posibilidad de tratar controversias en el salón de clases, pues la ciencia que debe enseñarse es precisa, lineal e incuestionable. Las dificultades formativas en el profesorado son evidentes en

la medida en que faltan espacios colectivos de reflexión y discusión, en los cuales los profesores piensen en la renovación de su enseñanza a partir de temas de actualidad y en este sentido, generan dinámicas de cuestionamiento frente a la cultura escolar naturalizada que cada profesor trabaja de manera independiente, a pesar de que los problemas sociales son de otra naturaleza.

Sin la pretensión de instrumentalizar la enseñanza del profesorado de ciencias y sin la idea de ofrecer recetas bien definidas para que estos las sigan al pie de la letra, en el segundo capítulo se pudo evidenciar la importancia de la planeación de actividades didácticas para trabajar CSC en las clases de ciencias. La propuesta consiste en que los propios profesores elaboren sus unidades didácticas a partir de una fundamentación pertinente, lo cual significa que el profesorado debe explicitar los objetivos que se propone en la enseñanza cuando propone a sus estudiantes el análisis de alguna CSC. Conforme a los objetivos que el profesor se proponga desarrollar, debe pensar en una secuencia de actividades coherentes que permita que sus estudiantes participen activamente en el análisis amplio de los diferentes aspectos éticos, morales y socioambientales que abarca una CSC.

No es suficiente que el profesor aprenda a elaborar unidades didácticas sobre CSC por su propia cuenta, pues requiere analizar que en el proceso de proponer las secuencias de enseñanza, él selecciona textos e informaciones para sus estudiantes, los cuales abarcan diferentes discursos de actores que no siempre son explícitos y evidentes, en este sentido es necesario hacer un análisis discursivo tanto del proceso de elaboración de unidades didácticas como de su implementación en el salón de clases, pues en la interacción establecida con los estudiantes los textos propuestos se interpretan y se configuran de diferentes formas. Así en el tercer capítulo pudimos describir una propuesta de análisis crítico del discurso que nos ayuda a entender la movilización de los discursos de los profesores en los procesos de elaboración de sus unidades didácticas. Particularmente la dimensión de análisis de intertextualidad nos ayuda a descifrar los diferentes discursos que pueden estar presentes en un texto o una práctica social, de la misma forma el análisis interdiscursivo posibilita identificar voces y actores ocultos. La modalidad y la cortesía también permiten establecer las afinidades o grados de prevención que presenta un interlocutor con un enunciado o conjuntos de enunciados y de esta forma podemos comprender los efectos que tienen los discursos en los sujetos y en los colectivos en los que participa. En fin, las herramientas del análisis discursivo son importantes para la comprensión del lenguaje en uso en la práctica de la Enseñanza de las Ciencias centrada en discutir CSC.

Los aspectos descritos a lo largo del tercer capítulo sobre el análisis de discurso nos ofrecen importantes herramientas para interpretar los registros que obtuvimos durante el desarrollo de la investigación para obtener evidencias que respalden nuestras interpretaciones. No obstante, es necesaria una concepción metodológica cualitativa para concretar tales evidencias y en este sentido en el cuarto capítulo llamamos la atención frente a los principios de este tipo de investigación porque consideramos que los procesos de enseñanza que adelanta el profesorado de ciencias en las escuelas puede comprenderse de mejor forma cuando los problemas educativos son estudiados de acuerdo con registros hechos de observaciones, entrevistas, grabaciones y elaboraciones escritas preparadas por los participantes del estudio. Lo que se trata es de interpretar las experiencias, significados y acciones de los participantes y de acuerdo con el análisis discursivo evidenciar la presencia de otras voces y textos en todo este proceso.

Orientados por una concepción metodológica cualitativa, y apoyados en nuestras comprensiones teóricas sobre el trabajo con CSC en clases de ciencias, así como en los aspectos centrales del análisis del discurso crítico, concretamos evidencias sobre los discursos que los profesores movilizan cuando discuten CSC de su interés y cuando proponen unidades didácticas sobre estas cuestiones. Dichas evidencias fueron analizadas en el quinto y sexto capítulo.

En el quinto capítulo teniendo en cuenta que las CSC, tales como los transgénicos abarcan particulares debates éticos en la sociedad y que a su vez deben tratarse en las clases de ciencias para fomentar la educación ciudadana de los estudiantes, se hace indispensable crear espacios de formación del profesorado en el nivel inicial y en ejercicio. Durante nuestra investigación creamos dicho espacio de formación a través del desarrollo del seminario taller “Unidades Didácticas sobre Cuestiones Sociocientíficas” cuyos objetivos consistieron en el estudio y discusión de los presupuestos teóricos y metodológicos del trabajo con CSC en la Enseñanza de las Ciencias, así como el diseño de unidades didácticas para trabajar dichas cuestiones conforme las experiencias del profesorado y los intereses de los estudiantes. Este espacio de formación contaba con la participación de futuros profesores de Química, profesores de ciencias en ejercicio y nosotros como profesores universitarios. Todos interactuamos activamente y fue posible diseñar completamente cuatro unidades didácticas por parte de los propios participantes que constituyen una evidencia de los logros alcanzados (Martínez y Villamizar, 2013). No obstante, es necesario gestionar espacios de formación del profesorado directamente en la escuela porque las limitaciones de tiempo y las pre-

siones del currículo oficial restringen el desarrollo de propuestas formativas como la expuesta a lo largo de este libro, esto pone de presente que varios de los profesores no pudieron asistir continuamente al trabajo propuesto en el seminario taller y algunos no comparecieron al foro propuesto al final del trabajo y en este sentido cuatro unidades didácticas de las ocho existentes no fueron llevadas a feliz término.

En el espacio de formación consolidado fue posible concretar evidencias para dar cuenta de los discursos éticos y ambientales movilizados por los profesores, tal como se hizo en el quinto y sexto capítulo.

Teniendo en cuenta que las CSC, tales como la de los transgénicos abarcan particulares debates éticos en la sociedad y que a su vez deben tratarse en las clases de ciencias para fomentar la educación ciudadana de los estudiantes, se hace indispensable crear espacios de formación del profesorado en el nivel inicial y en ejercicio.

La movilización de discursos éticos por parte de los profesores de ciencias, resulta importante para su formación en asuntos éticos, así la autorreflexión sobre la apropiación de estos discursos es importante para la orientación de las discusiones sobre asuntos polémicos. Tal autorreflexión implica pensar en los alcances y las limitaciones de una postura ética utilitarista y en la necesidad, en términos prácticos, de buscar una articulación adecuada con una mirada deontológica.

Los análisis que el profesor de ciencias puede hacer sobre los discursos éticos asociados a la conveniencia de CSC, requiere la adopción de una comprensión más amplia de los principios de precaución, justicia y no maleficencia, pues la aplicación de principios como sostiene Arango (2010) puede ayudarnos a tomar mejores decisiones que benefician al grueso de la población.

Frente a los discursos ambientales, se plantea que dependiendo de la cuestión o controversia que se aborde, se hace énfasis o no en problemáticas ambientales y algunas de ellas dan la posibilidad de involucrar más visiones que otras, por ejemplo la controversia relacionada con la minería a cielo abierto permitió movilizar mayor número de visiones frente a las 6 dimensiones del discurso definidas, lo que favorece un abordaje más complejo e integral de los temas ambientales.

Cuando los profesores enfrentan los dilemas éticos y morales que abarcan las CSC, por ejemplo, aquello que hace relación al uso extensivo de transgénicos en la agricultura, se movilizan tres tipos de discursos que presentan características y limitaciones par-

ticulares. El primero de ellos, denominado utilitarista considera que el uso de tales organismos modificados genéticamente (OMG) es correcto porque beneficia la producción a gran escala de alimentos en la medida en que los cultivos son más resistentes a “plagas” y en ese sentido es posible disminuir drásticamente el uso de pesticidas. La acción correcta de usar estos organismos se fundamenta en la utilidad que traen tanto para los productores de alimentos como para los consumidores, pues en el primer caso la producción es asegurada y en el segundo caso el aumento de productos puede beneficiar el acceso a los alimentos con precios bajos. El discurso utilitarista además se defiende ante críticas en el hecho de que no hay evidencias científicas que den cuenta del peligro del consumo de alimentos modificados genéticamente.

Aunque en grandes líneas el discurso ético utilitarista pueda ser plausible para tomar una decisión al respecto, sus consideraciones no son suficientes y conforme al discurso deontológico que también es movilizado por algunos profesores, no soporta el juzgamiento de una decisión como correcta o equivocada por el grado de utilidad objetiva que esta represente, pues el juicio ético se contempla no sólo porque objetivamente o subjetivamente sea correcto, sino por el grado de universalización que tenga tal premisa, en este caso no es posible decir que el uso extensivo de transgénicos es universalmente correcto, pues el deber ser estaría satisfecho si no existiera ningún tipo de riesgo para la salud humana, en este caso, la falta de estudios sobre los potenciales riesgos del consumo de OGM constituye un dato importante que impide la universalización del planteamiento, pues racionalmente es necesario garantizar a todos los ciudadanos que tales alimentos no representen peligro alguno, lo cual no es posible a la luz de la evidencia existente actualmente.

La movilización del discurso ético deontológico, por parte de los profesores es de notable interés para el trabajo con CSC en clases de ciencias porque posibilita un juzgamiento racional más complejo que el ofrecido por el discurso ético utilitarista. En la medida en que se configuran ciertos principios universalizables desde los cuales se juzga moralmente una determinada acción posibilita un margen más amplio de evaluación que el restringirnos a criterios objetivos o intereses subjetivos de determinadas personas o grupos.

A pesar de las bondades del discurso ético deontológico parece presentar problemas cuando se trata de decidir si una determinada acción es correcta en el terreno práctico o político, pues en términos universales puede ser objetable, pero se percibe como

algo abstracto difícil de mantener en el terreno práctico. Por ejemplo, esta dificultad podemos ilustrarla con la CSC del uso extensivo de transgénicos en la agricultura, desde el punto de vista deontológico, como ya fue visto es cuestionable, pero si analizamos la decisión en el terreno político para algunos defensores del suministro de alimentos para la mayoría de la población, la garantía por la seguridad alimentaria y la lucha contra la erradicación del hambre, puede justificarse en virtud de los derechos de la mayoría de las personas para acceder a nuevas formas de producción de alimentos, aquí surge un dilema entre lo justo en virtud del derecho de sobrevivencia de las personas y los riesgos que implica el consumo de OGM, frente a tal problema se presenta el discurso ético relativista que también fue movilizadado por el profesorado participante de la investigación, el cual hace alusión a la necesidad de juzgar una determinada acción como correcta o incorrecta conforme ciertas condiciones particulares que hagan alusión a garantizar principios y derechos universales con un peso equivalente, hasta tal punto de tomar partido por decisiones que permitan mantener la democracia para todos. Desde el punto de vista del discurso ético relativista cabría crear una reglamentación rigurosa para permitir el uso extensivo de transgénicos en la agricultura en los casos en donde se amerite y en donde el balance entre riesgo y beneficio sea positivo para la mayoría de personas.

Como podemos ver los discursos éticos movilizadados por el profesorado frente a CSC representan verdaderos dilemas que no son fáciles de manejar en la Enseñanza de las Ciencias, por esta razón, ellos deben conocer las ventajas de uno y otro discurso para que sus estudiantes los cuestionen y construyan sus propios puntos de vista fundamentados en un razonamiento lógico y coherente al evaluar evidencia a favor o en contra de una postura determinada de una controversia suscitada por CSC.

Actualmente el análisis del razonamiento ético en los estudiantes al discutir CSC resulta ser un tema de notable importancia para la investigación didáctica y en este sentido conviene invertir mayores esfuerzos para que el profesor trabaje los distintos dilemas de la mejor forma posible para que sus estudiantes avancen de un juicio moral basado en la obediencia de preceptos impuestos por otros a un juicio autónomo en el cual sus posturas y actuaciones se orientan por principios universales y derechos de la mayoría de personas.

Los estudiantes de los profesores participantes de la investigación que aprenden las Ciencias Naturales centradas en contenidos disciplinares principalmente, no han

trabajado con CSC; en ellos se identificaron discursos que aluden a una visión de la dimensión ambiental centrada en temas relacionados con la ecología (particularmente con la contaminación -ciencia-ecología), es decir que desde la inclusión del desarrollo sostenible solo se aprecia uno de sus componentes sin evidenciarse lo relacionado con lo económico y social, y poco de la inclusión desde la sustentabilidad ambiental con sus componentes cultural, político y ético ni sus respectivas visiones, lo que hace que:

- Se cuestione una enseñanza analítica de las ciencias, que elimina las controversias.
- En el caso de involucrarse una ética para el cambio esta se basa en valores tradicionales que hoy no son suficientes.
- La enseñanza estandarizada y global se forma para la competitividad y el emprendimiento.
- La pedagogía y la didáctica de las ciencias privilegian una C&T al servicio de la economía.
- Se desconozcan las relaciones entre los ecosistemas con los socio-sistemas.

En el caso del profesorado participante, en formación inicial y en ejercicio, si bien movilizan discursos asociados al desarrollo sostenible y al de la sustentabilidad ambiental, no se asumen desde una perspectiva sistémica y compleja. Así aparecen las visiones: 1. ecológica-tecnocientífica (positivista disciplinar y sociocrítica), 2. social (globalizada y comunal), 3. económica (mercado y ecológica), 4. cultural (opulencia y escasez), 5. política (democracias participativa y representativa). 6. ética (antropocéntrica y ecocéntrica/biocéntrica). Estas visiones no se registran como fundamentos teóricos de las unidades didácticas que evidencien intenciones para la formación de los sujetos, sin embargo, si proponen en sus principios temas, cuestionamientos y actividades que los involucran aunque no de manera dialógica, por ejemplo, opulencia, escasez, globalización, comunidad, etc.

Por lo anterior, se propone incluir en la formación del profesorado desde el diseño e implementación de las UD bajo CSC que promuevan nuevos valores, nuevos principios de participación, pensamiento crítico y reflexivo, toma de decisiones, mayores niveles de argumentación, enfocados no solo desde las ciencias naturales. También conviene incluir aspectos conceptuales, pedagógicos y didácticos de la Educación Ambiental, de sus dimensiones y del mismo diseño curricular para que las soluciones e intenciones que se aborden desde las CSC lleven al estudiantado y al profesorado a tener un compromiso real frente a las cuestiones abordadas, lo cual implicaría:

- La formación crítica para la búsqueda de soluciones a los problemas reales.
- Formar para que se respete la vida –en cualquier manifestación- en relación con la naturaleza.

- Enseñar respetando la identidad propia pero en interacción con lo global-local.
- Formar para desarrollar capacidades.
- Tener una pedagogía y didáctica de las ciencias que cuestione el papel de la C&T ante la economía, la sociedad, lo cultural y lo ético que le permita a los ciudadanos tomar posturas políticas y de acción.
- Una pedagogía que oriente hacia la participación social para la crítica, la transformación y solución de las crisis actuales.

Finalmente, cabe señalar que el análisis de la movilización de discursos sobre CSC caracterizado en el profesorado de ciencias y en los futuros profesores, pone de presente la complejidad comprendida en el tratamiento de CSC en clases de ciencias, una vez que el profesor debe convertirse en un analista crítico de los materiales que selecciona y de la misma forma debe proponer secuencias de enseñanza que sean consistentes con los objetivos didácticos propuestos por ellos mismos. La construcción de un espacio de formación del profesorado en el cual interactúan colectivamente profesores en ejercicio, futuros profesores de Química y profesores universitarios, representa un escenario de reflexión importante sobre las posibilidades de mejorar las prácticas docentes en las escuelas y con ello aportar a la formación crítica de futuros ciudadanos que cuestionen los usos indebidos del conocimiento tecnocientífico.

Referencias Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science, en Zeidler, D (eds). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*, pp. 41-61. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Acevedo, J. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. *Bordón*, 52(1), p. 5-16. En línea: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo18.htm>>. Recuperado 15 de Junio de 2008.
- Acevedo, J.; Vázquez, A. y Manassero, M. (2002) Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, (328), p. 355-382, En línea:<<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo14.htm>> Recuperado 20 de Junio de 2008.
- Acevedo, J.; Vázquez, A; Mannasero, M. y Acevedo, P. (2005). Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre tecnología y su relación con la ciencia. *Educación Química*, 16(3), p. 372-382.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame, en *Educación Química*, 16 (2), p. 114-124.
- Arango, S. (2010). ¿Cómo enfrentar el uso de cultivos genéticamente modificados? *Revista Latinoamericana de Bioética*, 10 (10), p. 22-35.
- Berkowitz, M. y Simmons, P. (2003). Integrating Science Education and Character Education: the role of peer discussion, en Zeidler, D (eds.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*, pp. 117-138. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A.; Praia, J. e Vilches, A. (Org). (2005). *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.

- Camargo, S.; Nardi, R. (2008). Estudando o processo de reestruturação curricular de um curso de licenciatura em Física. En: Bastos, F. e Nardi, R. *Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de Ciências: contribuições da pesquisa na área*. São Paulo: Escrituras editora. p. 53-80.
- Campanario, J. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (2), p. 179-192.
- Camps, V. (2009). Perspectivas éticas generales. En: Ibarra, A., e Olivé L. *Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI*. 2 ed. Madrid: Biblioteca Nueva. p. 159-180.
- Cardona, M. (2002). *Introducción a los Métodos de Investigación en Educación*. Madrid: EOS.
- Caride, J. Y Meira, P. (2001). *Educación Ambiental y Desarrollo Humano*. Barcelona, Ariel Educación.
- Carvalho, W. (2005). *Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões*. [Tese de livredocência], Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista.
- Chassot, A. (2006). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4a ed. Ijuí. RS: Unijuí.
- Denzin, N.; Lincoln, Y. (2006). Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. En: Denzin, N.; Lincoln, Y. (Org). *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2.ed. Porto Alegre: Artes médicas.
- Edwards, M.; Gil, D.; Vilches, A. y Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la Educación científica. *Enseñanza de las ciencias*. 22 (1), p. 47-64.
- Fairclough, N. (2001). *Discurso e Mudança Social*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Fairclough, N. (2003). *Analyzing Discourse: textual analysis for social research*. London e New York: Routledge.
- Fernandez, J., Elortegui, N., Rodríguez, J., y Moreno, T. (2002) *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Diada Editora. Serie Práctica N° 16.
- Freire, P. y Macedo, D. (1994). *Alfabetização: leitura do mundo-leitura da palavra*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Funtowicz, S.; y Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal*. Barcelona. Icara Antrazyt. Ecología.
- Gergen, M. y Gergen K. (2006). Investigación qualitativa: tensões e transformações. En: Denzin, N.; Lincoln, Y. (Org). *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artesmédicas.

- Hanrahan, M. (2006). High lighting hybridity: A Critical Discourse Analysis of Teacher Talk in science classrooms. *Science Education*. 90 (1), p. 8-43.
- Lacey, H. (2008). Crescimento econômico, meio ambiente e sustentabilidade social: a responsabilidade dos cientistas e a questão dos transgênicos. En: Dupas, G. (Org). *Meio ambiente e crescimento econômico*. São Paulo: Editora UNESP. p. 91-130.
- Layton, D. (1994). STS in the school curriculum: A movement overtaken by history?, en J. Solomon, J. y Aikenhead, G. (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, p. 32-44. Nueva York: Teachers College Press.
- Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28 (10), p. 1201-1224.
- Lewis, J. y Leach, J. (2006). Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28 (11), p. 1267-1287.
- López, J., González, M.; Luján, J. (2002). Las raíces de la controversia. In: López, J.; González, M. *Políticas del bosque*. Madrid: Cambridge University Press. p. 97-117.
- Maiztegui, A.; Acevedo, J.; Caamaño, A.; Cachapuz, A.; Cañal, P.; Carvalho, A.; Del Carmen, L.; Dumas Carré, A.; Garritz, A.; Gil, D.; González, E.; Gras-Martí, A.; Guisasaola, J.; López-Cerezo, J.; Macedo, B.; Martínez-Torregrosa, J.; Moreno, A.; Praia, J.; Rueda, C.; Tricárico, H.; Valdés, P.; Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 28, p. 129-155, p. 2002.
- Martínez, L., Parga, D., Gomez, D., Rodríguez, B. (2013). Informe final proyecto DQU 338-12 Cuestiones Sociocientíficas en la Formación de profesores: Discursos y enseñanza. Bogota: Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP).
- Martínez, L.; Peña, D. y Villamil, Y. (2007). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de Casos Simulados: una experiencia en la Enseñanza de la Química, en *Ciência & Ensino* [en línea] núm. especial, disponible en <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index>>. Recuperado 25 de Junio de 2008.
- Martínez, L. (2010). A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponible en:

- <<http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?id-Documento=325#>>Recuperado 20 de Noviembre de 2010.
- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioQuímica, en *Tecne, Episteme y Didaxis: TED*. (19), p. 44-62.
- Martínez, L. y Villamizar, D. (2013). Unidades didácticas sobre cuestiones socio-científicas en la Enseñanza de las Ciencias: construcciones entre la escuela y la universidad. En prensa.
- Martínez, L.; Parga, D., y Gómez, D. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias. *En Educyt*. Volumen Extraordinario. Noviembre 19 a 21.
- Martínez, L.; Parga, D., y Gómez, D. (2013). Caracterización del discurso ético de los profesores de ciencias sobre el uso de los transgénicos. Ponencia presentada en el *VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL), XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas*. Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil, realizado del 22 al 24 de mayo del 2013.
- Martínez, L.; Silva, C. y Nardi, R. (2008). Tendências na pesquisa em ensino de Química no Brasil e na Colômbia: um estudo a partir da análise de publicações em revistas e anais de eventos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. No. extraordinario, p. 156-172.
- Martins, I. (2006). Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de Ciências. En: Santos, F.; Greca, I. (Orgs.) *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Editora UNIJUÍ. p. 297-321.
- Martins, I.; Vilanova, R. (2008). Discursos sobre saúde na educação de jovens e adultos: uma análise crítica da produção de materiais educativos de Ciências. *Revista eletrônica de Ensino de Ciências*. 7(3), p. 506-523.
- Massa, M.; y Rassetto, M. (2004). El discurso como mediador de la educación ambiental en una clase de Ciencias Naturales: un estudio de caso. *Investigações em Ensino de Ciências - 9* (2), p. 177-197.
- Membriela, P. (2005). Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación CTS en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16 (3), p. 404-409.
- Mora, W. (2012). Educación en ciencias y educación ambiental: necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. *En Educyt*. Volumen Extraordinario. Noviembre 19 a 21.

- Moreira, M. (2002). Investigación en Educación en Ciencias: métodos cualitativos. Texto de apoyo No 14 Programa internacional de doctorado en Enseñanza de las Ciencias. En línea: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/metodoscualitativos.pdf>>
- Mortimer, E.; Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (3), p. 283-306.
- Mosquera, C., Mora, W., y García-Martínez, A. (2003). *Conceptos fundamentales de la Química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Centro de investigaciones y Desarrollo científico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Parga, D. y Martínez, L. (2013). Cuestiones socioambientales: un abordaje desde la Enseñanza de las Ciencias para la Educación Ambiental. Ponencia presentada en el “*Seventh World Environmental Education Congress*” realizado en Marruecos de 9 al 14 de junio de 2013.
- Parga, D.; Mora, W. y Cárdenas, Y. (2013). Categorías de análisis de la dimensión ambiental en programas de formación de profesores de Química. Ponencia presentada en el V EDEA: Encontros e Diálogos com a Educação Ambiental, organizado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. 02-03 diciembre. En prensa.
- Pedretti, E. (1997). Septictank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, 19, (10), p. 1211-1230.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers’ philosophical and pedagogical landscapes. En: Zeidler, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 219-239.
- Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. e Jivraj, A. (2008). Promoting Issues-based STSE: Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science & Education*, 17 (8-9), p. 941-960.
- Porlán, R.; Rivero, A.; Martín, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. In: Perales, F.; Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales: tema y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoi: Marfil, p 507-533.
- Ratcliffe, M. (2009). *The place of socio-scientific issues in citizenship education*, in Ross, A. (ed) *Human Rights and Citizenship Education*. London: CiCe, pp 12-16.

- Ratcliffe, M. y Grace M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Reis, P. (2004). Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. Tese (Doutorado) – Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa, Lisboa. Disponível em <<http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>>.
- Reis, P.; Galvão, C. (2008). Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias*. 7 (3), p. 746-772
- Robotton, I. y Simonneaux, L. (2012). Editorial Socio-Scientific Issues and Education for sustainability in contemporary education. *Research in Ciencia Education*. 42 (1), p. 1-4
- Ruiz, D., Martínez, L. y Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (25), p. 41-61.
- Sadler, T. y Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88 (1), p. 4-27.
- Sadler, T.; Dawson, V. (2012). *Chapter 53. Socio - scientific Issues in Science Education: contexts for the Promotion of Key Learning Outcomes*. pp 799 – 809. In: Fraser, B.; Tobin, K.; Microbbie, (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. España: Marfil.
- Santos, W.; Mortimer, E. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14 (2), p. 191-218.
- Sauve, L. (2004). Una Cartografía De Corrientes En Educación Ambiental. *A pesquisa em educação ambiental: cartografias de uma identidade narrativa em formação*. Porto Alegre: Artmed.
- Schwandt, T. (2006). Três posturas epistemológicas para a investigação qualitativa: interpretativismo, hermenêutica e construcionismo social. En: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Org). *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2.ed. Porto Alegre: Artes médicas.

- Shäfer, L. y Schnell, T. (1986). Introdução a la teoria del estilo de pensamiento y del coletivo de pensamiento. En: Fleck, L. *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Traducción Luis Meana. Madrid: Alianza.
- Simmons, M. y Zeidler, D. (2003). Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues, en: Zeidler, D. (eds). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*, pp. 81-94. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- SINA, Política Nacional de Educación Ambiental. (2012). Edición Especial 10 años: 2002-2012. Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional.
- Solbes, J.; Vilches, A.; Gil, D. (2001). El enfoque CTS y la formación del profesorado En: Membiela, P (Org.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad*. Formación Científica para la ciudadanía, Madrid: Narcea. p. 163-175.
- Torres, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado*. España: Morata.
- UPN. (2009). Plan de desarrollo institucional 2009-2013: una universidad en permanente reflexión, innovación y consolidación. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Zeidler, D. (comp.) (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Zeidler, D.; Walker, K.; Ackett, W. A. y Simmons, M. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86 (3), p. 343 – 367.
- Zenteno-Mendoza, B. E. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 (1), p. 2-25.

Índice temático

- Análisis crítico de discurso 23, 26, 31, 32, 33, 34, 46, 49, 76, 77.
- Análisis de discurso 31, 32, 33, 49, 78.
- Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente 13, 17, 18, 19, 22, 23, 26, 27, 30, 39, 40, 41, 45, 60, 71, 75, 76.
- Círculo hermenéutico 14, 38.
- Concepciones o creencias de los profesores 11, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 31, 37, 75, 78.
- Conocimiento profesional del profesor 17.
- Cuestiones sociocientíficas 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 33, 37, 39, 40, 41, 43, 46, 47, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83.
- Discurso ambiental 14, 59, 61, 62, 74.
- Discurso ético 14, 15, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 65, 66, 80, 81.
- Discurso ético deontológico 14, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 80.
- Discurso ético relativista 14, 55, 56, 57, 81.
- Discurso ético utilitarista 14, 50, 51, 52, 53, 57, 79, 80.
- Educación ambiental 59, 72, 74, 82.
- Educación para la ciudadanía 11, 21, 27.
- Enseñanza de las ciencias 32, 38, 39, 47, 60, 64, 74, 75, 77, 78, 81.
- Espacios de formación 37, 47, 78, 79.
- Formación de profesores 17, 32, 37, 39, 41, 47.
- Intertextualidad 14, 34, 35, 47, 49, 77.
- Profesores de ciencias 13, 14, 15, 17, 19, 22, 23, 31, 32, 33, 37, 38, 41, 78, 79.
- Sustentabilidad 67, 68, 73, 74, 82.
- Unidad didáctica 29, 30, 31, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 64, 65, 66, 73, 74, 82.
- Visión ambiental antropocéntrica 14, 61, 65, 66, 73, 82.
- Visión ambiental ecocéntrica-biocéntrica 14, 61, 65.

Índice onomástico

Abd-El-Khalick, F. 20, 21.

Acevedo, J. 17.

Acevedo, J.; Vázquez, A. y Manassero, M. 17.

Acevedo, J.; Vázquez, A; Mannasero, M. y Acevedo, P. 17.

Aikenhead, G. 17, 22, 25.

Arango, S. 79.

Berkowitz, M. y Simmons, P. 27.

Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A.; Praia, J. e Vilches, A. (Org). 17.

Camargo, S.; Nardi, R. 32.

Campanario, J. 29.

Camps, V. 59.

Cardona, M. 39.

Caride, J. Y Meira, P. 61.

Carvalho, W. 27.

Chassot, A. 27.

Denzin, N.; Lincoln, Y. 37.

Fairclough, N. 34, 35, 46.

Fairclough, N. 33.

Fernandez, J., Elortegui, N., Rodríguez, J., y Moreno, T. 30.

Freire, P. y Macedo, D. 26.

Funtowicz, S.; y Ravetz, J. 60.

Gergen, M. y Gergen K. 40.

Hanrahan, M. 23, 32.

Lacey, H. 52.

Layton, D. 25.

Levinson, R. 21.

- Lewis, J. y Leach, J. 21.
- López, J., González, M.; Luján, J. 18.
- Maiztegui, A.; Acevedo, J.; Caamaño, A.; Cachapuz, A.; Cañal, P.; Carvalho, A.; Del Carmen, L.; Dumas Carré, A.; Garritz, A.; Gil, D.; González, E.; Gras-Martí, A.; Guisasola, J.; López-Cerezo, J.; Macedo, B.; Martínez-Torregrosa, J.; Moreno, A.; Praia, J.; Rueda, C.; Tricárico, H.; Valdés, P.; Vilches, A. 18.
- Martínez, L., Parga, D., Gomez, D., Rodríguez, B. 14, 49, 60.
- Martínez, L.; Peña, D. y Villamil, Y. 22.
- Martínez, L. 19, 22, 33.
- Martínez, L. y Rojas, A. 22.
- Martínez, L. y Villamizar, D. 46, 78.
- Martínez, L.; Parga, D., y Gómez, D. 94.
- Martínez, L.; Silva, C. y Nardi, R. 17.
- Martins, I. 31, 32.
- Martins, I.; Vilanova, R. 23, 32.
- Massa, M.; y Rassetto, M. 61.
- Mebiela, P. 26.
- Mora, W. 61.
- Moreira, M. 38, 40.
- Mortimer, E.; Scott, P. 32.
- Mosquera, C., Mora, W., y García-Martínez, A. 29.
- Parga, D. y Martínez, L. 59.
- Parga, D.; Mora, W. y Cárdenas, Y. 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72.
- Pedretti, E. 19.
- Pedretti, E. 19, 20, 23.
- Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. e Jivraj, A. 19, 23.
- Porlán, R.; Rivero, A.; Martín, R. 17.
- Ratcliffe, M. 59.
- Ratcliffe, M. y Grace M. 21, 25, 28, 33.
- Reis, P. 20, 21.
- Reis, P.; Galvão, C. 19, 20, 33.
- Robotton, I. y Simonneaux, L. 61.
- Ruiz, D., Martínez, L. y Parga, D. 18.
- Sadler, T. y Zeidler, D. 28.

Sadler, T.; Dawson, V. 61.

Sanmartí, N. 29.

Santos, W.; Mortimer, E. 19, 21.

Sauve, L. 63.

Schwandt, T. 37, 38,

Simmons, M. y Zeidler, D. 21.

SINA, Política Nacional de Educación Ambiental. 74.

Solbes, J.; Vilches, A.; Gil, D. 19.

Torres, J. 29.

Zeidler, D. (comp.) 21.

Zeidler, D.; Walker, K.; Ackett, W. A. y Simmons, M. 28.

Zenteno-Mendoza, B. E. y Garritz, A. 30.

*Impreso en el mes de diciembre de 2013
en los talleres de Grupo Dao Digital Ltda.*

Bogotá, 2013. Colombia.

Este libro de investigación presenta un marco teórico y un análisis particular sobre las siguientes preguntas: ¿Qué discursos movilizan los profesores de ciencias en ejercicio y en formación inicial al diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas? ¿Qué aportes generan dichos discursos para la formación de profesores de ciencias? Atendiendo estos cuestionamientos son caracterizados los discursos éticos y ambientales movilizados por profesores de ciencias en formación inicial y continua. En cuanto al discurso ético se caracterizó el utilitarista, el deontológico y el relativista. El discurso ambiental contempló aspectos propios de la dimensión ambiental tales como lo ético, lo social, lo económico, lo político y lo científico. El libro está orientado a todos los interesados en el mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y en particular a estudiantes de Licenciatura, maestría, doctorado, investigadores y profesores en ejercicio interesados en transformar sus prácticas a propósito de la discusión de cuestiones controvertidas de la Ciencia y la Tecnología.

ISBN: 978-958-8650-61-6



9 789588 650616