

*LA TECNOLOGÍA Y SU ENSEÑANZA: ENTRE LA
PROGRAMACIÓN Y LA ABSTRACCIÓN.*

CÉSAR EDUARDO VELANDIA PUENTES.

CÓD.:2012287695.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.

FACULTAD DE EDUCACIÓN.

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS.

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN.

2015

*LA TECNOLOGÍA Y SU ENSEÑANZA: ENTRE LA
PROGRAMACIÓN Y LA ABSTRACCIÓN.*

CÉSAR EDUARDO VELANDIA PUENTES.

*Tesis para optar al título de:
Maestría en educación.*

*DIRECTOR:
CARLOS JILMAR DÍAZ SOLER.*

*UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.
FACULTAD DE EDUCACIÓN.
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS.
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN.*

2015

Nota de aceptación.

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Bogotá, 20 de agosto de 2015

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen de Chiquinquirá quienes me dieron la fortaleza y el entendimiento para terminar este trabajo sin desfallecer en los momentos más complicados.

A mis padres, mi hermano y mi sobrina quienes siempre creyeron en mí, aunque yo no estuviera seguro de mí mismo.

A Liliana Rubio quien siempre ha estado a mi lado, incluso a la distancia, brindándome su cariño y su apoyo incondicional.


A aquellas personas que siempre tuvieron una voz de aliento.

Agradecimientos

A la Universidad Pedagógica Nacional que me brindó los estímulos académicos para poder alcanzar mis logros profesionales.


Al profesor Carlos Jilmar Díaz Soler que creyó en mí y me orientó con sus consejos y motivaciones, respaldándome hasta lograr este excelente resultado.

A las promociones 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 del Colegio Claretiano de Bosa. En especial a aquellos estudiantes que dedicaron su tiempo y esfuerzo más allá de la clase y de la nota, creyendo en la idea de esta investigación.


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 5	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	La tecnología y su enseñanza: entre la programación y la abstracción
Autor(es)	Velandia Puentes, César Eduardo
Director	Díaz Soler, Carlos Jilmar
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 79 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	TECNOLOGÍA, EDUCACIÓN, TÉCNICA, CIENCIA, COMPETENCIA, COMPRENSIÓN, INVESTIGACIÓN, CAMPO, ABSTRACCIÓN, DOMINIO, REPRESENTACIÓN.


2. Descripción
<p>Este trabajo pretende mostrar como el concepto de tecnología ha sido tergiversado, modificando la idea principal que buscaba fortalecer el desarrollo del pensamiento tecnológico, ese cambio promovido desde el sector productivo a causa de la aparición de las máquinas llevó a los artesanos a convertirse en operarios que poco a poco fueron perdiendo parte de sus habilidades, con las implicaciones que esto conllevó. Con el tiempo la formación en torno a la tecnología se limitó al sector productivo y mediante la legislación se ha ido vinculando al sistema educativo desde el modelo de las competencias, que aunque se han querido mostrar como una novedad en la educación tienen antecedentes en los cuáles se han identificado claramente sus debilidades, con el paso del tiempo han perdido parte de sus características propias como son la comprensión, la crítica y la creatividad entre otras; reemplazándolas por habilidades específicas coartando el análisis y la interpretación de la persona.</p> <p>Dentro de esa legislación se habla de investigación, la cual también se ha clasificado según la institución en la que se brinde formación técnica, tecnológica y profesional. Bajo esta lógica se ha creado un sistema educativo que brinda formación para el trabajo y sólo se involucra la formación en investigación de alto nivel en las Universidades reconocidas para tal fin.</p> <p>Para pensar qué es la tecnología, la técnica, la ciencia y la investigación se trabajará desde la noción de campo para entender claramente estos conceptos y poder realizar una comparación entre la lógica desde la cual se propusieron y la lógica sobre la que se han presentado desde la economía y la política.</p> <p>Basándose en esta investigación se presenta la descripción de una propuesta de formación orientada hacia el fortalecimiento de la comprensión, para promover el desarrollo del pensamiento tecnológico en la búsqueda del proceso de abstracción tomando como pretexto la creación de programas y sistemas de información, identificando y potenciando las técnicas desde los dominios de representación.</p> <p>Por último, se desea dejar abierta la posibilidad de continuar con la discusión acerca de la existencia de un campo técnico que se relaciona con el campo científico y que este vínculo se puede aprovechar para formar sujetos capaces de actuar desde cualquiera de los dos campos.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 5	

3. Fuentes
<p>Bachelard, G. (1948). <i>La formación del espíritu científico</i>. México. Siglo XXI Editores.</p> <p>Balza, R. (2006). <i>La abstracción científica y la posibilidad metafórica</i>. En Revista de Filosofía No. 53. ISSN 0798-1171.</p> <p>Barnett, R. (2001). <i>Los límites de la competencia</i>. España, Barcelona. Editorial Gedisa, S.A.</p> <p>Bourdieu, P. (1999). <i>Meditaciones pascalianas</i>. España, Barcelona. Editorial Anagrama.</p> <p>Bourdieu, P. , Passeron, J. & Chamboredon, J. (2002). <i>El oficio de sociólogo</i>. Argentina, Buenos Aires. Siglo XXI Editores.</p> <p>Bourdieu, P. (2003a). <i>El oficio de científico</i>. España, Barcelona. Editorial Anagrama.</p> <p>Bourdieu, P. (2003b). <i>Intelectuales, política y poder</i>. Argentina, Buenos Aires. Editorial Universitaria de Buenos Aires.</p> <p>Bourdieu, P. & Wacquant, L. (2005). <i>Una invitación a la sociología reflexiva</i>. Argentina, Buenos Aires. Siglo XXI Editores.</p> <p>Bustamante, G. (2014). <i>De una ambigüedad (productiva) en el concepto de 'campo'</i>. En Cátedra Doctoral No. 1. Colombia, Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional.</p> <p>Carvajal, G. (2012). <i>Sobre el discurso tecnológico de la modernidad</i>. En Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Vol. 12. No. 25. ISSN 0124-4620.</p> <p>Casares, J. (1999). <i>Ambiente para la Instrucción Visual de Algoritmos</i>. Tesis Ingeniería en Computación. México, D.F. Instituto Tecnológico Autónomo de México.</p> <p>Cataldi, Z. (2000). <i>Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de Software Educativo</i>. Tesis Magíster en Informática. ISBN 960-34-0204-2. Argentina, Buenos Aires. Universidad Nacional de La Plata.</p> <p>Gómez, L. & Álvarez, S. (2013). <i>Consideraciones en torno a la tecnología y su didáctica</i>. En Revista TED No. 33. ISSN 0121-3814.</p> <p>Serrano, J. (1993). <i>Sistema Educativo Nacional de la República de Colombia</i>. Colombia. Coordinador de informe de Ministerio de Educación Nacional, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).</p> <p>Velandia, C. (2014). <i>Una reflexión acerca de la educación en tecnología y la revolución de las TIC</i>. En Revista Didaskalía No. 9. ISSN 2256-3857.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 5	

4. Contenidos
<p>1. Tecnología y educación.</p> <p>Para rastrear los vínculos que se han establecido entre el concepto moderno de tecnología y la educación básica, media y superior se pretende reconocer de dónde surge la necesidad de proponer una formación tecnológica, con el fin de entender cómo se ha ido insertando en el modelo educativo del país (sin adentrarse en discusiones acerca del desarrollo del sistema educativo colombiano, que no es el tema central de este trabajo); identificando cuál es la orientación que se le ha dado y cómo se ha estructurado en el currículo actual.</p> <p>2. Noción de Campo: Elementos y características.</p> <p>Después de tratar de mostrar cómo ha ingresado la tecnología a hacer parte del sistema educativo, se puede asimilar que hay dos maneras en las cuales se forman sujetos en el país, una tiene que ver con la formación por competencias orientadas al entorno laboral, de la cual se esperan unos resultados para demostrar si alguien es competente o no en una determinada tarea; la otra, que no tiene la misma articulación sino hasta la educación superior Universitaria, se relaciona con la formación orientada hacia la construcción del saber promovida desde la investigación, la cual es posible si se trabaja desde el proceso de abstracción para desarrollar el verdadero espíritu científico; cuando se habla de investigación desde las competencias, de antemano se espera un resultado que se materializa en productos o servicios. Debido a esto, se clasifica a los grupos de investigación por niveles y se separan las instituciones de acuerdo con su capacidad investigativa, como ocurre con las Instituciones Universitarias y las Universidades; ya que las primeras están más orientadas hacia la formación laboral y generalmente no ofrecen programas en ciencias básicas (Filosofía, Matemáticas, Física, Química, etc.) para apoyar la investigación de alto nivel.</p> <p>Para tratar de entender cómo surge la investigación científica se utilizará la noción de campo, a fin de comprender quién puede hacer investigación y cuáles son los requisitos para hacer investigación.</p> <p>3. La programación y la abstracción.</p> <p>La enseñanza de la programación que se brinda en la articulación con la educación media orientada bajo el ideal de la formación del espíritu científico y el desarrollo de las habilidades desde su verdadera dimensión y no únicamente desde la operacionalización, busca proyectar al estudiante hacia la educación Universitaria investigativa para que logre formarse y ubicarse a la altura de la discusión de un objeto del saber que le permita participar en un campo o movilizarse entre varios de ellos.</p> <p>Como pretexto se utilizará la programación entendiendo la concepción que se tiene desde el campo de la ingeniería utilizando algunos antecedentes, con el fin de presentar una propuesta de enseñanza que se ha venido desarrollando con los estudiantes desde la comprensión, buscando superar ampliamente a las competencias laborales.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 5	

5. Metodología

Para el estudio de caso descriptivo, según Martínez, P. (2006, pág. 190), citando a Rialp (1998), en el artículo "El método de estudio de caso estrategia metodológica de la investigación científica", se requiere:


- Elegir un tema significativo a la luz de la literatura existente y/o del *state of art* del momento, los conocimientos y experiencia del investigador, las oportunidades y recursos para realizar la investigación y los métodos aplicables, entre otros.
- Asegurarse de que el estudio es, tanto desde un punto de vista teórico como empírico, completo y coherente a la hora de relacionar las distintas partes del proceso. De hecho, la conexión íntima con la realidad que ofrece la aplicación de este método es lo que posibilita todo desarrollo teórico.
- Considerar perspectivas alternativas o explicaciones rivales al interpretar los datos, incluso en el caso de estudios meramente descriptivos o exploratorios, y
- Ofrecer un nivel de evidencia tal que llevaría al lector a obtener las mismas (y es de esperar que relevantes) conclusiones alcanzadas en el informe final.

6. Conclusiones

La enseñanza de la tecnología en el país se ha desarrollado desde sus inicios en torno al aprendizaje de una serie de destrezas orientadas hacia una determinada ocupación, respondiendo a la tergiversación del concepto de tecnología. La propuesta de los griegos frente a la relación entre el campo científico y el campo técnico cuya reducción del concepto se rastrea desde los inicios de la Revolución Industrial con la instrumentalización de la técnica, manifestada y justificada en torno a la máquina. La necesidad de aumentar la producción por medio de máquinas generó la idea de formar sujetos capaces de operar y manejar artefactos, quitándoles la posibilidad de continuar desarrollando sus habilidades técnicas, artesanales, de cálculo y de razonamiento. Esta idea se basó en la constitución de un sentido común por medio de leyes decretadas por los Estados cuya aplicación masiva se ha implantado en el dispositivo reproductor al que llaman sistema educativo, donde se enseñan unos saberes que no se producen en la escuela. El saber se separó en gran medida de la técnica y aunque se reconoce el potencial de esta relación, la tecnología ha sido bajo el concepto moderno una disciplina donde se evidencia la construcción de artefactos sofisticados para establecer relaciones de poder con aquellos que no los poseen o no están en condiciones de desarrollarlos.

De modo que en la legislación se promueve un modelo de educación básico para alfabetizar al grueso de la población y una educación media para reforzar algunos conocimientos que le permitan a una persona llegar a la educación superior en dos posibles líneas: una que tiene que ver con las competencias básicas, personales y laborales establecidas desde la orientación del sistema productivo y la otra línea que busca formar sujetos investigativos, incluso después de pasar varios años de educación demostrando competencias.

Si los sistemas de educación y la tecnología no tuvieran el potencial para realizar propósitos importantes más allá de los políticos y económicos, quizá ya habrían desaparecido; por lo tanto pensar la educación para formar sujetos que desarrollen comprensión puede fortalecer el desarrollo de las habilidades entendidas desde los dominios de representación, con el fin de afianzar un pensamiento tecnológico capaz de reflexionar sobre las técnicas para organizarlas y mejorarlas. Así, la tecnología entendida como discurso abarca la manera de pensar un campo técnico; este discurso no se enseña directamente, sino a

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 5	

través del desarrollo del pensamiento tecnológico que se enmarca alrededor del saber constituido en el campo científico, este saber busca la formación del espíritu científico movilizándolo el pensamiento por medio de un proceso de abstracción.

De tal forma, la educación debe ser entendida más allá de los resultados, tomando como referencia la programación se software se puede apreciar que la construcción de proyectos le abren la posibilidad al estudiante enfrentarse a una serie de situaciones que se relacionan entre sí, las cuales le permiten abordar conceptos desde varios puntos de vista, con lo cual se promueve el desarrollo de su comprensión y sus dominios de representación. Este desarrollo no es igual en todos los estudiantes de programación, puesto que no todos tienen los mismos intereses frente a la selección de su proyecto; por otro lado, aunque a cada uno le aparezcan una serie de errores similares y trabajan en un mismo lenguaje de programación, cada uno toma sus propias decisiones frente al control de los mismos, y por ende, aparecerán durante la construcción del proyecto nuevos errores distintos en cuanto a sus causas y complejidad. Las técnicas o estrategias que surjan en este proceso hacen parte del pensamiento tecnológico del estudiante, ayudándole a reflexionar acerca de qué hizo, cómo lo hizo, para qué lo hizo y cómo se puede volver a utilizar evitando errores pasados, o sea, haciendo metacompreensión, reevaluando sus comprensiones pasadas y refinando sus dominios.

Los proyectos no tienen un resultado final, son procesos continuos que deben ser modificados de acuerdo con su vida útil o con los cambios en los propósitos de los mismos. Por tal razón, en este caso los programas y sistemas de información cada vez presentan nuevas versiones o nuevas actualizaciones y sólo encuentran estabilidad mientras el sistema funcione bajo los requerimientos para los cuales se diseñó; así mismo la formación del espíritu científico y del pensamiento tecnológico no se detienen y se deben continuar fortaleciendo desde la investigación en la búsqueda del saber.

Con esto se pretende perfilar al estudiante para que pueda ingresar a un campo y pueda participar en la discusión del objeto del mismo, para que no se quede únicamente sobre la base de la educación superior por competencias en el sector productivo; sino que tenga la posibilidad de formar su espíritu científico en beneficio de sus intereses y del desarrollo de su subjetividad, no sólo desde los hábitos adquiridos en un campo, sino también para la comprensión de las reglas, la lógica de funcionamiento y la relación con otros campos de manera que pueda movilizarse entre ellos.

No es fácil aprender programación por los niveles de abstracción que se deben tener y aún más complejo por los vacíos con los que llegan los estudiantes sobre la formación de estándares mínimos; pero lo que sí se puede hacer es trabajar más allá de lo que proponen las competencias, puesto que si un estudiante es comprensivo puede llevar su metodología de trabajo a otros espacios buscando avanzar en su proyecto de vida y abriendo las puertas de la búsqueda del saber, con este propósito ya no pretenderá alcanzar mínimos; sino que tendrá retos que superarán cualquier competencia en la medida en que su espíritu científico tenga muchas dudas y pocas certezas.

Elaborado por:	CESAR EDUARDO VELANDIA PUENTES
Revisado por:	CARLOS JILMAR DÍAZ SOLER

Fecha de elaboración del Resumen:	20	08	2015
--	----	----	------

Tabla de contenido

Lista de figuras	9
Lista de tablas	10
Introducción	11
1. Tecnología y educación	13
1.1. La formación en artes y oficios: Implicaciones	13
1.2. Articulación entre la tecnología y la educación básica, media y superior	16
1.3. Currículo y tecnología	21
2. Noción de Campo: Elementos y características	29
2.1. Definición de Campo	30
2.2. Características de un Campo	31
2.3. El Campo Científico	34
2.3.1. Investigación y producción de verdades científicas	36
2.3.2. El sentido común	39
2.3.3. En búsqueda del espíritu científico	40
2.4. Una discusión sobre el Campo Técnico	43
2.5. ¿Qué significa comprender?	46
3. La programación y la abstracción	50
3.1. La programación y su enseñanza	50

<i>TABLA DE CONTENIDO</i>	7
3.2. La representación y sus dominios	55
3.3. A modo de cierre	69
Bibliografía	73
A. Competencias tecnológicas y sus desempeños	75

Lista de figuras

1.1. Competencias Técnico en Programación de Software en Contenido Curricular de Formación Titulada V. 1.0	27
2.1. Noción de campo	30
2.2. El Campo Científico	38
2.3. Formación del Espíritu Científico	43
3.1. Diseño básico de un algoritmo	56
3.2. Diseño básico de una clase	57
3.3. Diseño básico de una entidad	57
3.4. Modelo de programación de 3 capas	58
3.5. Representación gráfica del algoritmo	59
3.6. Diagrama de clases	60
3.7. Modelo Entidad-Relación	61
3.8. Diagrama de Caso de Uso	61
3.9. Representación matemática	62
3.10. Diseño del algoritmo	63
3.11. Diagrama de flujo del algoritmo	63
3.12. Pseudocódigo del algoritmo	64
3.13. Código del algoritmo en lenguaje C#.	64
3.14. Análisis de la operación para su escritura en lenguaje C#.	65
3.15. Metodología de Programación	67

LISTA DE FIGURAS

9

A.1. Naturaleza y evolución de la Tecnología	76
A.2. Apropiación y uso de la tecnología	77
A.3. Solución de problemas con tecnología	78
A.4. Tecnología y sociedad	79

Lista de tablas

- 1.1. Competencias Laborales Generales propuestas por MEN en Guía No. 21 23

Introducción

Este trabajo pretende mostrar como el concepto de tecnología ha sido tergiversado, modificando la idea principal que buscaba fortalecer el desarrollo del pensamiento tecnológico, ese cambio promovido desde el sector productivo a causa de la aparición de las máquinas llevó a los artesanos a convertirse en operarios que poco a poco fueron perdiendo parte de sus habilidades, con las implicaciones que esto conllevó. Con el tiempo la formación en torno a la tecnología se limitó al sector productivo y mediante la legislación se ha ido vinculando al sistema educativo desde el modelo de las competencias, que aunque se han querido mostrar como una novedad en la educación tienen antecedentes en los cuáles se han identificado claramente sus debilidades, con el paso del tiempo han perdido parte de sus características propias como son la comprensión, la crítica y la creatividad entre otras; reemplazándolas por habilidades específicas coartando el análisis y la interpretación de la persona.

Dentro de esa legislación se habla de investigación, la cual también se ha clasificado según la institución en la que se brinde formación técnica, tecnológica y profesional. Bajo esta lógica se ha creado un sistema educativo que brinda formación para el trabajo y sólo se involucra la formación en investigación de alto nivel en las Universidades reconocidas para tal fin.

Para pensar qué es la tecnología, la técnica, la ciencia y la investigación se trabajará desde la noción de campo para entender claramente estos conceptos y poder

realizar una comparación entre la lógica desde la cual se propusieron y la lógica sobre la que se han presentado desde la economía y la política.

Basándose en esta investigación se presenta la descripción de una propuesta de formación orientada hacia el fortalecimiento de la comprensión, para promover el desarrollo del pensamiento tecnológico en la búsqueda del proceso de abstracción tomando como pretexto la creación de programas y sistemas de información, identificando y potenciando las técnicas desde los dominios de representación.

Por último, se desea dejar abierta la posibilidad de continuar con la discusión acerca de la existencia de un campo técnico que se relaciona con el campo científico y que este vínculo se puede aprovechar para formar sujetos capaces de actuar desde cualquiera de los dos campos.

Capítulo 1

Tecnología y educación

Para rastrear los vínculos que se han establecido entre el concepto moderno de tecnología y la educación básica, media y superior se pretende reconocer de dónde surge la necesidad de proponer una formación tecnológica, con el fin de entender cómo se ha ido insertando en el modelo educativo del país (sin adentrarse en discusiones acerca del desarrollo del sistema educativo colombiano, que no es el tema central de este trabajo); identificando cuál es la orientación que se le ha dado y cómo se ha estructurado en el currículo actual.

1.1. La formación en artes y oficios: Implicaciones

Partiendo de la llamada “Instrucción general para los Gremios” de 1777 que buscaba brindar capacitación técnica y artesanal, la comunidad de La Salle inició la conformación de un modelo de educación que además de pretender la alfabetización de la población permitiera impartir instrucción en oficios como la herrería, la platería, los tejidos, etc. Tal como aparece en la historia de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central La Salle:

“El 9 de febrero de 1896 llegan los seis primeros Hermanos de la Salle al “Asilo de San José”, antiguo Colegio del Espíritu Santo, para enseñar Artes y Oficios a los niños huérfanos de la guerra de los Mil Días, los Hermanos lograron del Gobierno dos años más tarde la adquisición de máquinas, herramientas y materias primas para los talleres de carpintería, herrería y telares. Así nació la “Escuela de Artes y Oficios”¹ futuro Instituto Técnico Central. La Comunidad de La Salle [...] no se limitó a la enseñanza de los oficios artesanales; los Hermanos estudiaron las costumbres fabriles del país, los sistemas utilizados en pesas y medidas de cada una de las regiones colombianas, los artículos que se fabricaban; observaron los progresos que se daban con el inicio de la industria textil, la industrialización del tabaco, la apertura de vías, la construcción de puentes y líneas de ferrocarril que se dieron en la época y decidieron crear una institución de formación técnica. [...]. El 19 de marzo de 1904 el Dr. Antonio José Uribe, previo acuerdo con el Hno. Visitador Provincial de los Hermanos De La Salle inauguró la Escuela Central de Artes y oficios de Bogotá, formalizada mediante el Decreto No. 146 del 9 de febrero de 1905. [...]. *La necesidad de una institución técnica que, además de formar profesionales, produjera estudios e investigaciones aplicadas que sirvieran de apoyo al desarrollo industrial*, se manifestó en 1910 con la Ley 32, la cual ordenó la dotación de maquinaria moderna a los talleres de la Escuela y la implementación de planes de estudio que comprendían cuatro años de preparatoria y cuatro años de Técnico Superior.”²

Posteriormente, a través del Decreto-Ley 118 del 21 de junio de 1957 nació el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, cuya función fue definida en el Decreto 164 del 6 de agosto de 1957, con el propósito de “... brindar formación profesional a trabajadores, jóvenes y adultos de la industria, el comercio, el campo, la minería y la ganadería. Así mismo, [...] proporcionar *instrucción técnica* al empleado, formación acelerada pa-

¹Escuela que mediante el Decreto 2219 del 18 de diciembre de 1931 se fusionó, en su momento, con la naciente Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional.

²<http://www.itc.edu.co/es/nosotros/historia>

ra los adultos y ayudarles a los empleadores y trabajadores a establecer un sistema nacional de aprendizaje.

Además, organizar y mantener la enseñanza teórica y práctica relacionada con diferentes oficios; seleccionar los candidatos al aprendizaje; realizar cursos complementarios de preparación, perfeccionamiento y *adiestramiento* para trabajadores técnicos; y contribuir con el desarrollo de *investigaciones* relacionadas con la organización científica, entre otras.”³

En 1968 aparecieron una serie de reformas que permitieron abrir entidades para promover el reconocimiento de áreas de la educación no tradicionales relacionadas con la cultura, el deporte y la tecnología las cuales no contaban con un espacio propio dentro del sistema educativo, así, aparecen instituciones como COLCULTURA, COLDEPORTES y COLCIENCIAS respectivamente, que intentan brindarles una organización. En esa búsqueda por erradicar el analfabetismo e instruir personas para desempeñarse en labores operativas, la investigación científica se vio marginada; tanto que, “. . . el gasto público destinado a esta actividad no ha sido más generoso que el dedicado a cultura y recreación. Para 1988, él mismo representaba apenas el 0.7% del gasto público total. Esta participación, aunque creciente en los últimos diez años, equivalía solamente al 0.19 del PIB nacional. Mientras tanto, el resto de los países latinoamericanos invirtieron, en promedio, el 0.4% de sus PIB en ciencia y tecnología durante esta década. La baja participación estatal en este campo se refleja en un preocupante rezago del país en lo que a investigación se refiere.” [Serrano, 1993. Pág. 7]. Tal como se explicaba esta problemática citada del Informe Le Bret de 1958: “Viviendo al margen de las actividades nacionales, mal equipada para la investigación, sin nexos con los organismos dirigentes del país, la universidad fatalmente debe encontrarse desconectada de las necesidades reales del país. De hecho, ni el contenido de su enseñanza, ni el espíritu que la anima, ni

³<http://mgportal.sena.edu.co/Portal/El+SENA/Historia/>

la estructura de sus facultades, corresponden a la fase de desarrollo colombiano. [...]. Así, se encontraba por ejemplo una excesiva concentración de abogados y médicos, paralela a una importante penuria de ingenieros, biólogos, agrónomos, veterinarios y economistas.” [Serrano, 1993. Pág. 6]

Hasta este punto, se puede apreciar cómo el vínculo entre la educación y la tecnología se orientó hacia la formación para el trabajo y se desarrolló por fuera del sistema educativo. Dada su forma de organización se consideró formación de bajo perfil, puesto que su tarea principal consistía en ofrecer adiestramiento (visto como repetición) para personas jóvenes o adultas que requerían de manera rápida aprender un oficio; por lo cual, el análisis de estas técnicas, el diseño de productos innovadores y la investigación en torno a las necesidades del país, aprovechando de manera eficiente y sostenible sus recursos, no era una prioridad; aunque en las leyes de conformación de las instituciones técnicas estuviera escrito.

1.2. Articulación entre la tecnología y la educación básica, media y superior

La propuesta de una reforma legislativa que permitiera incluir la tecnología como obligatoria en la educación formal a fin de articularla al Sistema Educativo Nacional, se dió bajo el nombre de Tecnología e Informática en la educación básica y media. En concordancia con la introducción de la formación tecnológica, se propusieron los ciclos propedeúticos para el ingreso a la educación superior desde el nivel Técnico, hacia el Tecnológico y el Profesional, teniendo como requisito la aprobación de la educación básica; sin embargo, el vínculo entre la educación y la tecnología que tradicionalmente se venía entendiendo como formación para el trabajo, continúa arrastrando este ideal frente a la inserción de las personas al sistema productivo y de prestación de servicios, con el pretexto de enseñar la ciencia y la técnica, para que la persona se pueda desen-

volver en el uso de las nuevas tecnologías y se adapte al avance de la ciencia (mas no para realizar investigación), como se referencia en adelante.

La **Ley 115 de febrero 8 de 1994** en su *Artículo 23* incluye dentro de las áreas obligatorias y fundamentales (ítem 9), al área de Tecnología e Informática en la educación básica de los grados primero (1°) a noveno (9°). En el *Artículo 26* se hace referencia al servicio especial de *educación laboral* que por medio del Ministerio de Educación en coordinación con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, *ICFES*, el Servicio Nacional de Aprendizaje, *SENA* y el sector productivo informará y orientará los requerimientos nacionales para proporcionar educación laboral con la opción de optar a títulos o certificados de aptitud profesional en un determinado arte u oficio para aquellas personas que cumplan los requisitos propuestos. De manera que esta formación laboral se desarrolla durante la educación media en los grados décimo (10°) y undécimo (11°); así mismo, el *Artículo 32* relacionado con la educación media técnica, establece que se debe preparar al estudiante para que tenga la capacidad de desempeñarse en alguno de los sectores productivos o de servicios, y además para que pueda ingresar a la educación superior. Especificando que esa preparación “Estará dirigida a la formación calificada en especialidades tales como: agropecuaria, comercio, finanzas, administración, ecología, medio ambiente, industria, informática, minería, salud, recreación, turismo, deporte y las demás que requiera el sector productivo y de servicios. Debe incorporar, en su formación teórica y práctica, lo más avanzado de la ciencia y de la técnica, para que el estudiante esté en capacidad de *adaptarse* a las nuevas tecnologías y al avance de la ciencia.”. El *Artículo 33* define como objetivos específicos a cumplir con la educación media técnica:

- “ a) La capacitación básica inicial para el trabajo;
- b) La preparación para vincularse al sector productivo y a las posibilidades de formación que éste ofrece, y

c) La formación adecuada a los objetivos de educación media académica, que permita al educando el ingreso a la educación superior.”

Entendiendo que las instituciones de educación superior según la **Ley 30 de diciembre 28 de 1992** en su *Artículo 16* son:

- “ a) Instituciones técnicas profesionales (como el SENA);
- b) Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas (como la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central La Salle), y
- c) Universidades.”

De manera que para articular la educación básica y media con las Instituciones Universitarias, se instruye desde la formación laboral por medio de los ciclos propedéuticos. **La ley 749 de julio 19 de 2002** en su *Artículo 3* presenta los objetivos de los ciclos de formación:

“Las instituciones técnicas profesionales y tecnológicas de educación superior organizarán su actividad formativa de pregrado en ciclos propedéuticos de formación en las áreas de las ingenierías, la tecnología de la información y la administración, así:

a) **El primer ciclo**, estará orientado a generar competencias y desarrollo intelectual como el de aptitudes, habilidades y destrezas al impartir conocimientos técnicos necesarios para el *desempeño laboral* en una actividad, en áreas específicas de los sectores productivo y de servicios, que conducirá al título de Técnico Profesional en...

La formación técnica profesional comprende tareas relacionadas con actividades técnicas que pueden realizarse autónomamente, habilitando para comportar responsabilidades de programación y coordinación;

b) **El segundo ciclo**, ofrecerá una formación básica común, que se fundamente y apropie de los conocimientos científicos y la comprensión teórica para la formación de un pensamiento innovador e inteligente, con capacidad de diseñar, construir, ejecutar, controlar, transformar y operar los medios y procesos que han de favorecer la acción del hombre en la solución de problemas que demandan *los sectores productivos y de servicios* del país.

La formación tecnológica comprende el desarrollo de responsabilidades de concepción, dirección y gestión de conformidad con la especificidad del programa, y conducirá al título de Tecnólogo en el área respectiva;

c) **El tercer ciclo**, complementará el segundo ciclo, en la respectiva área del conocimiento, de forma coherente, con la fundamentación teórica y la propuesta metodológica de la *profesión*, y debe hacer explícitos los principios y propósitos que la orientan desde una perspectiva integral, considerando, entre otros aspectos, las características y *competencias* que se espera posea el futuro profesional. Este ciclo permite el ejercicio autónomo de actividades profesionales de alto nivel, e implica el dominio de conocimientos científicos y técnicos y conducirá al título de profesional en...

Las instituciones técnicas profesionales y tecnológicas de educación superior en forma coherente con la formación alcanzada en cada ciclo, podrán ofrecer programas de *especialización* en un campo específico del área técnica, tecnológica y/o profesional. Esta formación conducirá al título de Especialista en..."

El *Artículo 6*, plantea que esta articulación con la media técnica debe mantener el nivel técnico en las instituciones técnicas profesionales, para permitir a los estudiantes iniciar su formación en educación superior y luego optar por los ciclos tecnológico y

profesional. Se hace énfasis en que cada institución homologará o validará autónomamente los contenidos curriculares cursados y aprobados acorde con el reconocimiento de los títulos que se les otorguen.

Finalmente, en el *Artículo 19* se aclara que las **Instituciones Universitarias** o **Escuelas tecnológicas de educación superior** que deseen cambiar su carácter académico a **Universidad** deben cumplir requisitos como:

- “ a) Experiencia de *investigación de alto nivel*;
- b) Programas académicos y además *programas en ciencias básicas* que apoyen los primeros;
- c) Consolidación en aspectos de *calidad académica, desarrollo físico, económico* y administrativo;
- d) Los establecidos por el Gobierno Nacional de conformidad con las facultades establecidas en el artículo 20 literal c) de la ley 30 de 1992.”

Así, un estudiante que apruebe la educación básica puede iniciar su educación superior dentro del primer ciclo, en una carrera como la de **Técnico en Programación de Software** que se realiza durante la educación media. En caso de que el estudiante apruebe, se le ofrece la posibilidad de ingresar a un programa **Tecnológico en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información** para completar el segundo ciclo; el cual le permite continuar su cadena de formación en el tercer ciclo, presentándose a Escuelas Tecnológicas o Instituciones Universitarias en programas de **Ingeniería de Sistemas, Telemática o de Software** que como se mencionó anteriormente podrán homologar los contenidos que consideren pertinentes.

Aquí se puede apreciar un primer inconveniente, en tanto que las Escuelas Tecnológicas e Instituciones Universitarias no convalidarán la misma cantidad de contenidos, ya

que esa decisión es propia según los criterios de cada centro educativo; como segundo inconveniente las Universidades que no poseen esta modalidad de los ciclos propedéuticos, puesto que no son Escuelas Tecnológicas ni Instituciones Universitarias, pueden no recibir estos títulos solicitando para la admisión de los estudiantes una serie de requisitos propios, excusando los títulos de instituciones como el SENA por estar adscritos no al Ministerio de Educación; sino al Ministerio de Trabajo. Del mismo modo, se puede apreciar que la formación por ciclos se ofrece solo para áreas como la ingeniería, las tecnologías de la información y la administración; las cuales pueden proveer personas con una capacidad más operativa que investigativa, respondiendo al tipo de formación brindado por las Instituciones Universitarias que no fomentan la investigación de alto nivel. Entonces, un estudiante podrá tener acceso a la educación superior técnica o tecnológica con la posibilidad de continuar en Instituciones Universitarias que ofrecen máximo especializaciones; mientras que para poder acceder a un campo donde se haga investigación debe prepararse y cumplir una serie de requisitos que le permitan ingresar a Universidades que posean grupos para tal fin y que le den continuidad con estudios de maestría, doctorados o post-doctorados.

1.3. Currículo y tecnología

Dentro del **Plan Decenal de Educación 2006-2016** se presentan los fines educativos para el siglo XXI, uno de sus macro objetivos tiene que ver con “Diseñar currículos que garanticen el desarrollo de *competencias*, orientados a la formación de los estudiantes en cuanto a ser, saber, hacer y convivir, y que posibilite su desempeño a nivel personal, social y *laboral*.”, con lo cual en la política de articulación entre la educación y el sector productivo, se propone la formación por competencias orientadas al entorno laboral. Para lograrlo, se describen una serie de competencias a desarrollar en el sistema educativo:

“**Las competencias básicas** le permiten al estudiante comunicarse, pensar en forma lógica, utilizar las ciencias para conocer e interpretar el mundo. Se desarrollan en los niveles de educación básica primaria, básica secundaria, media académica y media técnica.

Las competencias ciudadanas habilitan a los jóvenes para la convivencia, la participación democrática y la solidaridad. Se desarrollan en la educación básica primaria, básica secundaria, media académica y media técnica.

Las competencias laborales comprenden todos aquellos conocimientos, habilidades y actitudes, que son necesarios para que los jóvenes se desempeñen con eficiencia como *seres productivos*.”⁴

Estas competencias se deben evidenciar mediante proyectos formativos que involucren conocimientos de las diversas áreas para el ingreso al sector productivo y a la educación superior. El desarrollo de esta articulación en la educación media técnica se promueve desde las competencias laborales generales.

⁴En página 5 de Guía No. 21, Articulación de la educación media con el mundo productivo del Ministerio de Educación Nacional

COMPETENCIA	COMPONENTE
Personales	Orientación ética, Dominio personal, Inteligencia emocional, Adaptación al cambio
Intelectuales	Toma de decisiones, Creatividad, Solución de problemas, Atención, Memoria, Concentración
Empresariales y para el emprendimiento	Identificación de oportunidades para crear empresas o unidades de negocio, Elaboración de planes para crear empresas o unidades de negocio, Consecución de recursos, Capacidad para asumir el riesgo, Mercadeo y ventas
Interpersonales	Comunicación, Trabajo en equipo, Liderazgo, Manejo de conflictos, Capacidad de adaptación, Proactividad
Organizacionales	Gestión de la información, Orientación al servicio, Referenciación competitiva, Gestión y manejo de recursos, Responsabilidad ambiental
Tecnológicas	Identificar, transformar, innovar procedimientos; Usar herramientas informáticas, Crear, adaptar, apropiar, manejar, transferir tecnologías; Elaborar modelos tecnológicos

Tabla 1.1: Competencias Laborales Generales propuestas por MEN en Guía No. 21

El objetivo de las competencias tecnológicas que se pretenden desarrollar desde las orientaciones generales para la educación en tecnología se expone en la carta abierta de presentación, donde se plantea: “Queremos que la distancia entre el conocimiento tecnológico y la vida cotidiana sea menor y que la educación contribuya a promover *la competitividad y la productividad*. [...] Al igual que las guías anteriores, [...] estas orientaciones han sido formuladas bajo el enfoque de *competencias*, puesto que éstas constituyen el eje articulador de todo el sistema educativo. [...] la educación en tec-

nología es, sin duda, uno de los recursos más importantes para promover la cultura del presente y del futuro, para construir y transformar conocimiento y para insertar a nuestro país en una sociedad globalizada.”⁵

Los desempeños de las competencias tecnológicas son formulados a partir de la relación entre la tecnología, la técnica, la ciencia, el diseño y la informática, bajo la definición de cada concepto que presenta el Ministerio de Educación, teniendo en cuenta aspectos como el descubrimiento, la innovación, la invención y la ética distribuidos en cuatro componentes principales:

“Naturaleza y evolución de la tecnología: Se refiere a las características y objetivos de la tecnología, a sus conceptos fundamentales, a sus relaciones con otras disciplinas y al reconocimiento de su evolución a través de la historia y la cultura.

Apropiación y uso de la tecnología: Se trata de la utilización adecuada, pertinente y crítica de la tecnología con el fin de optimizar, aumentar la productividad, facilitar la realización de diferentes tareas y potenciar los procesos de aprendizaje, entre otros.

Solución de problemas con tecnología: Se refiere al manejo de estrategias en y para la identificación, formulación y solución de problemas con tecnología, así como para la jerarquización y comunicación de ideas. Comprende estrategias que van desde la detección de fallas y necesidades, hasta llegar al diseño y a su evaluación. Utiliza niveles crecientes de complejidad según el grupo de grados de que se trate.

Tecnología y sociedad: Trata tres aspectos: 1) *Las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología*, en términos de sensibilización social y ambiental, curiosidad, coope-

⁵En página 3 de Guía No. 30, Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo! del Ministerio de Educación Nacional

ración, trabajo en equipo, apertura intelectual, búsqueda, manejo de información y deseo de informarse; 2) *La valoración social que el estudiante hace de la tecnología* para reconocer el potencial de los recursos, la evaluación de los procesos y el análisis de sus impactos así como sus causas y consecuencias; y 3) *La participación social* que involucra temas como la ética y responsabilidad social, la comunicación, la interacción social, las propuestas de soluciones y la participación, entre otras.”⁶

Entonces, para cada componente se propone una competencia y para cada competencia una serie de desempeños según el grado, de los cuales se pretende obtener unos resultados acordes con la capacidad que demuestren los estudiantes, a fin de identificar si es competente o no según su desempeño (ver Apéndice A.).

El mismo caso se presenta en el primer ciclo propedéutico de la educación superior, creado sobre la base de las competencias y que busca ser articulado sobre la formación por proyectos orientados a la solución de problemas; para este trabajo se tendrá como referencia el programa de formación del SENA Técnico en Programación de Software, para ingresar a este nivel técnico el estudiante debe haber aprobado la educación básica, llevando a cabo la ejecución del programa mientras que el estudiante cursa sus grados décimo (10°) y undécimo (11°). Dentro de la justificación de la creación del programa Técnico en Programación de Software aparece nuevamente la orientación de la formación hacia el sistema productivo:

“El programa Técnico en Programación de Software se creó para brindar al *sector productivo* nacional en general (debido a que la Industria del Software aplica para la mejora de los procesos productivos en todos los sectores ya sea industria, comercio, servicios, sector primario y extractivo, etc.), la posibilidad de *incorporar personal con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social*

⁶En página 14 de Guía No. 30, Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo! del Ministerio de Educación Nacional

y tecnológico de su entorno y del país, así mismo ofrecer a los aprendices formación en las tecnologías relacionados con el ciclo de vida del Software incluyendo las fases de Análisis y Desarrollo de Software, factores muy importantes para la competitividad y el efectivo posicionamiento de esta industria en el país. [...] El SENA ofrece este programa con todos los elementos de formación profesional, sociales, tecnológicos y culturales, aportando como elementos diferenciadores de valor agregado metodologías de aprendizaje innovadoras, el acceso a tecnologías de última generación y una estructuración sobre *métodos más que contenidos*, lo que potencia la formación de ciudadanos libres pensadores, con capacidad crítica, solidaria y emprendedora, factores que lo acreditan y lo hacen pertinente y coherente con su misión, innovando permanentemente de acuerdo con las tendencias y cambios tecnológicos y las necesidades del sector empresarial y de los trabajadores, impactando positivamente *la productividad*, la competitividad, la equidad y el desarrollo del país.”

La estrategia metodológica que se propone está “Centrada en la construcción de autonomía para garantizar la calidad de la formación en el marco de *la formación por competencias, el aprendizaje por proyectos y el uso de técnicas didácticas activas que estimulan el pensamiento para la resolución de problemas simulados y reales*; soportadas en la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación, integradas, en ambientes abiertos y pluritecnológicos, que en todo caso *recrean el contexto productivo* y vinculan al aprendiz con la realidad cotidiana y el desarrollo de las competencias.”, de lo cual se infiere que de las competencias y sus desempeños se esperan unos resultados de aprendizaje. A continuación se presentan las competencias y los resultados de aprendizaje del Técnico en Programación de Software:

Competencias	Resultados de Aprendizaje
Analizar los requerimientos del cliente para construir el sistema de información (380)	Identificar cada uno de los conceptos y principios que constituye la programación orientada a objetos para interpretar el diseño
	Interpretar los diagramas de caso de uso, de objetos, de estados, de secuencia, de paquetes o componentes, de despliegue, de colaboración según el diseño entregado
	Describir que son los modificadores de Acceso para aplicarlos a un proyecto de formación
	Interpretar el diagrama relacional para identificar el modelo de datos
Desarrollar el sistema que cumpla con los requerimientos de la solución informática. (500)	Construir las tablas que hacen parte del diseño del diagrama relacional en el motor de base de datos empleando las cuatro formas de normalización
	Relacionar las tablas construidas para presentar la información solicitada en el diseño
	Construir el mapa de navegación de acuerdo con el diseño entregado para orientar al usuario en el uso del aplicativo
	Construir la matriz crud en el lenguaje de programación seleccionado para verificar la funcionalidad del sistema de acuerdo con el diseño entregado
Promover la interacción idónea consigo mismo, con los demás y con la naturaleza en los contextos laboral y social (160)	
Comprender textos en inglés en forma escrita y auditiva (180)	

Figura 1.1: Competencias Técnico en Programación de Software en Contenido Curricular de Formación Titulada V. 1.0

Cuando se habla de alguien competente, "...significa afirmar que sus acciones alcanzan un cierto estándar. Estos estándares pueden ser muy exigentes" [Barnett, 2001. Pág. 108]. Por esta razón, las competencias según el ciclo en el que se trabaje exigen una serie de habilidades distintas, con un mayor desarrollo en la medida en que se cambia del nivel técnico al tecnológico y al profesional. Sin embargo, se debe tener en cuenta que si se espera un resultado de aprendizaje, se puede pensar que "... la noción de competencia tiene que ver con conductas predecibles, en situaciones predecibles." [Barnett, 2001. Pág. 109]. Entonces, "... el carácter general de las competencias suele utilizar frecuentemente frases como "habilidades, conocimiento y comprensión". Sin embargo, se centra

primordialmente en las habilidades. Sólo se incluye el conocimiento en el modelo en la medida en que sea necesario y pueda ser demostrado. Respecto de la comprensión, que es aún más elusiva, podemos decir que ni siquiera se le presta atención.” [Barnett, 2001. Pág. 109]. De tal manera, la competencia bajo este modelo tiende a preparar personas con comportamientos predecibles definidos por quienes dominan el sector productivo, teniendo al sistema educativo como fuente de abastecimiento de personal, de tal modo, se presenta la siguiente reflexión “¿Cómo es posible, en un campo profesional en el cual el conocimiento cambia, especificar de antemano el conocimiento que se requiere para lograr la competencia profesional?, ¿Quién determinará los contenidos de ese conocimiento? O bien el conocimiento que es útil hoy también será útil mañana, y en este caso nos encontramos frente a un criterio estrecho de profesionalismo, caracterizado por un control estricto, probablemente por un cuerpo profesional, que determina cuales son las respuestas cognitivas estándar y legítimas para las situaciones; o bien estamos ante una profesión abierta, capaz de responder a los cambios, caracterizada por las discusiones dentro de ella o más allá de ella, y en este caso el conocimiento que hoy es válido puede no serlo mañana.” [Barnett, 2001. Pág. 113], pensando que para la segunda opción la competencia debe presentarse de una manera más abierta y pensada sobre la base del conocimiento y la comprensión.

La propuesta de llevar al estudiante hacia una formación para la inserción al mundo laboral con funciones (determinadas por las competencias) según su ciclo , que pueden ser de coordinación (Ciclo I) y gestión (Ciclo II), hasta que lleguen a Instituciones Universitarias donde les ofrezcan conocimientos en ciencia y técnica “avanzada” (Ciclo III); generaría unas primeras preguntas ¿Dónde surge la investigación que proponen las leyes?, ¿Cómo se relacionan la investigación y el saber con el campo científico? y ¿Cuál es el vínculo que existe entre la Tecnología, la Ciencia y la Técnica?. Éstas se tratarán en adelante desde la noción de campo.

Capítulo 2

Noción de Campo: Elementos y características

Después de tratar de mostrar como ha ingresado la tecnología a hacer parte del sistema educativo, se puede asimilar que hay dos maneras en las cuales se forman sujetos en el país, una tiene que ver con la formación por competencias orientadas al entorno laboral, de la cual se esperan unos resultados para demostrar si alguien es competente o no en una determinada tarea; la otra, que no tiene la misma articulación sino hasta la educación superior Universitaria, se relaciona con la formación orientada hacia la construcción del saber promovida desde la investigación, la cual es posible si se trabaja desde el proceso de abstracción para desarrollar el verdadero espíritu científico; cuando se habla de investigación desde las competencias, de antemano se espera un resultado que se materializa en productos o servicios. Debido a esto, se clasifica a los grupos de investigación por niveles y se separan las instituciones de acuerdo con su capacidad investigativa, como ocurre con las Instituciones Universitarias y las Universidades; ya que las primeras están más orientadas hacia la formación laboral y generalmente no ofrecen programas en ciencias básicas (Filosofía, Matemáticas, Física, Química, etc.) para apoyar la investigación de alto nivel.

Para tratar de entender cómo surge la investigación científica se utilizará la noción de campo, a fin de comprender quién puede hacer investigación y cuáles son los requisitos para hacer investigación.

2.1. Definición de Campo

Campo puede entenderse como un conjunto de intereses en puja, que generan una serie de tensiones entre las posturas que poseen sus integrantes. Estos comparten unas reglas que les permiten participar por la discusión del objeto del campo, el cual se encuentra sujeto a presiones externas de acuerdo con su utilidad.

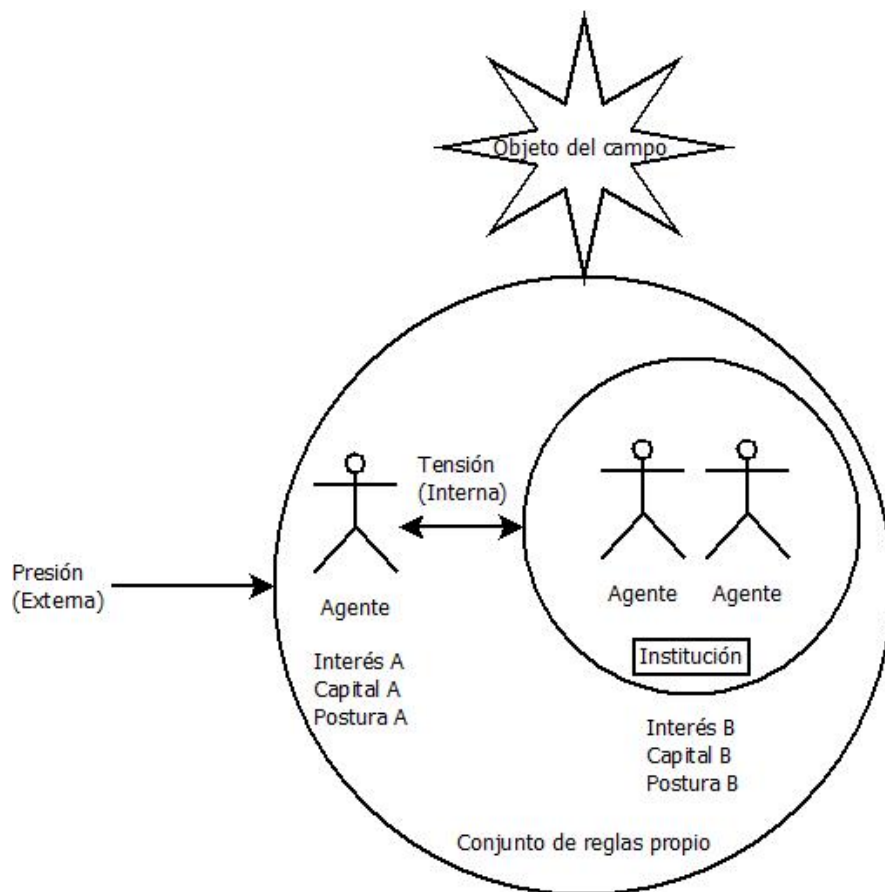


Figura 2.1: Noción de campo

Así, “. . . un campo puede ser definido como una red o una configuración de relaciones objetivas entre posiciones. Estas posiciones están objetivamente definidas, en su existencia y en las determinaciones que imponen sobre sus ocupantes, agentes o instituciones, por su situación presente y potencial (situs) en la estructura de distribución de especies del poder (o capital) cuya posesión ordena el acceso a ventajas específicas que están en juego en el campo, así como por su relación objetiva con otras posiciones (dominación, subordinación, homología, etcétera.)” [Bourdieu, 2005. Pág. 150].

Para proponer la existencia de un campo se requiere pensar en términos relacionales entre un objeto (del campo) y los sujetos (agentes) dentro de un espacio limitado, donde éstos se encuentran influenciados por una lógica de funcionamiento interna (reglas), diferente de otros espacios (campos).

2.2. Características de un Campo

Analizar un campo requiere comprender ¿Qué hace posible su existencia? y ¿Cómo es su funcionamiento?.

Cada campo tiene un objeto propio sobre el cual se constituye, este le permite diferenciarse de otros campos y se determina cuando aparece un punto de vista particular (del campo) que hace posible la comprensión de un elemento, situación o fenómeno; dando razón explícita de sus comportamientos, características o propiedades. “. . . a cada campo le corresponde un punto de vista fundamental sobre el mundo que crea su objeto propio y que halla en su propio seno los principios de comprensión y explicación convenientes a ese objeto.” [Bourdieu, 1999. Pág 132], por lo cual, se puede pensar que esa comprensión tiende a conformar un conocimiento especializado (saber) que empieza a generar una brecha con el sentido común o consenso de otro espacio.

Cada campo tiene unos integrantes que son concebidos como agentes, los cuales pueden producir efectos en cuanto tienen una postura y unas perspectivas, propiedades que le permiten ingresar al mismo o moverse hacia otro campo, en búsqueda de algún tipo de capital. El capital (económico, cultural, simbólico, etc.) existe en un campo, en tanto que pueda favorecer los intereses de los agentes impulsándolos a apoderarse de él en la mayor medida posible, de manera que aparece una pugna entre los agentes por acumular capital, el cual les permitirá mejorar su posición dentro del campo logrando autoridad o reconocimiento. Entonces, “Un capital no existe ni funciona salvo en relación con un campo.” [Bourdieu, 2005. Pág. 155] No obstante, el capital que acumulan los agentes no se da en la misma proporción, los que lo posean en volúmenes similares pueden asociarse conformando instituciones; mientras que quienes tengan otro porcentaje pueden diferir en su postura:

“Podemos representarnos a los jugadores (agentes) como si cada uno de ellos tuviera una pila de fichas de colores y cada color correspondiese a una especie dada de capital, de manera tal que su fuerza relativa en el juego, su posición en el espacio de juego como así también los movimientos que haga, más o menos arriesgados o cautos, subversivos o conservadores, dependerán tanto del número total de fichas como de la composición de las pilas de fichas que conserve, esto es, del volumen y estructura de su capital. Dos individuos dotados de un capital general equivalente pueden diferir, en su posición y en sus posturas (“tomas de posición”), en que uno detenta mucho capital económico y escaso capital cultural mientras que el otro tiene poco capital económico y grandes activos culturales.” [Bourdieu, 2005. Pág. 152]

De este modo, los agentes están dispuestos a ingresar y a luchar en un campo a fin de darle un valor o un sentido al capital, e incluso, si este ya lo tiene buscarán transformarlo; se debe tener en cuenta que el capital puede tener un valor distinto en un determinado campo dependiendo de lo productivo que pueda ser para él. En dicho

enfrentamiento de fuerzas que surge entre los agentes, cada uno tratará no solo de conseguir el capital, sino que intentará conservarlo y, si es posible, aumentarlo según lo permitan las reglas del campo; aunque cabe destacar en este punto que las reglas se pueden transformar cuando la acumulación de un capital es muy alto de manera que se puede modificar el valor o el beneficio del intercambio buscando obtener el mejor partido con los agentes que no lo poseen.

“... los jugadores pueden jugar para aumentar o conservar su capital, [...], en conformidad con las reglas tácitas del juego (campo) y los prerequisites de la reproducción del juego y de sus asuntos en juego; pero también pueden ingresar en él para transformar, total o parcialmente, las reglas inmanentes del juego. Pueden, por ejemplo, trabajar para cambiar el valor relativo de fichas de diferentes colores (capital de diferentes tipos), la tasa de cambio entre diversas especies de capital, a través de estrategias que apunten a desacreditar la forma de capital en la que reposa la fuerza de sus oponentes (el capital económico, por ejemplo) y valorizar las especies de capital que poseen en abundancia (capital jurídico, por ejemplo). Una buena cantidad de luchas dentro del campo del poder son de este tipo, especialmente aquéllas que apuntan a conquistar el poder del Estado, esto es, los recursos económicos y políticos que permiten al Estado esgrimir poder sobre todos los juegos y todas las reglas que los regulan.” [Bourdieu, 2005. Pág. 153]

Cuando un agente se encuentra inserto en un campo y ha acumulado una cierta cantidad de experiencias en la lucha por la consecución del capital del mismo, obtiene una posición o “titulación”, con el derecho a llamarse artista, por ejemplo, en el campo del arte; puesto que ya conoce y se desenvuelve con cierta habilidad frente a las reglas generadas en determinado campo, esta comprensión hace posible que se pueda diferenciar de los agentes de otros campos e identificar los límites del mismo. Así, “Este o aquel intelectual en particular, este o aquel artista, existe como tal sólo porque existe

un campo intelectual o artístico” [Bourdieu, 2005. Pág. 162], se puede proponer entonces que el campo de cierta manera determina la subjetividad de los agentes, influenciando sus habitus o el “modus operandi”, conforme a las reglas del campo, “Cada campo es la institucionalización de un punto de vista en las cosas y los habitus. El habitus específico, que se impone a los recién llegados como un derecho de entrada no es más que un modo de pensamiento específico [...] un habitus compatible en la práctica, tanto como sea posible, y, sobre todo, moldeable y susceptible de ser convertido en habitus conforme [...] ,es decir, abierto a la posibilidad de reestructuración.” [Bourdieu, 1999. Pág. 133]

La historicidad es otro elemento que se puede encontrar en el campo, cuando se plantea que “Hay historia sólo en la medida en que la gente se rebela, resiste, actúa” [Bourdieu, 2005. Pág. 157], ésta surge de los enfrentamientos entre los agentes donde unos tendrán la posibilidad de ser dominantes en algunos ámbitos acorde a su posición en el campo y otros serán la resistencia. Mientras los que tienen posiciones dominantes tratarán de poner o modificar las reglas a su favor, quienes están en la posición de dominados tendrán deseos de mejorar su lugar dentro del campo (o por lo menos mantenerlo para evitar el detrimento de sus intereses), generando oposición. No se constituiría un campo si no existiese la lucha, si la parte dominante anula a la resistencia, se acabaría la confrontación y no habría puja por la consecución de su objeto; así mismo, son las reglas (que se generan y modifican), y las luchas aquellas que determinan las fronteras dinámicas del campo.

2.3. El Campo Científico

Para poder pensar en un campo científico se debe intentar comprender lo que es “hacer ciencia”, por tal motivo es necesario preguntarse: ¿Qué objetivo tiene la ciencia?, ¿Quién puede hacer ciencia?, ¿Cuáles son las condiciones para hacer ciencia?; con el fin de poder identificar y describir ciertas reglas que pudiesen constituir este espacio

y diferenciarlo de los demás.

Para lograr tener una idea de lo que es hacer ciencia se parte de que "...la ciencia se construye construyendo su objeto (saber) contra el sentido común -siguiendo los principios de construcción que la definen- (método científico), no se impone por su sola evidencia, es porque nada se opone más a las evidencias del sentido común que la diferencia entre el objeto "real", preconstruido por la percepción y objeto científico, como sistema de relaciones expresamente construido." [Bourdieu, 2002. Pág. 51]. Como este objeto científico ha sido construido con el fin de diferenciarlo del sentido común, mediante una metodología propia del campo, justificado en los cimientos de una historicidad del concepto (concebidos internamente), la mejor manera de exponerlo es fundamentando una investigación basada en las técnicas científicas, entonces, "El campo científico es, al igual que otros campos, el lugar de prácticas lógicas, pero con la diferencia de que el habitus científico es una teoría realizada e incorporada" [Bourdieu, 2003a. Pág. 77], lo cual puede permitir generar una voz especializada y que pueda ganar la respetabilidad necesaria para ser considerada como autoridad científica.

Así, el campo científico "...tiene por apuesta específica el monopolio de la autoridad científica, inseparablemente definida como capacidad técnica y como poder social." [Bourdieu, 2003b. Pág. 76], lo cual sería el capital que se consigue en la medida en que alcanza el objeto principal, en este caso la búsqueda del saber. Para tal propósito, se requiere un tipo de agente que desee conseguir esta autoridad, de manera que pueda hablar a nombre de la ciencia desde una posición jerárquica, demostrando que tiene un capital científico acumulado suficiente para determinar qué es importante e interesante y qué es susceptible de ser investigado. "La autoridad científica es, pues, una especie particular de capital que puede ser acumulado, transmitido e, incluso reconvertido en otras especies bajo cierto tipo de condiciones." [Bourdieu, 2003b. Pág. 84].

2.3.1. Investigación y producción de verdades científicas

Inicialmente se analizará la lógica de funcionamiento o estructura de campo, la cual puede facilitar la identificación de quiénes y cómo son los agentes del campo, y bajo qué condiciones interactúan.

La estructura del campo se puede entender desde la forma en que se distribuye el capital específico de reconocimiento científico entre quienes participan en la confrontación para conseguirlo. Dado que este campo tiene como objeto la construcción del saber, aparece una lucha de intereses entre agentes preocupados por alcanzar primero el objetivo de hablar a nombre de la ciencia, es en este punto en donde empieza a surgir una lucha en la cual debe existir el ideal de que se puede competir, puesto que los competidores no tienen los mismos capitales (o por lo menos no en la misma proporción), haciendo que quienes poseen menor cantidad de capital deseen aumentarlo para igualar el capital de un grupo o comunidad científica que le brinde la posibilidad de pertenecer al mismo; o superarlo para conseguir una mayor autonomía en la búsqueda de mayor autoridad y menor subordinación a los intereses de otros competidores.

Los agentes que ingresan a esta pugna deben cumplir unas condiciones mínimas requeridas para poder recibir el título de científicos. Una de esas condiciones, tal vez la más importante, es que pueda invertir su talento en la búsqueda de verdades científicas, “la aceptación o la eliminación de los nuevos ingresantes o la concurrencia entre los diferentes productores (científicos), pueden determinar la aparición de esos productos sociales relativamente independientes de sus condiciones sociales de producción que son las verdades científicas.” [Bourdieu, 2003b. Pág. 75]. De ser así, este agente del campo debe estar en capacidad de realizar investigaciones acerca de un paradigma que puede tener un desarrollo teórico (según la historicidad desarrollada por otros investigadores) dentro del campo o fuera de él.

Por lo cual el investigador en el marco de su habitus responde a cuestiones internas y externas del campo, estando expuesto a la seducción (por un beneficio personal), subordinación (a los criterios de un programa de investigación), sumisión (a la destinación de recursos) o desinterés (entrega de mínimos requeridos, nada más). [Bustamante, 2014. Pág. 25]

El paradigma de la investigación se define de acuerdo con los intereses determinados como problemas importantes, algunos que generarán una mayor competencia (tensión interna en el campo) por la calidad de sus beneficios (económicos, de equipamiento técnico, de cualificación, etc.) sujetos a presión externa, "... (las practicas científicas no aparecen como "desinteresadas" sino por referencia a intereses diferentes, producidos y exigidos por otros campos). "[Bourdieu, 2003b. Pág. 76] y otros de menor prestigio donde no hay una competencia tan fuerte pero que también puedan ofrecer beneficios importantes, por lo tanto, "Es necesario comprender en la misma lógica las transferencias de capital de un campo determinado a un campo socialmente inferior, donde una competencia menos intensa promete posibilidades de beneficios más altas al detentador de un capital científico determinado." [Bourdieu, 2003b. Pág. 84].

Este avance le da la posibilidad al campo (científico) de ser más autónomo en la manera de producir verdades científicas, de acuerdo con la acumulación de conocimientos que pueda reevaluar y rectificar; siempre y cuando, éstos generen beneficios a los campos externos que ejercen presión (económico, por ejemplo), y reconocimiento e importancia sobre aquellos que actúa (político) para que los dispositivos de control puedan ajustar "... los mecanismos institucionales que aseguran la selección social y escolar de los investigadores (en función por ejemplo de la jerarquía establecida de las disciplinas, la formación de los agentes seleccionados, el control de acceso a los instrumentos de investigación y de publicación, etc.)" [Bourdieu, 2003b. Pág. 100], de tal manera, que se pueda evidenciar el buen posicionamiento del campo y el progreso de la ciencia,

basándose en su objeto particular que es la búsqueda del saber, representado en la posibilidad de dar a conocer unas verdades científicas (producto), que le permitan a sus agentes (científicos) conseguir autoridad (capital) para hablar a nombre de la ciencia.

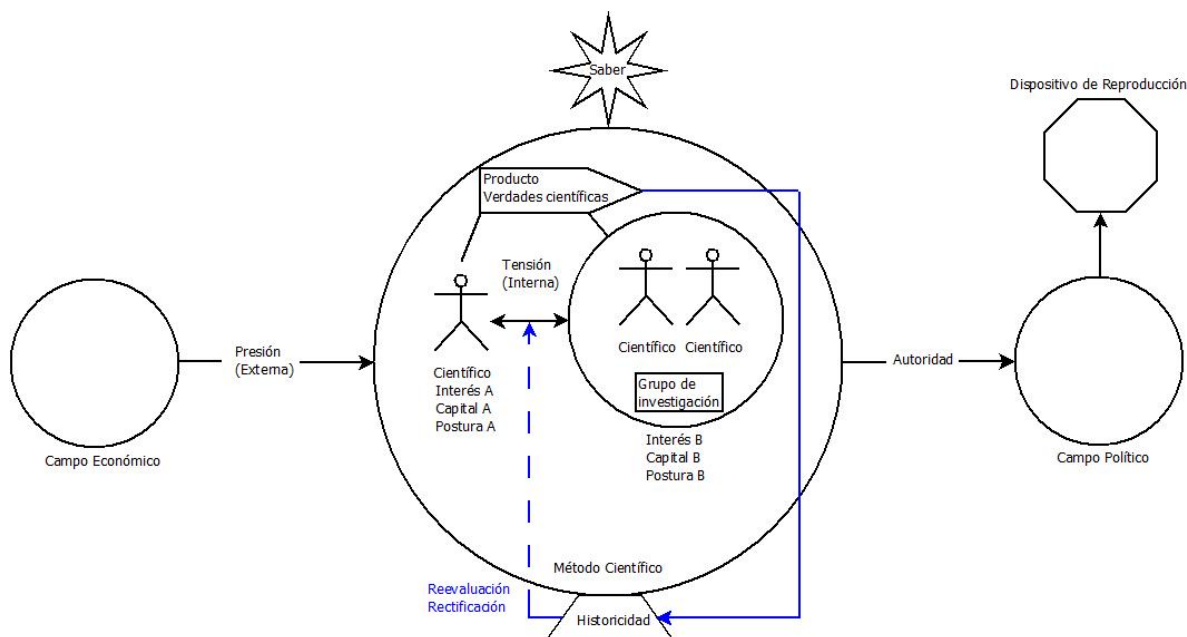


Figura 2.2: El Campo Científico

Basándose en el análisis de la existencia de un campo científico que tiene como objeto la consecución del saber, la investigación se presenta cuando se definen unos asuntos que se consideran importantes para los intereses de los científicos, y que no necesariamente son estudiados para responder a fines económicos o políticos; aunque ahora esta sea la tendencia. En ese sentido, la investigación pretende buscar el desarrollo de modelos o conceptos que incluyan a la comprensión, tratando de entender un fenómeno del mundo en cuanto a sus características y comportamientos con el propósito de brindar explicaciones especializadas a nombre de la ciencia; evitando quedarse en el sentido común y movilizándolo el espíritu científico.

Atendiendo a esto, se analizará cómo se puede llegar a dar el proceso de abstracción para promover la formación del espíritu científico. En tanto que, la formación del espíritu científico tiende a generar la movilización del pensamiento para entender lo que perciben los sentidos, e incluso, para comprender aquello que se encuentra alrededor o más allá de ellos. Para esto, es necesario reconocer además de las características y los comportamientos, los impactos (continuos o discontinuos) que produce un evento o fenómeno evitado quedarse en la normalización o matematización; con la finalidad de entender la mayor cantidad de concepciones del estudio en cuestión, puesto que en la naturaleza hay cosas que no son predecibles y por lo tanto no se pueden recrear, como se pretende con los resultados para las competencias; al contrario, eventos aleatorios permiten reformular hipótesis o avanzar en ellas desde las nociones abstractas.

2.3.2. El sentido común

Cuando se habla de sentido común se puede hacer referencia a una serie de ideales que se construyen y comparten en un determinado grupo social, estos se relacionan en torno a una visión puntual acerca del mundo. Este sentido común es dado al individuo cuando se inserta en una comunidad y adquiere el lenguaje para desenvolverse dentro de este espacio ya constituido y organizado de manera consensuada. Dentro de este marco se pueden tener espacios para el intercambio, la asociación o la oposición.

De tal manera que, “El sentido común es un fondo de evidencias compartidas por todos que garantiza, dentro de los límites de un universo social, un consenso primordial sobre el sentido del mundo, un conjunto de lugares comunes (en sentido lato), tácitamente aceptados, que posibilitan la confrontación, el diálogo, la competencia, incluso el conflicto, y entre los cuales hay que reservar un lugar para los principios de clasificación tales como las grandes oposiciones que estructuran la percepción del mundo. [...] El sentido común es, en gran parte, nacional porque hasta la fecha la mayoría de los grandes principios de división han sido inculcados o consolidados por las instituciones

escolares, cuya misión principal consiste en construir la nación en tanto que población dotada de unas mismas “categorías”, y por lo tanto, de un mismo sentido común. [. . .]. La existencia de campos transnacionales (científicos en particular) crea sentidos comunes específicos que ponen en tela de juicio el sentido común nacional y propician que surja una visión escolástica del mundo (más o menos) común a todos los scholars de todos los países.”[Bourdieu, 1999. Pág. 130]

Aquí se puede ver la diferenciación que presenta la existencia de campos autónomos, que tienen un objeto propio del cual intentan dar razón, apartándose del sentido común, evolucionando de la experiencia básica al conocimiento común y de ahí al conocimiento especializado. Por tal motivo, vale la pena mencionar que a medida que se establece el conocimiento especializado y se divulga de manera general, los conceptos se empiezan a acumular dentro del sentido común y entonces un campo como el científico que tiene por objeto la construcción del saber debe procurar continuamente reformular sus criterios para que la ciencia avance.

2.3.3. En búsqueda del espíritu científico

En la búsqueda de entender y representar el mundo, se han hecho grandes esfuerzos por plantear hipótesis a partir de la observación y la experimentación. Esta tarea ha hecho que se generen una serie de preguntas que dependiendo de su complejidad tengan una o varias posibles respuestas, desde las cuales se puede explicar un fenómeno; sin embargo, algunas de estas respuestas pueden ofrecer más dudas que certezas en tanto que no superen los obstáculos que permiten demostrar coherencia. De tal manera que, “Una experiencia científica, es pues, una experiencia que contradice a la experiencia común.”[Bachelard, 1948. Pág. 13]

Un problema para que esto suceda tiene que ver con la experiencia básica, en la cual la intuición tiende a colocarse en un primer plano, sin permitir pensar un objeto más

allá de la descripción de las propiedades que se perciben de manera inmediata. “Se ha dicho frecuentemente que una hipótesis científica que no levanta ninguna contradicción no está lejos de ser una hipótesis inútil. Lo mismo, una experiencia que no rectifica ningún error, que es meramente verdadera, que no provoca debates, ¿a qué sirve?” [Bachelard, 1948. Pág. 13]. Así pues, para poder comprobar una verdad se debe empezar a fortalecer un espíritu científico que vincule la observación con la experimentación, teniendo presente que “. . . entre la observación y la experimentación no hay continuidad, sino ruptura.” [Bachelard, 1948. Pág. 22]

Para poder movilizar el pensamiento es necesario pasar por el empirismo inmediato, el cual, aunque no ofrece las condiciones para desarrollar el espíritu científico si brinda la posibilidad de reflexionar acerca de un primer juicio, fundado a través de los sentidos, que puede ser tratado como un marco referencial en el que se plantean las primeras preguntas; puesto que si se vuelve a retomar una experiencia básica se pueden comparar los primeros acercamientos sensibles, cuestionando la certeza de haber comprendido la primera idea sobre el objeto de estudio; entonces, para animar el espíritu científico se requiere “Precisar, rectificar, diversificar, he ahí los tipos de pensamiento dinámico que se alejan de la certidumbre y de la unidad, y que en los sistemas homogéneos encuentran más obstáculos que impulsos.” [Bachelard, 1948. Pág. 19]

Cuando se llega a una idea (más o menos) clara, hay que evitar asumir que esta es la respuesta o representación definitiva del fenómeno de estudio, porque se puede caer en el error de la normalización, impidiendo pensar en las discontinuidades que se pueden presentar y que pueden ser referencias para entender el objeto de estudio desde nuevos puntos de vista. Entrando en un estado de inercia, en tanto que “A veces una idea dominante polariza al espíritu en su totalidad. [. . .]. Llega un momento en que el espíritu prefiere lo que confirma su saber a lo que lo contradice, en el que prefiere las respuestas a las preguntas. Entonces el espíritu conservativo domina y el crecimiento

espiritual se detiene.” [Bachelard, 1948. Pág. 17]

Por lo tanto, el pensamiento científico funda diversas formas para analizar e interpretar un fenómeno, a fin de proponer nuevos modelos de interpretación, que usualmente son la respuesta a modelos precedentes que se basaban en conceptos instaurados y aceptados en determinados momentos históricos. “Es fundamentalmente el modo como el sujeto asume una condición perceptiva frente a los objetos que le rodean lo que establece el sistema de referencia y el espacio de posibilidad sobre el que se genera un tipo de conocimiento. Así, se debe entender que es en las circunstancias mismas del conocer (de época, de acceso a información, de existencia de recursos técnicos, etc.) donde se presentan las restricciones y las posibilidades para la configuración científica del mundo.” [Balza, 2006. Pág. 6]

El espíritu científico supone entonces pasar por un primer acercamiento sensible hacia un fenómeno, del cual se desprenderán empíricamente unas nociones que no son definitivas ni dan explicación puntual del objeto de estudio; sin embargo pueden ofrecer un marco de referencia para proponer algunas hipótesis que busquen movilizar el pensamiento hacia unas estrategias de experimentación, permitiendo observar y analizar las rupturas o discontinuidades en el comportamiento del objeto, brindando la posibilidad de afirmar o contradecir la descripción construida, e incluso, promover la aparición de nuevos puntos de vista. Cuando se ha alcanzado este punto en la construcción de un conocimiento común basado en una descripción y experimentación más que empírica, se requiere realizar una comprensión que abarque la mayor cantidad de opciones para enfocar líneas de investigación, evitando quedarse con las primeras nociones, entendiendo que “El espíritu precientífico quiere siempre que el producto natural sea más rico que el producto artificial.” [Bachelard, 1948. Pág. 37], lo que conlleva a evitar que el espíritu científico se inmovilice y no se quede solo en la representación de leyes que describan los hechos observados a través de la experiencia. Por lo tanto, “Para confir-

mar científicamente la verdad, es conveniente verificarla desde varios puntos de vista diferentes. Pensar una experiencia es entonces mostrar la coherencia de un pluralismo inicial.” [Bachelard, 1948. Pág. 14]

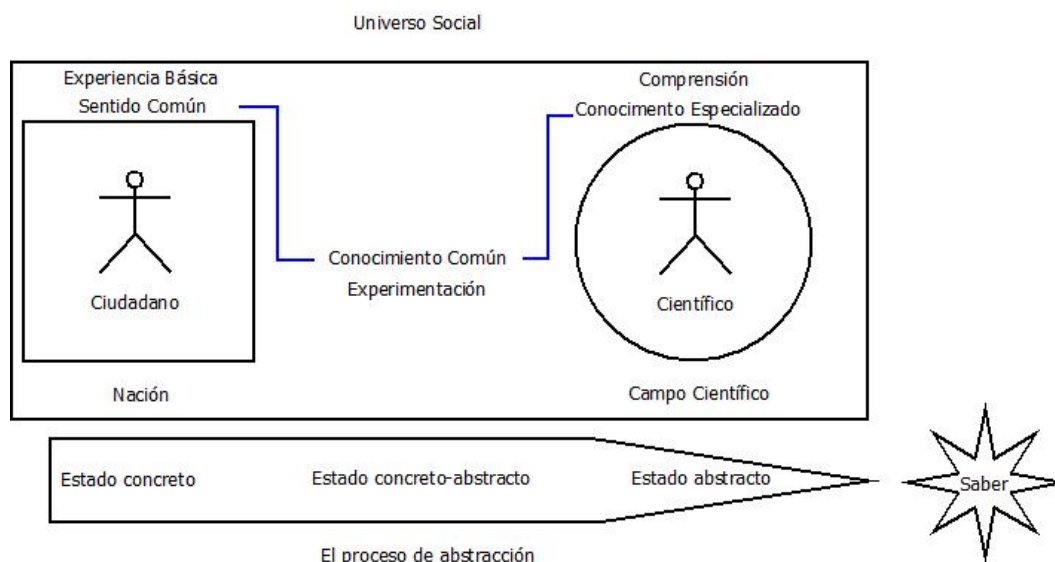


Figura 2.3: Formación del Espíritu Científico

En este punto de la discusión se puede plantear una pregunta, si la tecnología va más allá de *las aplicaciones de la ciencia*. ¿Cómo sería posible pensar la tecnología y su relación con un campo destinado a la producción del saber?

2.4. Una discusión sobre el Campo Técnico

Para pensar la tecnología desde un campo técnico se referencia el trabajo *Sobre el discurso tecnológico de la modernidad* donde se plantea que los griegos fueron quienes en primera instancia trataron de explicar el concepto de tecnología, y su idea argumentaba que "...tecnología se compone en esencia de tres coordenadas: de un lado, las prácticas y saberes (*tekhne*) de una ocupación cualquiera (v.gr escultura, arquitectura, etc., pasando por el teatro y la composición de discursos, hasta la propia política.); de

otro lado, el ejercicio intelectual que organiza esas prácticas en un tratado (*logos*) consistente; y, finalmente, el documento escrito en el que el tratado se divulga a un público interesado. Entre estas tres coordenadas, la segunda funge como término medio entre las otras dos; las vincula en una unidad por la cual un saber no ligado inicialmente a la *theoría* sino a la *poiesis* o la *praxis* adquiere consistencia como campo técnico vía el ejercicio del discurso (*logos*), el cual determina y distribuye los principios que organizan los componentes del campo técnico.” [Carvajal, 2012. Pág. 40]

Las técnicas se hacen necesarias en la medida en que hay propósitos (deseos) que conllevan a actuar sobre una necesidad para transformar algo del entorno; de lo contrario, “Una técnica sin propósito es solo un gasto de energía idiota, “idiosin-crático”.” [Carvajal, 2012. Pág. 41]. De tal forma que una técnica requiere de un análisis para ser pensada y organizada dentro de un campo de actividad, entonces la técnica tendría que ver con “. . . maneras (estrategias, habilidades físicas e intelectuales, así como instrumentos) que los hombres desarrollan para realizar esos propósitos” [Carvajal, 2012. Pág. 42]

De acuerdo con esto, el campo técnico se puede pensar en relación a dos categorías, “. . . de un lado, aquellas técnicas ligadas de manera directa al conocimiento de los fenómenos, a las cuales se les suele dar el nombre genérico de *ciencia*. [. . .]. La segunda categoría de técnicas agrupa a aquellas ligadas a la creación y construcción de instrumentos y sistemas de instrumentos, que solemos denominar con nombres diversos como *ingenierías, arquitecturas, diseño, arte, administraciones, etc.* [. . .]. La tecnología real implica dos tipos de principios: unos que llamaré *principios de la técnica* y otros que denominaré *principios técnicos*.” [Carvajal, 2012. Pág. 42]; los principios de la técnica serán un asunto propio del campo científico, los cuales determinarán las condiciones de los principios técnicos. La lógica bajo la cual se circunscriben estas condiciones se llama *pensamiento tecnológico*. Así, “La tecnología no es una especie de técnica, no es expresión de la técnica; no es tampoco el instrumento, ni el saber que lo diseña,

construye y opera. La tecnología es un tipo de discurso. Un tipo, no un discurso en particular. *Tecnológico* es todo aquel discurso de orden político, jurídico, pedagógico, científico, ingenieril, religioso, etc., que pretenda dar orientación y organización a un campo técnico determinado.” [Carvajal, 2012. Pág. 50]

La desviación de este concepto de tecnología analizado por los griegos se rastreó a partir de la Revolución Industrial aludiendo a Johan Beckmann, Hélène Vérin y Karl Marx. De cuya exploración y argumentación se resalta que, “. . . a Beckmann solo le interesa la manufactura; quiere que las técnicas industriales se resuman y recojan en una sola, se fundan en una sola axiomática. Esta unidad implica, por supuesto, un control político y administrativo de la técnica, el poder de un Estado; y esta unidad operativa, esta coordinación en una axiomática universal, solo puede estar ligada a la necesidad de desarrollo económico en cuanto alto nivel de producción. [. . .] en Francia (Vérin) quedó constituida como una ciencia intermediaria entre la teoría y la práctica, más precisamente, entre las ciencias físicas y el ejercicio de las artes, [. . .]. El propio Marx en *El capital* entendió el término tecnología en el sentido contemporáneo: como diseño y construcción de instrumentos.” [Carvajal, 2012. Pág. 52:53]

Como resultado de esta tergiversación se presenta que, “Por esta vía, el artesano se vuelve un obrero sin especialidades directas que no sean las de operación y cuidado de la máquina. Despojar al obrero de su habilidad, se traduce finalmente en la tendencia a despojar en general a los individuos de su capacidad para ejecutar procesos, incluso procesos de cálculo y razonamiento, que no es otra cosa en lo que consiste aquello que se llama inteligencia artificial.” [Carvajal, 2012. Pág. 55]

Entender el concepto de tecnología desde sus inicios puede ayudar a pensar en la posible existencia de un campo técnico, a fin de evitar quedarse en el concepto moderno que se ha propuesto desde las competencias definidas en torno al sector productivo. De

modo que, es posible pensar en un campo técnico que organiza y analiza las técnicas de acuerdo a unos principios que se instauran en un campo científico, entendiendo que para reflexionar en la identificación, categorización y potenciación de las habilidades se requiere tener un *pensamiento tecnológico que establezca relaciones entre la comprensión de los fenómenos, los propósitos técnicos y las habilidades técnicas para enfrentar circunstancias problemáticas que impidan acercarse a un saber o a una necesidad, que no siempre se materializan en un instrumento y que deben ir más allá de la acción manual*, de tal manera, que sea posible fomentar el desarrollo del pensamiento tecnológico orientado desde la comprensión.

2.5. ¿Qué significa comprender?

La evolución del espíritu científico encuentra su punto más alto cuando entra en el estado abstracto, respecto a los tres estados por los cuales éste debe hacer trámite:

1. **El estado concreto**, en el que el espíritu se recrea con las primeras imágenes del fenómeno y se apoya sobre una literatura filosófica que glorifica la Naturaleza, y que, extrañamente, canta al mismo tiempo a la unidad del mundo y a la diversidad de las cosas.

2. **El estado concreto-abstracto**, en el que el espíritu adjunta a la experiencia física esquemas geométricos y se apoya sobre una filosofía de la simplicidad. El espíritu se mantiene todavía en una situación paradójica: está tanto más seguro de su abstracción cuanto más claramente esta abstracción está representada por una intuición sensible.

3. **El estado abstracto**, en el que el espíritu emprende informaciones voluntariamente substraídas a la intuición del espacio real, voluntariamente desligadas de la experiencia inmediata y hasta polemizando abiertamente con la realidad básica, siempre impura, siempre informe.” [Bachelard, 1948. Pág. 11]

De lo anterior puede surgir una inquietud, si ya se distingue una ruta por la cual se moviliza el espíritu científico desde el estado concreto hasta el estado abstracto, atravesando la experiencia básica y el conocimiento común ¿Qué características puede tener la abstracción?

Abstraer es comprender la lógica que está más allá de un objeto o concepto que se ha descrito o geometrizado. La abstracción no se define únicamente por lo que perciben los sentidos; más bien es fruto de una construcción del pensamiento (modelo mental) que se analiza sobre hipótesis que no están al alcance de comprobación por parte de instrumentos o de la percepción sensorial, aunque a futuro, puede promover la construcción de artefactos o métodos que pueden corroborar dichas hipótesis y al mismo tiempo generar el planteamiento de otras más complejas. “Por lo que, hablar del espacio y el tiempo sólo es posible por medio de conceptos abstractos (carga, giro, masa, extrañeza, números cuánticos) que no hacen referencia ni al espacio y ni al tiempo sino, que son conceptos macroscópicos que obran entre sí de forma que deben describirse también abstractamente, es decir, sin referencia al espacio y al tiempo.” [Balza, 2006. Pág. 13]

De modo que si abstraer es comprender, se requiere definir que es la comprensión. “La comprensión es comprensión de algo. Ese algo es una entidad del mundo, pero podemos acceder a ella a través de ideas, teorías, postulaciones e historias que ya existen al respecto [...]. Cuanto más clara es nuestra comprensión, más desarrollamos nuestro propio punto de vista y menos dependemos de los puntos de vista de los demás, aun cuando unos y otros se parezcan mucho. Una vez han sido captadas por nuestros propios esquemas y que han pasado a formar parte de la red de ideas de nuestra mente, quedarían psicológicamente libres de comprensión de los demás. Sin embargo, seguirían ontológicamente ligados a esas ideas y, a partir de ese anclaje, serían percibidos por los demás como comprensiones válidas.” [Barnett, 2001. Pág. 151]. Por tanto, la compren-

sión se desarrolla en torno la comprensión de otros, “Tal como afirma Wittgenstein, no hay un lenguaje privado y por lo tanto no puede haber una comprensión totalmente independiente.” [Barnett, 2001. Pág. 152]

Ahora, si la comprensión crece desde unas hipótesis iniciales (concretas-abstractas) hacia la postulación de otras hipótesis más complejas (abstractas), se puede decir que, “Una comprensión nunca puede ser absoluta ni totalmente abarcativa. Siempre es posible agregarle algo.” [Barnett, 2001. Pág. 152], de tal forma que, “La comprensión es necesariamente un estado activo de la mente.” [Barnett, 2001. Pág. 148]

Acorde a lo anterior, se plantea la pregunta: ¿Cómo es posible reconocer si alguien comprende algo?

Para analizar cómo se comprende algo, se deben reconocer algunos aspectos que ofrezcan puntos de partida, para esto se tomará la siguiente referencia:

“Hay una serie de criterios necesarios para establecer que una persona tiene una comprensión bien desarrollada acerca de un tema complejo, por ejemplo de la filosofía de Wittgenstein. En primer lugar, para que la comprensión sea perfecta debe ser una comprensión verdadera, correcta o válida y no un malentendido. En segundo lugar debe ser una comprensión profunda, que llegue a los principios fundamentales, las presuposiciones y las motivaciones. En tercer término debe ser abarcativa y no dejar de lado ningún aspecto significativo. En cuarto lugar, debe ser sinóptica, es decir, debe permitir una visión de la totalidad de la cosa. Idealmente, también se debe poder relacionar esta totalidad con antecedentes más amplios. En quinto lugar, debe ser sensible a los significados ocultos, a los sutiles cambios de énfasis y los matices de expresión. En sexto término, debe ser crítica: una persona no puede comprender completamente la filosofía de Wittgenstein si es ciego ante sus errores, debilidades y omisiones y frente a la posi-

bilidad de descripciones o explicaciones alternativas. En séptimo lugar, debe ser firme y no insegura o intermitente. En octavo término, debe ser fértil o creativa; una persona no comprende verdaderamente la filosofía de Wittgenstein si no puede comenzar a aplicar sus principios a un tema que no fue analizado por Wittgenstein. Una respuesta evaluativa adecuada podría ser un noveno criterio, ya que podemos resistirnos a admitir que alguien tenga una comprensión completa de la filosofía de Wittgenstein si no tiene hasta una cierta admiración por sus logros. Una comprensión verdadera, abarcadora, sinóptica, sensible, fértil, crítica firme y apreciativa sería una comprensión bien desarrollada o excelente. Las características mencionadas en esta lista son virtudes más o menos independientes o excelencias de la comprensión. En ciertos casos particulares unas de ellas pueden estar mucho más presentes que otras.” [Barnett, 2001. Pág. 147] ¹

De tal forma, se puede entender que la comprensión tiene unos niveles que se pueden desarrollar más que otros, dando la posibilidad de evaluar la comprensión de una persona, donde “Lo que se describe es la captación (nivel de comprensión) que tiene una persona de lo que está sucediendo. [. . .]. Al atribuirle a alguien un determinado grado de comprensión, estamos haciendo algo más de lo que haríamos si dijésemos que es capaz de discriminar colores o de responder adecuadamente a la orden de sumar dos más cinco (como en el caso de la competencia, en el que se esperan resultados conocidos que se resuelven en situaciones o ejercicios controlados). [. . .]. Decir que x comprende es darle una alta calificación; significa decir que su estado de conciencia es valioso.” [Barnett, 2001. Pág. 145]. Una anotación importante tiene que ver con que la comprensión no es perfecta; sino que es un proceso de crecimiento y construcción, en el que incluso se puede reformular esta comprensión, haciendo una metacompreensión para darse a la tarea de “. . . comprender o evaluar comprensiones pasadas.” [Barnett, 2001. Pág. 152]

¹citando a Elliot, R. (1975). Education and humang being en S. C. Brown (comp.), *Philoshophers Discuss Education*. Londres, Macmillan. Pág. 47-48.

Capítulo 3

La programación y la abstracción

La enseñanza de la programación que se brinda en la articulación con la educación media orientada bajo el ideal de la formación del espíritu científico y el desarrollo de las habilidades desde su verdadera dimensión y no únicamente desde la operacionalización, busca proyectar al estudiante hacia la educación Universitaria investigativa para que logre formarse y ubicarse a la altura de la discusión de un objeto del saber que le permita participar en un campo o movilizarse entre varios de ellos.

Como pretexto se utilizará la programación entendiendo la concepción que se tiene desde el campo de la ingeniería utilizando algunos antecedentes, con el fin de presentar una propuesta de enseñanza que se ha venido desarrollando con los estudiantes desde la comprensión, buscando superar ampliamente a las competencias laborales.

3.1. La programación y su enseñanza

Dentro de la búsqueda de antecedentes para este trabajo, se tuvo en cuenta la posibilidad de comparar dos tesis pensadas sobre la lógica de cómo se entiende la programación y cómo ésta es relacionada con la enseñanza.

La primera investigación para optar al título de Ingeniería en Computación, se refiere a la creación de un **Ambiente para la Instrucción Visual de Algoritmos** (AMIVA) [Casares, 1999.] y la segunda para optar al título de Magíster en Informática, trabaja sobre la **Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de Software Educativo**. [Cataldi, 2000.]

En el sistema AMIVA se plantea que “Esta tesis surge del deseo de hacer algo útil, del interés en la educación y *la inteligencia artificial*, y de la experiencia aprendiendo y enseñando a programar” [Casares, 1999. Pág. 9], construyendo un programa capaz de *instruir* a los estudiantes en el diseño visual de diagramas de flujo que son la representación gráfica de un algoritmo, presentando en su desarrollo: una base teórica de la psicología educativa, una comparación entre los diferentes tipos de sistema que promovieron la construcción de la aplicación para que fuera un puente entre los *Sistemas Avanzados de Inteligencia Artificial* y los *Tutoriales Inteligentes*, y por último una descripción de los diseños, la construcción y la implementación del programa con los estudiantes. Este tipo de trabajo se enfoca hacia el manejo de herramientas informáticas para obtener resultados predecibles bajo los límites que ofrece la aplicación, presentado las justificaciones pedagógicas sobre la base de que los estudiantes en un alto porcentaje son competentes en el manejo de la herramienta (saben ubicar las imágenes en el ordenado para organizar una serie de tareas).

La tesis que trabaja la Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de Software Educativo va un poco más allá; aunque no se sale del parámetro anterior, planteando la necesidad de tener un equipo desarrollador especializado: en educación (para el contenido, las actividades y la evaluación), en diseño de software (para el diseño del programa y la codificación), y en diseño de interfaces (para la diagramación y la presentación de imágenes, videos, sonidos, etc.) “amigables”. Aclarando que cada quién es experto en su respectiva profesión y puede hacer aportes importantes frente a la construcción del

Software Educativo en un contexto determinado, procurando crear un programa que tenga un ciclo de vida (cantidad de tiempo que puede ser utilizado sobre los mismos parámetros de diseño) adecuado para responder a varios grupos de esa comunidad escogida; en cuanto a la evaluación del software proponen varias listas de chequeo con una serie de preguntas a las cuales se les da, por ejemplo, una valoración de 1 a 3; donde Malo=1, Bueno=2 y Muy bueno=3.

Para realizar las pruebas, los estudiantes fueron separados por pares que tenían rendimiento similar en dos grupos distintos, recibiendo una clase magistral (teórica) con el mismo profesor (grupo A y B); luego utilizaron un programa (práctica) que no tenía en cuenta la metodología de diseño (grupo A) y uno que sí (grupo B), concluyendo de la estadística aplicada a las notas obtenidas por cada grupo:

“ Los alumnos que trabajaron con el programa desarrollado con la metodología extendida (grupo B), tienen un mejor rendimiento que los alumnos que utilizaron el programa desarrollado con la metodología que no considera los aspectos pedagógicos en su diseño (grupo A)”.

Desde esta perspectiva queda demostrada experimentalmente la tesis central:

“El software educativo desarrollado con una metodología que contempla aspectos psicopedagógicos en el modelo de ciclo de vida permite un mejor aprendizaje de los conceptos que un software que ha sido desarrollado con una metodología que no los contempla”. “[Cataldi, 2000. Pág. 63]

Partiendo de estos dos trabajos se puede observar que se ha pensado la enseñanza de la programación desde el diseño y construcción de aplicaciones, las cuales permiten ciertas libertades a los estudiantes que las utilizan realizando una serie de actividades

que pueden ser *informativas, organizativas y en algunos casos interactivas* condicionadas por las limitaciones que imponen los programas. Los datos que recoge el software después del desarrollo de las actividades, tienden a ser estadísticamente estandarizados para discriminar quién logra resultados y quién no.

Así mismo, en el segundo trabajo investigativo se define al profesor como la persona que normalmente no sabe programar, aunque se le reconoce que tiene unos conocimientos para aportarle al Software Educativo; sin embargo, no se puede desconocer la labor del profesor “Dado que todos no trabajan sobre los mismos saberes y que sus grupos de estudiantes no son iguales; es el profesor quien conoce mejor que nadie la clase y decide cuándo avanzar, cuándo detenerse, cuándo y cómo dar un ejemplo y en qué momento realizar la evaluación. Según Bromme (1998)¹, se debe tener en cuenta que una parte de estos *conocimientos profesionales* tienen que ver con el reconocimiento de los errores del estudiante, estos son entendidos como errores de aprendizaje y no como descuidos o negligencia. De acuerdo con esto, el profesor desarrolla una estrategia que le permite interrumpir la clase y ahondar en nuevas didácticas sobre el tratamiento hacia errores comunes que presentan los estudiantes frente a un tema.” [Velandia, 2014. Pág. 42], asunto que seguramente no es fácil de realizar por una aplicación, un sistema de información, una plataforma de aprendizaje virtual o un tutorial interactivo. Cabe aclarar que “...la formación virtual se ha convertido en un apoyo para la formación escolar presencial, aquí se debe tener en cuenta que una no es mejor ni peor que la otra, se debe reconocer que tienen fortalezas y dificultades y que más que opuestas son complementarias.” [Velandia, 2014. Pág. 43].

Si la participación del estudiante está dada en el manejo y evaluación de un programa, ¿Por qué no involucrarlo en su construcción?

¹Bromme, R. (1988). *Conocimientos profesionales de los profesores*. Revista Investigación y Experiencias Didácticas, Vol. VI.

La propuesta de trabajo orientado a la solución de problemas permite que el estudiante plantee respuestas a una necesidad de su entorno, para tal propósito se requiere tener claro que es una necesidad, que es un problema y que alcances brinda la solución.

Las *necesidades* tienen que ver con los requerimientos que se dan cuando existe el deseo de hacer algo. Los *problemas* aparecen cuando durante el desarrollo del proyecto surgen dificultades que tienden a desviar la idea establecida, de manera que eventos externos que no pueden ser controlados o no dependen directamente de quienes realizan el proyecto, pueden retrasar o modificar los planes. Cuando se atienden estos inconvenientes, *las soluciones* que se han propuesto permiten minimizar el impacto de los problemas; más sin embargo no los desaparecen, solamente los están controlando. Por ejemplo, si se desea construir una red eléctrica para suplir la necesidad de iluminar una ciudad, se debe resolver el problema de cómo generar la energía, cómo transportarla hasta la ciudad, cómo distribuirla dentro de la ciudad y conocer qué cantidad de energía se debe suministrar de acuerdo al consumo que tenga cada casa. Como solución se construye entonces la planta de generación de energía eléctrica, se tienden unas líneas de transporte y distribución de la energía y se instalan unos medidores para conocer la cantidad de energía promedio que consume cada hogar, ajustando la capacidad de generación de la planta eléctrica. Ahora, en caso que la planta de generación eléctrica sufra un daño por cualquier motivo la iluminación no se podrá llevar a cabo, reaparecerán los problemas y por ende la necesidad no podrá ser atendida.

Al comprender esta relación se puede emprender la construcción de un proyecto para el cual se deben tener en cuenta cuatro fases mínimas:

Diagnóstico, donde el estudiante *descubre* con qué cuenta.

Planeación, donde el estudiante *propone* qué se debe hacer.

Ejecución, donde el estudiante *experimenta* cómo se debe hacer.

Evaluación, donde el estudiante hace *síntesis* y toma decisiones para saber que debe corregir o que puede perfeccionar.

Estas fases se llevan a cabo en orden desde el diagnóstico hasta la ejecución; mientras que la evaluación debe entenderse como el proceso de verificación del control de los problemas que van apareciendo en cada fase.

El diseño de sistemas de información como potenciador del proceso de abstracción sugiere que el estudiante desarrolle una metodología de programación que le permita modelar de manera abstracta unos objetos reales para convertirlos en objetos virtuales. Adicionalmente, debe establecer las relaciones entre esos objetos comprendiendo como se heredan propiedades o comportamientos y como se mueven los datos entre los niveles del programa.

Mientras el estudiante diseña los diagramas de su proyecto se encuentra en el *estado concreto* dibujando sus primeras impresiones de la información percibida, luego, cuando pasa de los diseños a la construcción del código entra en el *estado concreto-abstracto* empezando a materializar sus ideas. En el momento en que aparecen los errores (inesperados) empieza el proceso de síntesis, separando el sistema en bloques para poder encontrarlos y controlarlos entrando en un *estado abstracto*; puesto que el estudiante no está viendo concretamente lo que está sucediendo; sino que está viendo unas líneas de código que ha organizado y que le permiten analizar la *representación* del objeto que ha modelado.

3.2. La representación y sus dominios

Los proyectos propuestos van encaminados a despertar la *curiosidad* de los estudiantes hacia los sistemas de información, ofreciéndoles las herramientas conceptuales necesarias para que puedan plantear soluciones a los retos de los problemas que se le

presenten. Con esto se pretende fomentar la *creatividad* en la búsqueda, clasificación, organización y aprovechamiento de la información o recursos que utilicen para construir el sistema de información; brindándoles la posibilidad de evaluar si la solución propuesta es la mejor o si se puede continuar perfeccionando. Esto sobre la base de la comprensión en beneficio del desarrollo de las habilidades, entendidas desde los dominios de representación, con el fin de encaminar la *imaginación* hacia el pensamiento creativo.

La propuesta de los dominios de representación hace referencia a “. . . las formas de presentación y representación convencionales [. . .] las cuales tienen que ver específicamente con representaciones gráficas, esquemáticas, simbólicas, analíticas, instrumentales, de medición, escala y estimación cualitativa, y verbales.”[Gómez, 2013. Pág. 130]; dado que en tecnología un concepto tiende a ser representado de varias maneras según el ámbito desde el cual se analice.

Dominio gráfico: hace referencia a la representación de variables, clases, entidades y capas; para el análisis de los tipos de dato, de objeto, de atributos y de referencias que se van a utilizar en un programa.

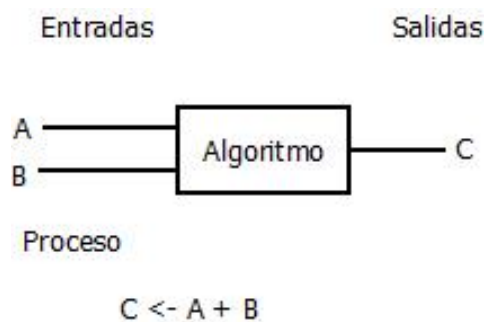


Figura 3.1: Diseño básico de un algoritmo

El primer acercamiento hacia lo que es un programa se realiza mediante problemas matemáticos, con el propósito de que el estudiante entienda como se realiza la repre-

sentación de las variables que serán utilizadas mediante un modelo básico en el cual se identifican las entradas, las salidas y el proceso que ocurre con los datos.

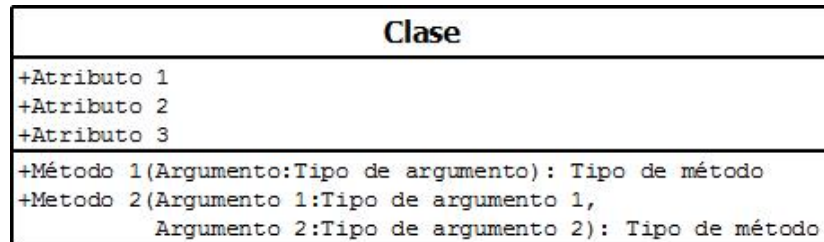


Figura 3.2: Diseño básico de una clase

Cuando se habla de una clase se trata de explicar un concepto de variable más complejo, puesto que ya no se va a guardar solo un dato; sino que adicionalmente se van a agregar tareas. Para tal fin se establecerán unas características y unas funciones, que serán los atributos y los métodos de la clase. Esta clase sirve de plantilla para la creación de objetos que heredarán dichos atributos y métodos.

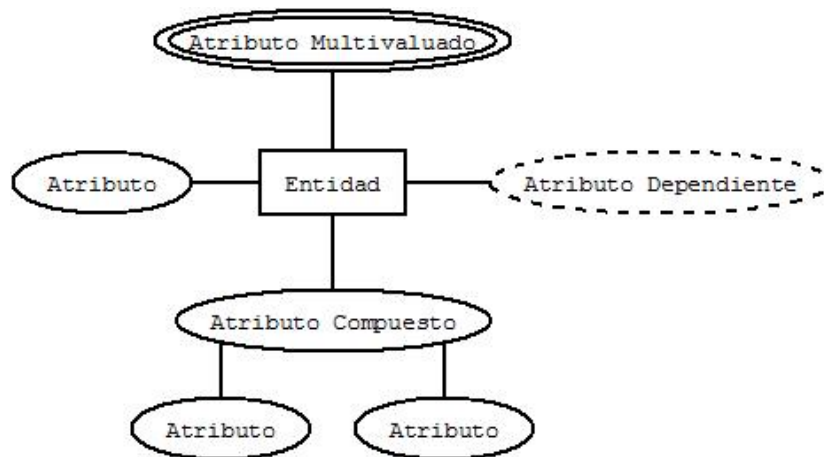


Figura 3.3: Diseño básico de una entidad

Las entidades hacen parte de la base de datos, éstas se convertirán en las tablas que almacenan la información y que a la larga se relacionarán directamente con las

clases del programa, por medio de sus atributos. Es decir, a cada clase del programa le corresponde una entidad de la base de datos.

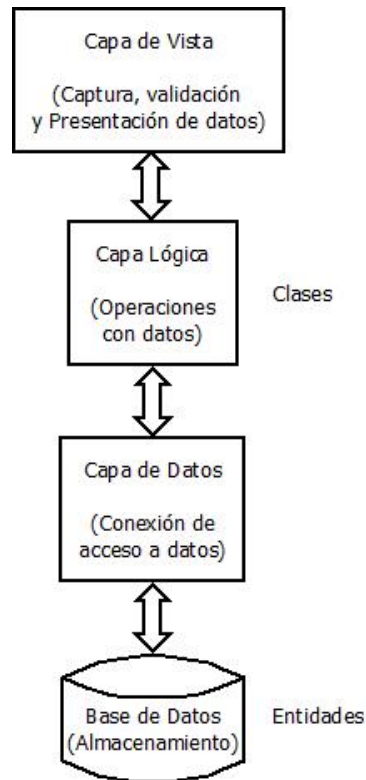


Figura 3.4: Modelo de programación de 3 capas

El modelo de programación de 3 capas permite dividir el programa de acuerdo con las tareas más importantes, una primera etapa donde el usuario utiliza el programa enviando y recibiendo datos mediante una interfaz sencilla, la segunda etapa donde los datos son procesados internamente por las clases y la tercera etapa donde se intercambia información con la base de datos para realizar cuatro tareas principales consultar, registrar, actualizar y en algunos casos eliminar datos; la segunda y tercera etapa son transparentes para el usuario, en tanto que no tiene acceso al código para el rastreo de los mismos.

Dominio esquemático: permite diseñar el sistema utilizando lenguajes de modelado estableciendo las relaciones mediante esquemas que tienen *convenciones y normas lógicas de organización* como son: los diagramas de flujo, los diagramas de clases, los modelos entidad-relación y los casos de uso. Este le permite al estudiante enfocar una ruta del código que va a generar, estableciendo los módulos y el flujo de los datos que va a tener el programa no solo dentro de la aplicación; sino también desde la base de datos, con la posibilidad de redimensionar el sistema sin entrar en cambios drásticos.

Un diagrama de flujo permite organizar las tareas que se deben realizar, dándoles un orden lógico desde un punto de inicio, hasta un punto de finalización. Aquí, el estudiante utiliza una simbología ya definida adecuando su comprensión a la comprensión que debe tener un usuario, evitando las dudas de lo que se debe hacer durante la ejecución del programa.

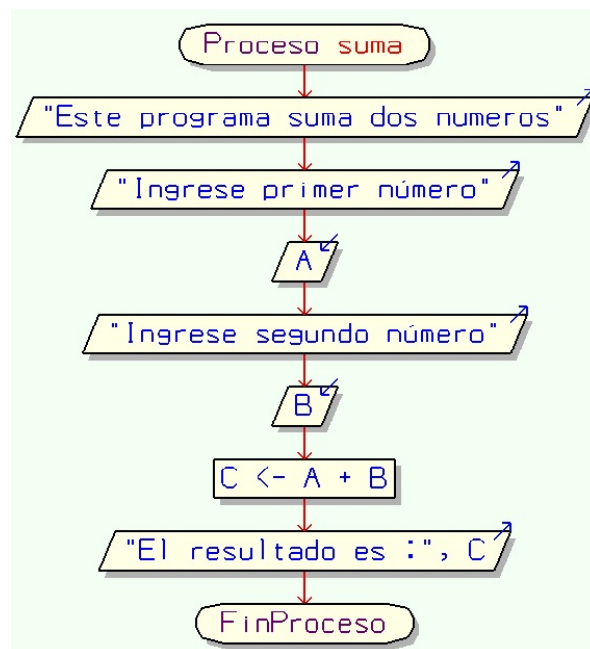


Figura 3.5: Representación gráfica del algoritmo

En el diagrama de clases se establecen relaciones de acuerdo con las reglas del Lenguaje de Modelado Unificado (UML), el cual plantea una relación de dependencia; puesto que la asignación de un usuario depende de la existencia de los datos de una persona en el sistema. En el desarrollo de este modelo el estudiante debe estar en capacidad de identificar qué atributos (características) y métodos (funciones) son importantes para el programa de acuerdo con la clase que define; ya que pueden existir muchos, pero se deben escoger de acuerdo a los requerimientos propuestos en el levantamiento de información. Otra cuestión importante es la diferenciación del tipo de dato (Int, String, Date, etc.), identificando el modo en que se va a guardar la información, puesto que los tipos de dato pueden cambiar de un lenguaje a otro.

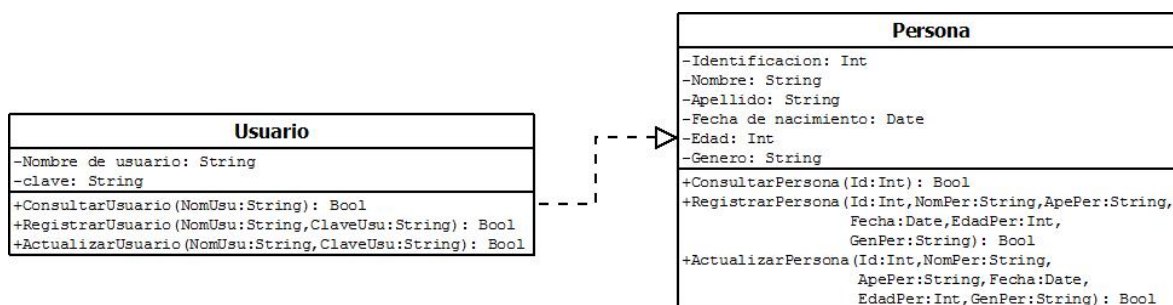


Figura 3.6: Diagrama de clases

Como se mencionó anteriormente, las entidades deben ser correspondientes con las clases del sistema; en tanto que la información que ingresa al programa debe ser almacenada en la base de datos, así, se puede observar que las entidades y los atributos de este modelo entidad-relación son correspondientes con las clases y los atributos del diagrama de clases de la *Figura 3.6*; aunque se encuentren en dos modelos distintos.

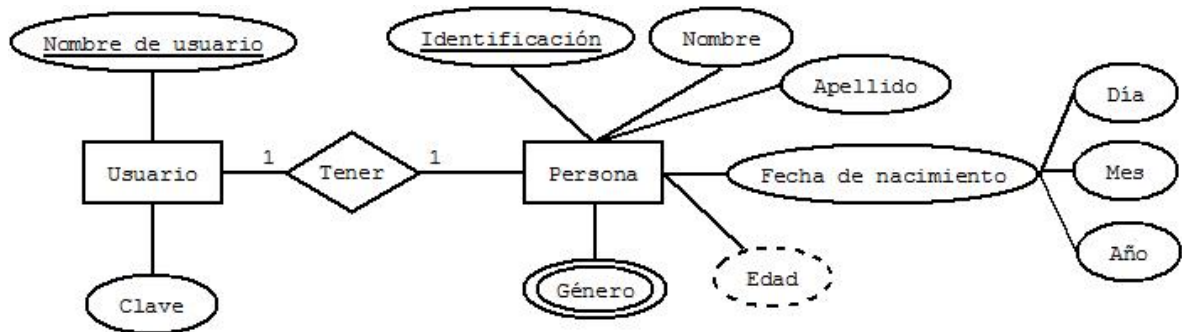


Figura 3.7: Modelo Entidad-Relación

El diagrama de caso de uso, también del estándar UML, tiene que ver con la representación de las tareas que hace el sistema y de las personas que acceden a ellas mediante un rol específico. Es el medio de comunicación entre el programador y la persona que solicita los requerimientos, como un cliente (que normalmente no sabe programar). Para poder realizar y explicar este modelo se necesita tener un nivel de comprensión bastante alto del programa en cuanto a sus objetivos funcionales y no funcionales, más que conocimiento del código en sí.

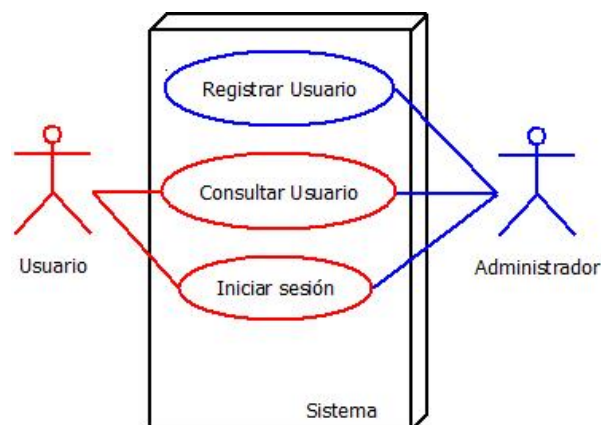


Figura 3.8: Diagrama de Caso de Uso

Dominio simbólico: está relacionado con la representación lógico-matemática que se debe ejecutar en el programa, aquí se debe tener en cuenta la simbología matemática y sus formas de expresión que requieren cambios cuando se realizan las operaciones dentro del sistema. Por ejemplo, se deben identificar los operadores (matemáticos, lógicos y de comparación), su símbolo dentro del sistema y la precedencia en que se ejecutan.

Para resolver un ejercicio que involucre operaciones matemáticas, como por ejemplo, “Hallar la raíz cúbica del doble del cuadrado de la división de dos números”, el estudiante debe entender que le solicita el enunciado, con el fin de llegar a la siguiente representación algebraica (no aritmética) que recibirá dos valores numéricos *cualquiera* que ingrese el usuario:

$$\sqrt[3]{2 \times (A \div B)^2}$$

Figura 3.9: Representación matemática

En el diseño del algoritmo se deben identificar las entradas y las salidas para colocar en términos de variable lo que es desconocido, lo que es conocido como las operaciones se deben aplicar en el proceso, de acuerdo con los símbolos de los operadores que reconozca el programa para poder resolver los cálculos; lo cual involucra representar de manera diferente la expresión sin perder el sentido para el cual se creó. Entonces se puede observar que, se organizan en paréntesis (de adentro hacia afuera) las operaciones que se deben realizar primero, la división de los dos números que ingresan (A y B), seguido del cálculo de las potencias elevando el valor de la división al cuadrado y posteriormente hallando el doble mediante la multiplicación por 2, para finalmente hallar la raíz cúbica convertida por propiedades de la potenciación a un exponente fraccionario para devolver un resultado; el cual, debe ser comprobado mediante valores numéricos de entrada verificando la precisión de la respuesta (C) a la salida.

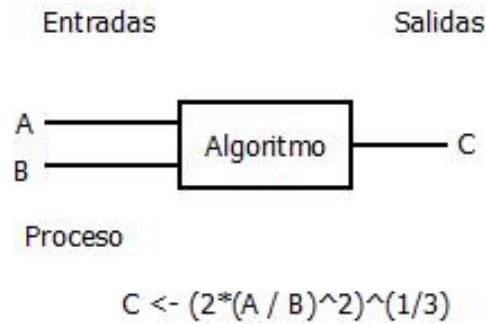


Figura 3.10: Diseño del algoritmo

Dominio Instrumental: tiene que ver con el manejo del pseudocódigo y los lenguajes de programación en las aplicaciones para la edición, depuración, compilación y ejecución del código. Este le permite interpretar la sintaxis para organizar las tareas mediante las funciones y procedimientos según las reglas del programa.

Partiendo del ejemplo presentado en el dominio anterior, se realiza el diagrama de flujo para describir las tareas y el orden en que se deben ejecutar.

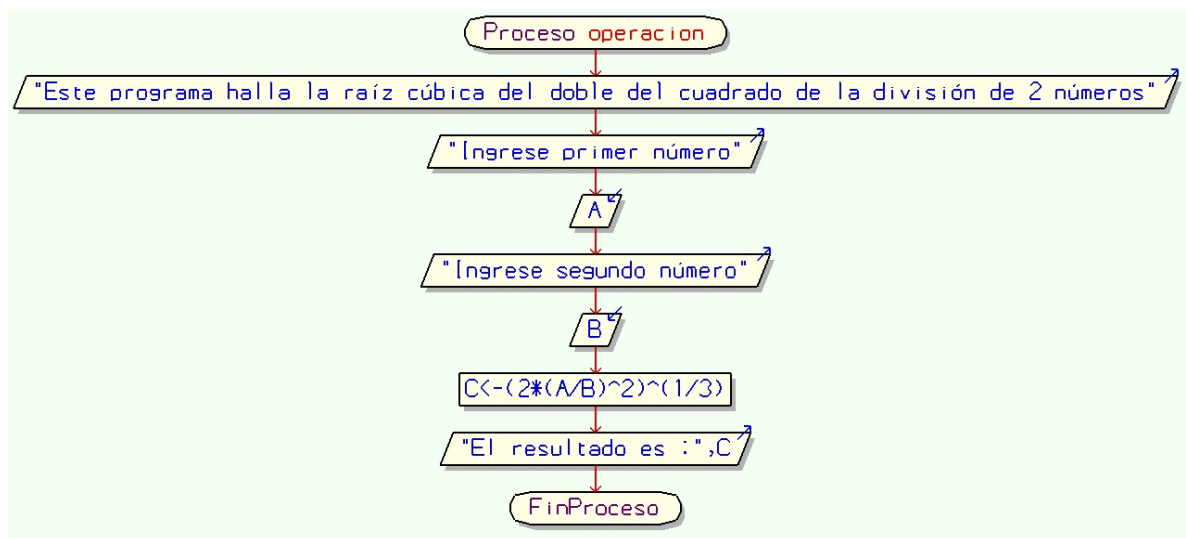


Figura 3.11: Diagrama de flujo del algoritmo

La representación del diagrama debe ser transcrita a un pseudocódigo que acerque al estudiante a los lenguajes de programación de alto nivel, de manera que pueda pasar esta comprensión del esquema a un pseudocódigo cercano al estudiante para que al digitarlo la máquina haga su respectiva decodificación para procesar los datos y entregar una respuesta.

```

1  Proceso operacion
2      Escribir "Este programa halla la raíz cúbica del doble del cuadrado de la división de 2 números"
3      Escribir "Ingrese primer número"
4      Leer A
5      Escribir "Ingrese segundo número"
6      Leer B
7       $C \leftarrow (2 * (A/B)^2)^{(1/3)}$ 
8      Escribir "El resultado es :", C
9  FinProceso

```

Figura 3.12: Pseudocódigo del algoritmo

El lenguaje de alto nivel Visual C# generalmente se trabaja en el idioma inglés y ofrece la posibilidad de diseñar programas bajo unos parámetros delimitados por la funcionalidad del entorno de edición del código; sin embargo bien utilizados pueden ser tan flexibles como la comprensión del estudiante los modele y organice para ejecutar una gran variedad de tareas, mas allá de las limitantes del programa donde se edite el código. De tal manera, que el idioma pasa a otro plano en tanto se comprenda la lógica sobre la cuál se diseña un software.

```

private void Calcular_Click(object sender, EventArgs e)
{
    double A, B, C;

    A = double.Parse(Dato1.Text);
    B = double.Parse(Dato2.Text);

    C = Math.Exp(Math.Log(2*Math.Pow(A / B,2))/3);

    MessageBox.Show("El resultado es :" + C);
}

```

Figura 3.13: Código del algoritmo en lenguaje C#.

En este código se presenta un cambio más notorio respecto a su escritura y a su estructura, siendo correspondiente con algunas limitaciones que se deben resolver. Primero los operadores escritos en el pseudocódigo no son siempre equivalentes a los del lenguaje de alto nivel, puesto que éste ya cuenta con una función para realizar potenciación (recordando que la radicación se planteó en términos de potencia). Dicha función para potenciar recibe el nombre de *Math.Pow(base , potencia)*, cuando la potencia es entera (por ejemplo 2) realiza correctamente la operación; mientras que cuando la potencia es racional (por ejemplo 1/3) ya no funciona, entonces ¿Cómo resolver el problema si las funciones que realizan las operaciones de este tipo no aceptan racionales?.

Se debe entonces acudir a las propiedades de los radicales ya no en términos de potencia únicamente, sino también en relación con los logaritmos y la exponenciales (que no son iguales a la potenciación), proceso que se describe en la siguiente figura:

$$\begin{array}{ll} \sqrt[n]{x^m} = x^{m/n} & \text{Propiedad de la potenciación.} \\ \ln \sqrt[n]{x^1} = \ln(x^{1/n}) & \text{Aplicando logaritmo natural a ambos lados.} \\ \ln \sqrt[n]{x^1} = \frac{1}{n} \ln(x) & \text{Propiedad de los logaritmos naturales.} \\ e^{\ln \sqrt[n]{x^1}} = e^{[1/n][\ln(x)]} & \text{Aplicando exponencial a ambos lados.} \\ \sqrt[n]{x} = e^{[\ln(x)/n]} & \text{Resultado final.} \end{array}$$

Figura 3.14: Análisis de la operación para su escritura en lenguaje C#.

Por lo tanto, el estudiante no solamente solucionará la ecuación de la *Figura 3.9* dándole valores a A y B; sino que comprenderá la ecuación más allá de sus posibilidades analizándola de distintos modos, representándola en diagramas y en código de diferentes lenguajes, de acuerdo con el idioma que se trabaje; lo cual conllevará a comprender en un alto nivel el ejercicio superando ampliamente la competencia de resolver la ecua-

ción. Así, varios estudiantes de manera mecánica pueden resolver la ecuación aplicando correctamente las operaciones en una hoja entregando un resultado esperado; mientras que los estudiantes que realizan este proceso comprensivo van más allá desarrollando un pensamiento más complejo. “Lo que la diferencia es a la comprensión, la semejanza lo es a la competencia.” [Barnett, 2014. Pág. 149]

Dominio analítico: se encuentra centrado en la metodología de programación y las técnicas de detección de errores, donde se relacionan los conocimientos acerca de: los requerimientos del programa, el diseño de los modelos y sus convenciones, el lenguaje de programación, las reglas de funcionamiento del programa de edición del código, la organización del código, la eliminación de redundancia del código, los tipos de datos que va a recibir, el procesamiento de los datos, los datos que debe devolver, la causa de los problemas y las alternativas de solución. De manera que realice procesos de abstracción que van más allá de presentar una solución funcional, entendiendo que siempre se puede mejorar algo ya que los requerimientos pueden variar y la intención es que el sistema se acomode sin tener que realizar cambios extremos; en cuanto a la solución de los problemas no siempre van a aparecer problemas relacionados con la mala escritura o ubicación de la sintaxis, existen otros conocidos como errores de tipo lógico, estos no serán detectados por el compilador y es ahí donde el estudiante se ve forzado a hacer metacompreensión; o sea, analizar la comprensión pasada del proyecto para remodelar los diseños, generando una nueva forma de comprender los requerimientos desde el problema que se le presenta.

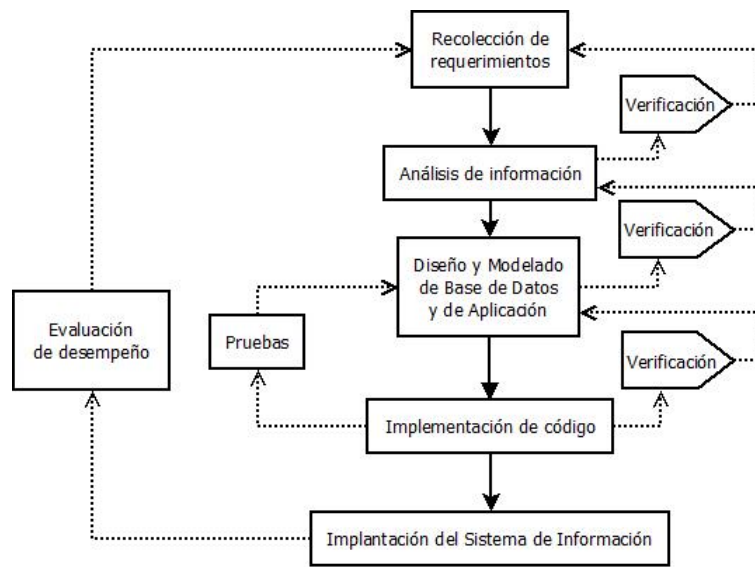


Figura 3.15: Metodología de Programación

Dominio de medición, escala y estimación cualitativa: permite “... ubicar valores dentro de rangos posibles, descartando valores con argumentos claros. Puede proporcionar también capacidad de anticipación a los resultados reduciendo la desviación entre lo que se propone y lo que se espera.” [Velandia, 2014. Pág. 45]. Este dominio le permite al estudiante pensar los valores más allá de un número o una funcionalidad; de tal manera, que antes de crear y ejecutar un código se pueden tomar decisiones pensando en las posibles implicaciones de la respuesta, evitando desperdiciar tiempo y recursos.

Cuando el estudiante encuentra tutoriales o códigos de otros proyectos puede realizar procesos de síntesis, los cuales le permiten seleccionar las secciones de código que le son significativas para aplicarlos en su proyecto, entendiendo la lógica que utilizan otros programadores; ya que los lenguajes de programación, las variables, las funciones, los controles, las clases, los atributos, los métodos, las entidades, las capas, los casos de uso, los diagramas, etc., tienen la misma lógica de funcionamiento; pero su representación, escritura y su estructura como se ha presentado anteriormente, no siempre es la

misma, entonces devolverse en el proceso requiere tener claro por parte del estudiante qué es lo que busca para saber que le sirve y que no. Otra razón tiene que ver con lo que se espera que el usuario haga cuando utilice el programa o sistema de información, el estudiante entonces debe crear una serie de validaciones para verificar que lo que el usuario ingrese es correspondiente a lo que el programador espera en beneficio del procesamiento correcto de los datos. Así, el estudiante busca anticiparse a la mayor cantidad de acciones incorrectas que pueda generar el usuario; sin embargo cabe aclarar que aunque estadísticamente hayan unos comportamientos comunes, no se puede realizar una generalización y por esto el sistema necesita ser probado y corregido con determinada frecuencia, sobre todo en los casos de muy baja probabilidad puesto que aunque tengan poca repetición, bajo ninguna circunstancia se deben descartar.

Dominio verbal: este se asocia con la capacidad argumentativa del estudiante, para dar explicaciones acerca de sus consideraciones frente a las decisiones que toma en la construcción del sistema de información; sin embargo no todo lo que es comprensible se puede expresar, un estudiante puede no exponer exactamente la definición de un concepto complejo pero puede dar ejemplos de por qué y para qué lo utilizó; además de sustentar cómo funciona dentro del programa.

Así, “En una educación superior para la vida, el concepto de resultados tendría un espacio limitado o ningún espacio. Cuando se trata de formas de razón verdaderamente abiertas e interactivas, no hay resultados. Sólo hay procesos continuos, con puntos intermedios donde detenerse para continuar con el análisis.” [Barnett, 2014. Pág. 117]. Evitando pensar que “. . . el espíritu (científico) comienza como una lección, que siempre puede rehacerse una cultura perezosa repitiendo una clase, que puede hacerse comprender una demostración repitiéndola punto por punto.” [Bachelard, 1948. Pág. 21]

3.3. A modo de cierre

La enseñanza de la tecnología en el país se ha desarrollado desde sus inicios en torno al aprendizaje de una serie de destrezas orientadas hacia una determinada ocupación, respondiendo a la tergiversación del concepto de tecnología. La propuesta de los griegos frente a la relación entre el campo científico y el campo técnico cuya reducción del concepto se rastrea desde los inicios de la Revolución Industrial con la instrumentalización de la técnica, manifestada y justificada en torno a la máquina. La necesidad de aumentar la producción por medio de máquinas generó la idea de formar sujetos capaces de operar y manejar artefactos, quitándoles la posibilidad de continuar desarrollando sus habilidades técnicas, artesanales, de cálculo y de razonamiento. Esta idea se basó en la constitución de un sentido común por medio de leyes decretadas por los Estados cuya aplicación masiva se ha implantado en el dispositivo reproductor al que llaman sistema educativo, donde se enseñan unos saberes que no se producen en la escuela. El saber se separó en gran medida de la técnica y aunque se reconoce el potencial de esta relación, la tecnología ha sido bajo el concepto moderno una disciplina donde se evidencia la construcción de artefactos sofisticados para establecer relaciones de poder con aquellos que no los poseen o no están en condiciones de desarrollarlos.

De modo que en la legislación se promueve un modelo de educación básico para alfabetizar al grueso de la población y una educación media para reforzar algunos conocimientos que le permitan a una persona llegar a la educación superior en dos posibles líneas: una que tiene que ver con las competencias básicas, personales y laborales establecidas desde la orientación del sistema productivo y la otra línea que busca formar sujetos investigativos, incluso después de pasar varios años de educación demostrando competencias.

Si los sistemas de educación y la tecnología no tuvieran el potencial para realizar propósitos importantes más allá de los políticos y económicos, quizá ya habrían desapa-

recido; por lo tanto pensar la educación para formar sujetos que desarrollen comprensión puede fortalecer el desarrollo de las habilidades entendidas desde los dominios de representación, con el fin de afianzar un pensamiento tecnológico capaz de reflexionar sobre las técnicas para organizarlas y mejorarlas. Así, la tecnología entendida como discurso abarca la manera de pensar un campo técnico; este discurso no se enseña directamente, sino a través del desarrollo del pensamiento tecnológico que se enmarca alrededor del saber constituido en el campo científico, este saber busca la formación del espíritu científico movilizándolo el pensamiento por medio de un proceso de abstracción.

De tal forma, la educación debe ser entendida más allá de los resultados, tomando como referencia la programación de software se puede apreciar que la construcción de proyectos le abren la posibilidad al estudiante enfrentarse a una serie de situaciones que se relacionan entre sí, las cuales le permiten abordar conceptos desde varios puntos de vista, con lo cual se promueve el desarrollo de su comprensión y sus dominios de representación. Este desarrollo no es igual en todos los estudiantes de programación, puesto que no todos tienen los mismos intereses frente a la selección de su proyecto; por otro lado, aunque a cada uno le aparezcan una serie de errores similares y trabajan en un mismo lenguaje de programación, cada uno toma sus propias decisiones frente al control de los mismos, y por ende, aparecerán durante la construcción del proyecto nuevos errores distintos en cuanto a sus causas y complejidad. Las técnicas o estrategias que surjan en este proceso hacen parte del pensamiento tecnológico del estudiante, ayudándole a reflexionar acerca de qué hizo, cómo lo hizo, para qué lo hizo y cómo se puede volver a utilizar evitando errores pasados, o sea, haciendo metacompreensión, reevaluando sus comprensiones pasadas y refinando sus dominios.

Los proyectos no tienen un resultado final, son procesos continuos que deben ser modificados de acuerdo con su vida útil o con los cambios en los propósitos de los mismos. Por tal razón, en este caso los programas y sistemas de información cada vez presentan

nuevas versiones o nuevas actualizaciones y sólo encuentran estabilidad mientras el sistema funcione bajo los requerimientos para los cuales se diseñó; así mismo la formación del espíritu científico y del pensamiento tecnológico no se detienen y se deben continuar fortaleciendo desde la investigación en la búsqueda del saber.

Con esto se pretende perfilar al estudiante para que pueda ingresar a un campo y pueda participar en la discusión del objeto del mismo, para que no se quede únicamente sobre la base de la educación superior por competencias en el sector productivo; sino que tenga la posibilidad de formar su espíritu científico en beneficio de sus intereses y del desarrollo de su subjetividad, no sólo desde los hábitos adquiridos en un campo, sino también para la comprensión de las reglas, la lógica de funcionamiento y la relación con otros campos de manera que pueda movilizarse entre ellos.

Finalmente, este trabajo busca dejar un espacio para abrir el debate en torno a la discusión del concepto de tecnología y la manera como se ha abordado su enseñanza, visto desde la modalidad de Tecnología-Programación para los grados décimo (10°) y undécimo (11°) articulada con el programa de formación del SENA, Técnico en Programación de Software en el Colegio Claretiano. Con el fin de confrontar dos maneras distintas de entender la tecnología, una desde lo que dicen la leyes y el Ministerio de Educación, y otra la que proponen los trabajos citados en torno al desarrollo de un pensamiento tecnológico basado en la comprensión y que se ha trabajado y observado durante cinco años por medio de las representaciones que han realizado los estudiantes. Cabe resaltar que aunque se han certificado varias personas en este tiempo, quienes han demostrado mayor comprensión han tenido la posibilidad de ir a la Universidad directamente y quienes logran los mínimos del programa tienden a continuar la cadena de formación tecnológica y profesional en Instituciones Universitarias. No es fácil aprender programación por los niveles de abstracción que se deben tener y aún más complejo por los vacíos con los que llegan los estudiantes sobre la formación de estándares

mínimos; pero lo que si se puede hacer es trabajar más allá de lo que proponen las competencias, puesto que si un estudiante es comprensivo puede llevar su metodología de trabajo a otros espacios buscando avanzar en su proyecto de vida y abriendo las puertas de la búsqueda del saber, con este propósito ya no pretenderá alcanzar mínimos; sino que tendrá retos que superarán cualquier competencia en la medida en que su espíritu científico tenga muchas dudas y pocas certezas.

Bibliografía

- [Bachelard] Bachelard, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. México. Siglo XXI Editores.
- [Balza] Balza, R. (2006). *La abstracción científica y la posibilidad metafórica*. En *Revista de Filosofía* No. 53. ISSN 0798-1171.
- [Barnett] Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia*. España, Barcelona. Editorial Gedisa, S.A.
- [Bourdieu] Bourdieu, P. (1999). *Meditaciones pascalianas*. España, Barcelona. Editorial Anagrama.
- [Bourdieu] Bourdieu, P. , Passeron, J. & Chamboredon, J. (2002). *El oficio de sociólogo*. Argentina, Buenos Aires. Siglo XXI Editores.
- [Bourdieu] Bourdieu, P. (2003a). *El oficio de científico*. España, Barcelona. Editorial Anagrama.
- [Bourdieu] Bourdieu, P. (2003b). *Intelectuales, política y poder*. Argentina, Buenos Aires. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- [Bourdieu] Bourdieu, P. & Wacquant, L. (2005). *Una invitación a la sociología reflexiva*. Argentina, Buenos Aires. Siglo XXI Editores.

- [Bustamante] Bustamante, G. (2014). *De una ambigüedad (productiva) en el concepto de 'campo'*. En Catedra Doctoral No. 1. Colombia, Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional.
- [Carvajal] Carvajal, G. (2012). *Sobre el discurso tecnológico de la modernidad*. En Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Vol. 12. No. 25. ISSN 0124-4620.
- [Casares] Casares, J. (1999). *Ambiente para la Instrucción Visual de Algoritmos*. Tesis Ingeniería en Computación. México, D.F. Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- [Cataldi] Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de Software Educativo*. Tesis Magíster en Informática. ISBN 960-34-0204-2. Argentina, Buenos Aires. Universidad Nacional de La Plata.
- [Gómez] Gómez, L. & Álvarez, S. (2013). *Consideraciones en torno a la tecnología y su didáctica*. En Revista TED No. 33. ISSN 0121-3814.
- [Serrano] Serrano, J. (1993). *Sistema Educativo Nacional de la República de Colombia*. Colombia. Coordinador de informe de Ministerio de Educación Nacional, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- [Velandia] Velandia, C. (2014). *Una reflexión acerca de la educación en tecnología y la revolución de las TIC*. En Revista Didaskalia No. 9. ISSN 2256-3857.

Apéndice A

Competencias tecnológicas y sus desempeños

Para poder relacionar la educación media y el nivel técnico se proponen unas competencias laborales para los grados décimo (10°) y undécimo (11°), las cuales tienen su origen de la articulación con el sector productivo propuesto desde la legislación y el Plan Decenal de Educación 2006-2016, de éstas se definen unas competencias tecnológicas en la Guía No. 21, Articulación de la educación con el sector productivo; que deben llegar al currículo del área de tecnología y se presentan en la Guía No. 30, Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo! desde cuatro componentes principales. En cada figura encontrará en el primer rectángulo el nombre del componente que se desea trabajar, en el segundo rectángulo la competencia que se espera para cada componente y en el tercer rectángulo los desempeños que se deben demostrar para saber si se es competente frente al componente.

Naturaleza y evolución de la tecnología

Analizo y valoro críticamente los componentes y evolución de los sistemas tecnológicos y las estrategias para su desarrollo.

- Explico cómo la tecnología ha evolucionado en sus diferentes manifestaciones y la manera cómo éstas han influido en los cambios estructurales de la sociedad y la cultura a lo largo de la historia.
- Describo cómo los procesos de innovación, investigación, desarrollo y experimentación guiados por objetivos, producen avances tecnológicos.
- Identifico y analizo ejemplos exitosos y no exitosos de la transferencia tecnológica en la solución de problemas y necesidades.
- Relaciono el desarrollo tecnológico con los avances en la ciencia, la técnica, las matemáticas y otras disciplinas.
- Analizo los sistemas de control basados en la realimentación de artefactos y procesos, y explico su funcionamiento y efecto.
- Argumento con ejemplos la importancia de la medición en la vida cotidiana y el papel que juega la metrología en los procesos tecnológicos.
- Explico con ejemplos la importancia de la calidad en la producción de artefactos tecnológicos.
- Explico los propósitos de la ciencia y de la tecnología y su mutua interdependencia.
- Indago sobre la prospectiva e incidencia de algunos desarrollos tecnológicos.

Figura A.1: Naturaleza y evolución de la Tecnología

Apropiación y uso de la tecnología

Tengo en cuenta principios de funcionamiento y criterios de selección, para la utilización eficiente y segura de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos de mi entorno.

- Diseño y aplico planes sistemáticos de mantenimiento de artefactos tecnológicos utilizados en la vida cotidiana.
- Investigo y documento algunos procesos de producción y manufactura de productos.
- Utilizo adecuadamente herramientas informáticas de uso común para la búsqueda y procesamiento de la información y la comunicación de ideas.
- Actúo teniendo en cuenta normas de seguridad industrial y utilizo elementos de protección en ambientes de trabajo y de producción.
- Utilizo e interpreto manuales, instrucciones, diagramas y esquemas, para el montaje de algunos artefactos, dispositivos y sistemas tecnológicos.
- Utilizo herramientas y equipos en la construcción de modelos, maquetas o prototipos, aplicando normas de seguridad.
- Trabajo en equipo en la realización de proyectos tecnológicos y, cuando lo hago, involucro herramientas tecnológicas de comunicación.
- Selecciono y utilizo (según los requerimientos) instrumentos tecnológicos para medir, interpreto y analizo los resultados y estimo el error en estas medidas.
- Integro componentes y pongo en marcha sistemas informáticos personales utilizando manuales e instrucciones.
- Selecciono fuentes y tipos de energía teniendo en cuenta, entre otros, los aspectos ambientales.

Figura A.2: Apropiación y uso de la tecnología

Solución de problemas con tecnología

Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.

- Evalúo y selecciono con argumentos, mis propuestas y decisiones en torno a un diseño.
- Identifico cuál es el problema o necesidad que originó el desarrollo de una tecnología, artefacto o sistema tecnológico.
- Identifico las condiciones, especificaciones y restricciones de diseño, utilizadas en una solución tecnológica y puedo verificar su cumplimiento.
- Detecto, describo y formulo hipótesis sobre fallas en sistemas tecnológicos sencillos (siguiendo un proceso de prueba y descarte) y propongo estrategias para repararlas.
- Propongo, analizo y comparo diferentes soluciones a un mismo problema, explicando su origen, ventajas y dificultades.
- Tengo en cuenta aspectos relacionados con la antropometría, la ergonomía, la seguridad, el medio ambiente y el contexto cultural y socio-económico al momento de solucionar problemas con tecnología.
- Optimizo soluciones tecnológicas a través de estrategias de Innovación, Investigación, desarrollo y experimentación, y argumento los criterios y la ponderación de los factores utilizados.
- Propongo soluciones tecnológicas en condiciones de Incertidumbre.
- Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos (como respuesta a necesidades o problemas), teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas.
- Propongo y evalúo el uso de tecnología para mejorar la productividad en la pequeña empresa.
- Interpreto y represento Ideas sobre diseños, innovaciones o protocolos de experimentos mediante el uso de registros, textos, diagramas, figuras, planos constructivos, maquetas, modelos y prototipos, empleando para ello (cuando sea posible) herramientas Informáticas.

Figura A.3: Solución de problemas con tecnología

Tecnología y sociedad

Reconozco las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo, y actúo responsablemente.

- Discuto sobre el impacto de los desarrollos tecnológicos, incluida la biotecnología en la medicina, la agricultura y la industria.
- Analizo y describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad, el control de la natalidad, la prevención de enfermedades transmitidas sexualmente y las terapias reproductivas.
- Participo en discusiones relacionadas con las aplicaciones e innovaciones tecnológicas sobre la salud; tomo postura y argumento mis intervenciones.
- Evalué los procesos productivos de diversos artefactos y sistemas tecnológicos, teniendo en cuenta sus efectos sobre el medio ambiente y las comunidades implicadas.
- Analizo el potencial de los recursos naturales y de los nuevos materiales utilizados en la producción tecnológica en diferentes contextos.
- Analizo proyectos tecnológicos en desarrollo y debato en mi comunidad, el impacto de su posible implementación.
- Identifico e indago sobre los problemas que afectan directamente a mi comunidad, como consecuencia de la implementación o el retiro de bienes y servicios tecnológicos. Propongo acciones encaminadas a buscar soluciones sostenibles dentro un contexto participativo.
- Tomo decisiones relacionadas con las implicaciones sociales y ambientales de la tecnología y comunico los criterios básicos que utilicé o las razones que me condujeron a tomarlas.
- Diseño y desarrollo estrategias de trabajo en equipo que contribuyan a la protección de mis derechos y los de mi comunidad. (Campañas de promoción y divulgación de derechos humanos, de la juventud).
- Evalué las implicaciones para la sociedad de la protección a la propiedad intelectual en temas como desarrollo y utilización de la tecnología.

Figura A.4: Tecnología y sociedad