

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES DE
EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA: UN ANÁLISIS DESDE LAS RELACIONES EN LAS
DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO

DORA LUZ BUITRAGO LÓPEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
BOGOTÁ
2014

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES DE
EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA: UN ANÁLISIS DESDE LAS RELACIONES EN LAS
DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO.

Tesis de grado como requisito para optar
al título de magister en educación

DIRECTOR

ROBINSON ROA ACOSTA

Profesor investigador en didáctica de las ciencias

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

BOGOTÁ

2014

Nota de aceptación

Jurado: Alberto Mera Clavijo

Jurado: Sonia Martínez de Rueda

Bogotá, Febrero de 2014

“Nada es tan complejo que no pueda ser organizado”
Ilya Prigogine

A Dios, aliento eterno de mi existencia.

A mi Madre, fortaleza de mi vida en la tristeza y la alegría.

AGRADECIMIENTOS

Llegar al fin del camino es la anhelada esperanza del investigador, lo que no sería fácil si no se contara con personas a las que la autora presenta sus agradecimientos, por su valiosa compañía y colaboración.

Al profesor Robinson Roa Acosta, director de esta Tesis por su gran calidad humana, su esmerada asesoría y dedicación, sus acertadas orientaciones y sugerencias, pero sobre todo por su acompañamiento constante y paciente en el desarrollo de la misma.

A los profesores Edgar Orlay Valbuena y Análida Hernández, por permitirme hacer parte de su Grupo de investigación, por sus clases, sus opiniones y su experiencia docente e investigativa, factores clave que incidieron en la génesis y el éxodo de esta investigación y en el desarrollo de un mejor Conocimiento Profesional.

A la profesora Dolly Ruiz, asesora inicial de este trabajo y quien proporcionó sugerencias sobre temáticas, así como documentos sobre las mismas.

A mis profesores de la Maestría en Educación: Luis Alejandro Ramírez, Carlos Ordoñez, Wilmer Villa, Marta Arana, Carlos Noguera, Carlos Jilmar Díaz, Alberto Mera, Iván Medina y Robinson Roa, por sus maravillosos aportes a mi formación personal y profesional, y porque sus seminarios se constituyeron en el *germen* a partir del cual pensar y repensar otros mundos posibles en los cuales crear y recrear la educación, el ser humano, el aprendizaje pero sobre todo la enseñanza y la profesión docente.

A mis compañeros de la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, Cohorte 2010: Gina Luna, Ángela Candia, Mónica Correa y Edgar Becerra y a todos los compañeros de los diferentes seminarios por los momentos vividos y los aprendizajes compartidos.

A mi Madre, eterna compañera, por ser la cómplice de mis sueños y proyectos, de mis esperanzas y frustraciones, de mis lágrimas y risas.

A Dios, artífice de la vida, de *mi vida*. Inspiración divina para ser siempre mejor...

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES DE EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA: UN ANÁLISIS DESDE LAS RELACIONES EN LAS DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO.
Autor(es)	BUITRAGO LÓPEZ, DORA LUZ
Director	ROA ACOSTA, ROBINSON
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2014. P. 159.
Unidad Patrocinante	UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Palabras Claves	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, DISCIPLINAS, RELACIONES EN LAS DISCIPLINAS DE CONOCIMIENTO, <i>CURRICULUM</i> , PLAN DE ESTUDIOS, DISCIPLINAS ESCOLARES, METADISCIPLINARIEDAD, CONOCIMIENTO ESCOLAR, CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS, DIDÁCTICA
2. Descripción	
<p>El trabajo consistió en una Investigación Documental, que tenía como fin revisar documentos escritos para hacer una aproximación teórica a la relación que ha surgido en las disciplinas de conocimiento y lo que esto ha causado en el campo educativo en lo relacionado con el <i>currículum</i>, las disciplinas escolares, los planes de estudio y el Conocimiento del Profesor de Ciencias Naturales, a partir de un análisis teórico.</p>	
3. Fuentes	
<p>Augusto, T. y Caldeira, A. (2009). A interdisciplinaridade em foco. Concepções de professores em formação continuada. En: Marini, P y Castilho (orgs). <i>Ensino de Ciências. Pesquisas e pontos em discussão</i>. (167–189). Campinas SP: Komedi.</p> <p>Becher, T. (2001). <i>Tribus y territorios académicos, la indagación intelectual y las</i></p>	

culturas de las disciplinas. Barcelona: Editorial Gedisa S.A.

Calvo, A. y Cascante, C. (1999). Algunas cuestiones sobre la polémica curriculum disciplinar o currículum integrado. *Investigación en la escuela*, 37, 99-108.

Chervel, A. (1991). Historia de las disciplinas escolares. Reflexiones sobre un campo de investigación. *Revista de Educación*, 295, 59 - 111.

Chona, G. et al. (2009). *El problema es que uno no habla con el colega. Huellas de un recorrido hacia propuestas de currículo interdisciplinario*. Bogotá: UPN – SED.

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

Denzin, N. y Lincoln, Y. (1994). *Manual de investigación cualitativa 1. Introducción Ingresando al campo de la investigación cualitativa*. Traducción: Mario E. Perrone.

García, J. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 8. Sevilla: Díada.

Gianella, A. (2006). Las disciplinas científicas y sus relaciones. *Anales de la educación común*. Tercer siglo, 2 (3), 1-9. Filosofía política de la enseñanza. En: <http://joplin.cienciasbasicas.cl/upload/files/1315228889.pdf>

Gimeno, J. (2002). De las clasificaciones ilustradas al paradigma de la transdisciplinariedad. *El Catoblepas. Revista crítica del presente*, 10. Diciembre, 13-31. En: <http://www.nodulo.org/ec/2002/n010p13.htm>

Goodson, I. (1991). La construcción social del *currículum*. Posibilidades y ámbitos de investigación de la historia del currículum. *Revista de Educación*, 295, 7–37. Madrid.

Granger, G (1986). ¿Qué es una metadisciplina?. *Diánoia*, 32 (32), 103 – 117. [Trad. Castellana de Marcela Cinta].

Hernández, C. y López, J. (2002). *Disciplinas*. Instituto Colombiano para el Fomento

de la Educación Superior. Proyecto estándares mínimos de calidad.

Hunt, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique*, 49, 20-29.

Lenoir, Y. y Hasni, A. (2004). La interdisciplinariedad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón. *Revista Iberoamericana de Educación*. 35. OEI.

Ministerio de Educación Nacional (1998). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Lineamientos curriculares*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Serie Guías No 7.

Mosquera, C. (2008). La didáctica de las ciencias. Fundamento del conocimiento profesional de los profesores de ciencias. *Eeducador*. 16-20.

Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Capítulo II. Los principios de un conocimiento pertinente*. 14–21. París: UNESCO.

Nicolescu, B. (1998). “*La transdisciplinariedad, una nueva visión del mundo*” extracto del libro *La Transdisciplinariedad*. Traducción del Francés por Consuelo Falla Garmilla. UNAM. International Center for Transdisciplinary Research. En: <http://perso.club-internet.fr/nico>

Núñez, S. (2004). *Interdisciplinariedad: un reto para el docente*. En: http://200.10.23.169/educacion/ed_ciencias_interdisciplinariedad.pdf

Perera, F. (2004). *La formación interdisciplinaria de los profesores: una necesidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. En: http://200.10.23.169/educacion/ed_ciencias_interdisciplinariedad.pdf

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

Porlán, R. Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Capítulo 2. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 9. Sevilla: Díada.

San Segundo, R. (1992). *Teoría e historia de la clasificación bibliotecaria en España: siglos XIX y XX*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

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

Soneira, A. (2006), La "Teoría fundamentada en los datos" de Glaser y Strauss. En: Vasilachis, I. (coord.). *Estrategias de investigación cualitativa*. (153–170). Barcelona.

Torres, J. (1998). *Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado*. (3ª edición). Madrid: Ediciones Morata.

Travé, G. y Pozuelos, F. (1999). Superar la disciplinariedad y la transversalidad simple: hacia un enfoque basado en la educación global. *Investigación en la escuela*, 37, 5-13.

Uribe, J. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategias de investigación en ciencias sociales. En: Páramo, P. (comp.). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Bogotá: Universidad Piloto.

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

4. Contenidos

En primer lugar se presenta una justificación que muestra la investigación como una alternativa para abordar el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, unos

antecedentes que originaron la investigación y que están relacionados principalmente con una enseñanza de las CN de carácter fragmentado que privilegia el conocimiento disciplinar científico, el planteamiento del problema y de los objetivos que se pretenden alcanzar; en segunda instancia, se muestra la postura metodológica que orienta la investigación y que busca la construcción de las posibles respuestas a las preguntas y objetivos planteados, desde un enfoque cualitativo, del tipo Investigación Documental y siguiendo la metodología de la Teoría Fundamentada en los datos; en tercer lugar, se construye un texto que pretende poner en discusión, a lo largo del mismo, el problema de investigación y los objetivos planteados. Para terminar se presentan unas consideraciones finales que recogen los puntos de análisis más relevantes de la investigación, así como las proyecciones del trabajo.

5. Metodología

El trabajo sigue la metodología de la Teoría Fundamentada (TF), que implica a partir de proposiciones extraídas de *documentos*, llegar a la construcción o generación de análisis conceptuales, que permiten enfocar y entender los objetivos y el problema propuestos. Así mismo, en la investigación se considera que en tanto la docente investigadora es también un ser social, la misma puede producir, representar y contextualizar su experiencia y conocimiento personal por medio de relatos narrativos. La TF comprende cinco operaciones o procedimientos a saber: situación de investigación, recolección de datos (documentos y experiencias), codificación, delimitación de la teoría y comunicación de resultados.

6. Conclusiones

- Las clasificaciones del conocimiento manifestadas en las disciplinas científicas y académicas, son construcciones artificiales elaboradas por el hombre, de acuerdo a sus condiciones sociales, culturales, ideológicas, ontológicas, epistemológicas, pragmáticas, económicas, políticas y hasta religiosas y militares; éstas disciplinas presentan una visión particular, socialmente válida, sobre la realidad del mundo por lo que se han especializado en un segmento de la misma para explicar en detalle su estructura, composición, interacción y transformación.
- Las diferentes relaciones que se dan en las disciplinas de conocimiento son flechas de un único y mismo arco: el del conocimiento, y aunque cada una de ellas tiene implicaciones de diversa índole, pueden llegar a complementarse de

tal manera, que sin negar las particularidades de las otras, su integración permite no solo explicaciones más complejas de las realidades general y educativa, sino además la elaboración de diversas propuestas para la solución de los problemas que éstas presentan en su desarrollo.

- Las relaciones en la disciplinas llevadas a ámbito escolar adquieren otros matices de interpretación, dadas las características de la escuela, del conocimiento escolar, de las disciplinas escolares y del profesor, que ameritan un tratamiento diferente al considerado en el campo epistemológico de las comunidades científicas, puesto que se trata de realidades, actores y relaciones diferentes.
- El *currículum* y los planes de estudio se pueden pensar también como constructos artificiales, acordes con el contexto sociocultural en que emergen, de forma que en su desarrollo están presentes no sólo una concepción de hombre y sociedad, sino una visión de conocimiento sobre la realidad, por lo que pensarlos desde la perspectiva disciplinar limita sus posibilidades de integración.
- El profesor de Ciencias Naturales, es un profesional con gran responsabilidad en la formación de seres humanos no sólo desde la perspectiva de una disciplina científica que explica el mundo físico, sino desde la perspectiva humanista que forma personas comprometidas con el entorno natural y social en el que viven.
- La profesión del profesor de Ciencias Naturales en la escuela y en una relación específica con el conocimiento, el conocimiento escolar, lleva a considerar que la problemática relacionada con la enseñanza, no es, con el conocimiento en sí, sino con las didácticas generales y específicas, dado que su problema es la transposición didáctica de la lógica disciplinar del saber sabio de las comunidades científicas, a la lógica del saber enseñado a través de disciplinas escolares y no el descubrimiento de leyes y teorías científicas.
- La didáctica es tanto una disciplina de conocimiento científico académico, con un objeto específico de estudio, la enseñanza (didáctica general), como una disciplina escolar, que ha emergido y evolucionado en el contexto particular de la escuela (didácticas específicas), con posibilidades de pensarla como una metadisciplina de conocimiento en cuanto su carácter generalista y trascendental, que precisa para su estudio de varias formas de conocimiento.

Elaborado por:	BUITRAGO LÓPEZ, DORA LUZ		
Revisado por:	ROA ACOSTA, ROBINSON		
Fecha de elaboración del Resumen:	25	02	2014

CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	16
2. ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2.1. Delimitación del problema de investigación	22
3. OBJETIVOS	23
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
4.1. Enfoque de investigación	24
5. CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS CLASIFICATORIOS	33
5.1. Acerca del origen y la importancia de las clasificaciones	33
5.2. Referentes históricos sobre la clasificación del conocimiento	35
6. SOBRE LAS DISCIPLINAS	48
6.1. Contexto actual de las disciplinas	48
6.1.1. Disciplinas y disciplinariedad	49
6.1.1.1. Surgimiento y significado del concepto disciplina	49
6.1.2. Caracterización de las disciplinas científicas	57
7. LAS DISCIPLINAS Y SUS RELACIONES	64
7.1. Contexto de las relaciones disciplinares	64
7.2. Relaciones en las disciplinas	66
7.2.1. Multidisciplinariedad y Pluridisciplinariedad	66
7.2.2. Interdisciplinariedad	68
7.2.2.1. Antecedentes históricos de la interdisciplina	68
7.2.2.2. Origen de la interdisciplinariedad	71

7.2.2.3.	Conceptualizaciones sobre interdisciplinariedad	73
7.2.3.	Transdisciplinariedad	76
7.2.4.	Otras denominaciones para las relaciones en las disciplinas	81
8.	LAS DISCIPLINAS EN EL CONTEXTO ESCOLAR	83
8.1.	Las disciplinas escolares	83
8.2.	Relaciones disciplinares en el contexto educativo	91
8.3.	El currículo y los planes de estudio escolar como consecuencia de las relaciones en las disciplinas de conocimiento	103
8.3.1.	Currículos Disciplinarios Tradicionales	106
8.3.2.	Currículos Integrados Transversales	106
8.3.3.	Currículos Interdisciplinarios	110
8.3.4.	Currículos Transdisciplinarios	113
9.	LA METADISCIPLINARIEDAD: otra forma de vinculación de las disciplinas	116
9.1.	La metadisciplinariedad	116
9.2.	El conocimiento escolar como metaconocimiento	119
9.3.	El Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias Naturales como conocimiento metadisciplinar	122
9.4.	La didáctica como metadisciplina	136
10.	CONSIDERACIONES FINALES	142
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Clasificación de preguntas iniciales que dieron origen a la investigación	20
Cuadro 2 Matriz de categorías emergentes a partir de los datos	31
Cuadro 3 Tipología del conocimiento según Kolb	44
Cuadro 4 Territorios intelectuales según Becher	46
Cuadro 5 Caracterización de las disciplinas que constituyen las Ciencias Naturales	58
Cuadro 6 Estereotipos sobre los científicos académicos de las Ciencias Naturales	62
Cuadro 7 Formas de vinculación de las disciplinas según Gianella	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Metodología de la investigación	25

LISTA DE ABREVIATURAS

Se adopta la siguiente simbología, para representar conceptos claves, definir siglas, reducir la escritura y facilitar la lectura del texto.

Ciencias Naturales	CN
Educación Preescolar	EP
Educación Básica Primaria	EBP
Educación Básica Secundaria	EBS
Educación Media	EM
Educación Superior	ES
Universidad Pedagógica Nacional	UPN
Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias	CPPC
Relaciones Ciencia, Técnica, Sociedad y Ambiente	C/T/S/A
Program for International Student Assessment	PISA
Trends in International Mathematics and Science Study	TIMSS
Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento en Educación	IEA
Consejo Internacional para la Ciencia	CIC
Alfabetización Científica	AC
Investigación Documental	ID
Teoría Fundamentada	TF
Currículum Disciplinar Tradicional	CDT
Currículum Integrado Transversal	CIT
Currículum Interdisciplinar	CID
Currículum Transdisciplinar	CTD
Ministerio de Educación Nacional	MEN

PRESENTACIÓN

“Y mientras se insista en no reconocer la realidad específica de las disciplinas de enseñanza, el sistema escolar no merecerá en efecto ningún otro trato por parte de los historiadores: no es más que una institución particular que acoge dos tipos de poblaciones, poniéndolas en contacto, y en la que, de conformidad con tal o cual política educativa o con tal o cual orientación pedagógica, se “enseñan” diversas materias cuya naturaleza no es en absoluto problemática”. André Chervel (1991)¹.

Dar cuenta, desde la didáctica de las ciencias, de las dinámicas de educación de la actual sociedad, en el cual el conocimiento ha adquirido sentidos y significados diferentes a los del pasado, invita a formular preguntas que tratadas mediante investigación busquen analizar, para el caso de este estudio, el tipo de conocimiento que debería ser enseñado en la educación básica y media.

Es evidente que la continuación del desarrollo del conocimiento –cualquiera que sea-, tiene mucho que ver con la manera como se aprende, entiende y piensa el mismo, el cual deriva en la construcción de mejores condiciones de vida para todos los seres humanos, en lo científico, lo tecnológico, lo económico y lo social.

En este panorama la investigación en la enseñanza de las ciencias tiene mucho que analizar y proponer, por cuanto que se requiere la formación de personas éticas capaces de resolver problemas de diferente alcance -local, regional, nacional, internacional- y de explicar la realidad y sus problemas desde diversos niveles de complejidad, que superen las visiones simples, fragmentarias y reduccionistas.

Para lograr esto se precisa de formas alternativas para la enseñanza de las Ciencias Naturales (CN) en la escuela, por una parte, y por otra, de la formación de profesores con posturas fundamentadas que permitan la realización de *prácticas didácticas y pedagógicas de carácter globalizador*, en donde lo importante no sea la transmisión de la lógica disciplinar propia de cada disciplina científica, sino la formación de personas con un pensamiento complejo, que puedan interrelacionar y aplicar diversas formas de conocimiento –cotidiano, escolar y científico-, para identificar los problemas relevantes de la realidad y darles solución.

¹ Chervel, A. (1991:67). Historia de las disciplinas escolares. Reflexiones sobre un campo de investigación. *Revista de Educación*, 295, 59-111. Madrid: MEC.

Alcanzar tales propósitos, requiere en primera instancia poner en evidencia la importancia del profesor como agente de cambio social, pero sobretodo considerar que es un profesional, que posee un tipo especial de conocimiento y de habilidades que lo distingue de los otros profesionales, es él quien posibilita la transformación didáctica del conocimiento científico desde la lógica disciplinar hacia la lógica de la enseñanza y el aprendizaje (Mellado, 1996) en un contexto específico, definido e influenciado por múltiples factores; en ese sentido, su actividad tiene un doble propósito: formar las nuevas generaciones de ciudadanos que la sociedad requiere y constituirse en un individuo crítico y propositivo frente a los fenómenos sociales y culturales en los que está inmerso.

En tal panorama las prácticas interdisciplinarias, transdisciplinarias y metadisciplinarias se constituyen en opciones alternativas y válidas para transformar la enseñanza de las CN en la escuela; esto resulta claramente contrario a lo que Fazenda (2001:19) denomina, *capitalismo epistemológico*, "... excesiva especialización del conocimiento que causa un distanciamiento entre la academia y los problemas cotidianos...", que privilegia los contenidos disciplinares sin posibilitar ningún tipo de relación e interacción entre ellos.

Esta tesis de Maestría en Educación es así una apuesta teórica que en consonancia con los principios de la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la metadisciplinariedad, hace un intento por integrar e interrelacionar elementos aparentemente inconexos, tales como las disciplinas de conocimiento, las relaciones en las disciplinas, las disciplinas escolares, el *currículum* y los planes de estudio, la metadisciplinariedad, la didáctica, en la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias.

Para tal fin, en primer lugar se presenta una justificación que muestra la investigación como una alternativa para abordar el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, unos antecedentes que originaron la investigación y que están relacionados principalmente con una enseñanza de las CN de carácter fragmentado que privilegia el conocimiento disciplinar y el planteamiento del problema y de los objetivos que se pretenden alcanzar; en segunda instancia, se muestra la postura metodológica que orienta la investigación y que busca la construcción de las posibles respuestas a las preguntas y objetivos planteados, desde un enfoque cualitativo, del tipo Investigación

Documental y siguiendo la metodología de la Teoría Fundamentada en los datos; en tercer lugar, se construye un texto que pretende poner en discusión, a lo largo del mismo, el problema de investigación y los objetivos, para lo que se abordan los siguientes aspectos, a saber:

1. Origen e importancia de las clasificaciones científicas.
2. Aproximación histórica sobre el surgimiento de las disciplinas de conocimiento.
3. Aspectos relacionados con las disciplinas: surgimiento, significado del concepto disciplina, caracterización de las disciplinas científicas.
4. Relaciones que se presentan en las disciplinas de conocimiento: multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y otras.
5. Relaciones en las disciplinas de conocimiento en el campo educativo, desde aspectos teóricos y prácticos.
6. Análisis de la metadisciplinariedad como relación máxima en las disciplinas y sus implicaciones en el Conocimiento Escolar, en el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias y en la didáctica.

Para terminar se presentan unas consideraciones finales que recogen los puntos de análisis más relevantes de la investigación, así como las proyecciones del trabajo investigativo, de acuerdo tanto a los resultados obtenidos como a las limitaciones conceptuales y metodológicas del mismo.

1. JUSTIFICACIÓN

“La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos”.

Edgar Morín (1999)².

La presente investigación surge a partir de la práctica y experiencia en el aula de clase en la cual he problematizado aspectos que tienen relación con el conocimiento y su interdisciplinariedad, asunto que fue analizado y formalizado, mediante el desarrollo de esta tesis, en el grupo de investigación “Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias” de la Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

Mi experiencia como docente de las diferentes Ciencias Naturales en Educación Básica y Media, por más de una década, permite dar cuenta de que las condiciones presentes del mundo globalizado³, han generado nuevas tensiones entre la distancia y cercanía de las disciplinas, propiciando la emergencia de nuevos objetos de investigación que buscan o luchan por mantener el estatus disciplinar, así como alternativas diferentes de concebir la investigación, que llevadas al campo educativo ocasionan profundas implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. Visto esto desde el Conocimiento del Profesor de Ciencias Naturales se evidencia como fundamental el abordaje de cuestiones relacionadas con la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la metadisciplinariedad.

Constantemente se insiste en que la enseñanza de las ciencias atraviesa por una aguda problemática (Gil y Carrascosa, 1985; Porlán, 1998; Torres, 1999), relacionada con variados aspectos, que van desde la pertinencia de cada modelo pedagógico para la enseñanza de las CN hasta la formación de profesores, pasando por aspectos curriculares como la discusión sobre cuáles son los contenidos científicos a enseñar dadas las condiciones políticas, económicas y sociales contemporáneas.

Otra de las cuestiones planteadas tiene que ver con cuál es la forma más adecuada

² Morín, E. (1999:2). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.

³ Conocidas también como “sorpresas inevitables”, ciertas tendencias que la gran mayoría de personas no esperaba que se produjeran, pero que poco a poco se están poniendo en evidencia: incremento en la expectativa de vida de las personas, envejecimiento saludable, capacidad de aprendizaje a lo largo de toda la vida, aumento y aceleración de la movilidad de las personas y de capitales, renovación continua de las relaciones entre conocimiento e innovación, crecimiento exponencial de las comunicaciones, de las interdependencias y del conocimiento, que implica que cada vez haya más conceptos y procedimientos que hay que aprender y desaprender (Schawartz, 2003).

para llevar a cabo la tan en auge *culturización científica*, que lleva de nuevo a plantear la tradicional dicotomía entre currículos disciplinares o currículos alternativos para la enseñanza ya que "... de las diferentes variables que determinan la forma en que se enseña, la que se corresponde con la organización de los contenidos, o sea, cómo se presentan y se relacionan, es seguramente una de las que inciden más en el grado de profundización de los aprendizajes y las capacidades para que éstos puedan ser utilizados en nuevas situaciones..." (Zabala, 1999:14).

Los trabajos que abordan la propuesta de enseñanza integrada de las CN ya desde la perspectiva metadisciplinar (García, 1998), globalizadora (Zabala, 1999), transversal (Yus,1997; Benavides, 2010), son pocos, -mucho menos los relacionados con la enseñanza como objeto de investigación, propiamente dicho desde la didáctica-; hasta el momento se han privilegiado las investigaciones biológicas, químicas, físicas y ambientales, que aunque no es su intención explícita, defienden posturas disciplinarias y reduccionistas de la ciencia natural que dejan de lado la unidad de la explicación interdisciplinar, transdisciplinar y metadisciplinar.

La integración de las CN representa uno de los más grandes retos para el *currículum*, puesto que "... requiere de un nivel de generalización de gran complejidad" (Pérez de los Reyes, 2003), la que puede ser posible si se desarrolla un currículo alternativo al tradicional que permita integrar conceptos y metodologías que ayuden tanto a profesores como a estudiantes a comprender los fenómenos naturales de forma global, a través de la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad o la metadisciplinariedad, relaciones que bien pueden comenzar al interior de cada *disciplina escolar* y cada área de conocimiento para luego hacerse extensible al currículo y a la didáctica general.

La presente tesis surge entonces ante la necesidad de abordar el problema de la enseñanza de las CN en la Educación Básica y Media, desde lo atinente al Conocimiento Profesional del Profesor y las relaciones en las disciplinas, desde un enfoque alternativo a la forma tradicional –basada en la lógica disciplinar de cada ciencia-, ya sea desde los supuestos de la interdisciplinariedad, desde los ideales de la transdisciplinariedad o desde la complejidad de la metadisciplinariedad y "... a partir del reconocimiento del universo como un todo y la naturaleza como una sola que no se debe estudiar en porciones, encasillada en diferentes asignaturas, que impiden ver

el todo, sin poder superar el paradigma de las disciplinas como fragmentos desconectados” (Linn, 2001).

En esta perspectiva se encuentra que el problema de la enseñanza de las CN en la escuela, radica en parte, en que ésta se ha vuelto una actividad que ha conllevado a enseñar los contenidos científicos de manera segmentada y desintegrada, de forma que no se comprenden los fenómenos sicionaturales en su complejidad.

Así, si se hace una revisión en el ámbito colombiano a la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), en el artículo 23 sobre *Áreas obligatorias y fundamentales*, se puede evidenciar que

“Para el logro de los objetivos de la educación básica se establece la enseñanza por áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento y de la formación, que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios así: Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Ciencias Sociales, Educación artística, Educación ética y en valores humanos, Educación física, recreación y deportes, Educación religiosa, Humanidades, Matemáticas y Tecnología e informática”.

Esta normativa se traduce en el currículo en la fragmentación del conocimiento en diferentes asignaturas y en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, cuya finalidad es “... que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas, [...] a partir del aprendizaje de un *cúmulo* de conocimientos y el desarrollo de competencias fundamentales” (MEN, 2004:3).

Otro aspecto interesante es la implicación que tiene la enseñanza de las CN en los resultados de las evaluaciones de la competencia científica. Por ejemplo, al hacer seguimiento a los resultados se puede encontrar que en las pruebas del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes-PISA⁴ de 2012⁵, los resultados arrojados por una muestra de 9.073 estudiantes, dan cuenta de que en ciencias el porcentaje de estudiantes por debajo del nivel 2 es superior al 50%, el 31% se ubica en el nivel 2, es decir demuestran competencias básicas que les permiten participar de manera efectiva y productiva en situaciones de la vida asociadas a la ciencia y a la

⁴ Estudio llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

⁵ En: <http://www.icfes.gov.co/investigacion/evaluaciones-internacionales/pisa>.

tecnología. En los niveles 5 y 6 (desempeño superior) se ubica el 0.1% de estudiantes, los cuales identifican y aplican el conocimiento científico en la solución de una variedad de situaciones, científicas y tecnológicas, no familiares; cuentan con habilidades investigativas, construyen explicaciones basadas en la evidencia y argumentan desde el análisis crítico.

Mientras tanto en la prueba Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias-TIMSS⁶ de 2007⁷, Colombia presenta altos porcentajes de estudiantes con conocimientos bajos y muy bajos, lo que indica que los mismos "...pueden reconocer algunos hechos básicos de la vida y la física, saben algo sobre el cuerpo humano, y están algo familiarizados con los fenómenos físicos cotidianos, pueden interpretar representaciones gráficas y aplicar los conceptos físicos simples a situaciones prácticas, pero no pueden complejizar, abstraer, relacionar, aplicar conceptos biológicos, químicos, físicos y de las ciencias de la tierra a la solución de problemas".

Ahora bien a partir de mi práctica docente puedo afirmar, que la enseñanza de las CN a lo largo de estos años, bajo la reglamentación de los estándares y la presión de los resultados de las evaluaciones, ha privilegiado los contenidos conceptuales de cada una de las asignaturas científicas, dejando de lado lo concerniente a la metodología, las relaciones C/T/S/A, las implicaciones éticas de la ciencia, así como lo actitudinal, lo axiológico, lo afectivo, y el aspecto histórico-social-cultural del conocimiento.

En los Estándares Básicos colombianos, se puede evidenciar que los contenidos carecen de conexión a lo largo de todos los niveles educativos y todos los ejes temáticos propuestos (metodología científica, entorno vivo, entorno físico-químico, ciencia/tecnología/sociedad, dimensión ética), no se presenta mayor integración de los contenidos, lo que impide a los estudiantes explicar los fenómenos naturales de forma integrada, puesto que los mismos al interior de cada disciplina científica reproducen y siguen la lógica academicista, sin relacionarse con los otros contenidos propuestos.

Lo anterior visto desde la didáctica, evidencia el desconocimiento de las implicaciones de la enseñanza de las CN, se enseña desde la naturaleza y la lógica interna de cada disciplina, dejando de lado aspectos relacionados con el contexto y las realidades sociales en los cuales se enseña y aprende.

⁶ Estudio llevado a cabo por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento en Educación.

⁷ En: http://www.isei-ivei.net/cast/pub/Informe_T07_cas.pdf

2. ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“... Cualquier persona puede tener ideas acerca del mundo que la rodea. Todos debemos pensar y especular sobre nuestros datos [...] sobre nuestras experiencias [...]. Sea que embellezcamos nuestras ideas con la etiqueta grandiosa de que son una teoría o no, lo importante es tener ideas y usarlas para explorar e interpretar el mundo social que nos rodea.”

Amanda Coffey y Paul Atkinson⁸.

Recordando una vieja tonada, *“todo comenzó algún tiempo atrás⁹”*, de modo que puedo explicitar algunos elementos que a lo largo de más de una década han dado lugar a un conjunto de preguntas problematizadoras (ver cuadro 1) que surgen a raíz de las experiencias que viví y vivo durante mi ejercicio como profesora de Biología y Física en la Educación Básica Secundaria (EBS), no obstante, de haber recibido formación como Licenciada en Química. Una vez licenciada esperaba que mi campo de acción fuera la “enseñanza de la misma” en la Educación Media (EM), pero en la práctica no ocurrió lo esperado, situación que llevó a poner en conflicto mis intereses tanto personales, económicos, profesionales y éticos. Acceder o no a la oferta laboral implicó tener que decidir entre afrontar el reto de aceptar hacer algo para lo cual no estaba preparada, o no hacerlo con las respectivas consecuencias que generaba cada decisión: asumir una responsabilidad más allá de mi formación o estar desempleada.

A partir de preguntas como las presentadas en el Cuadro 1, unas más antiguas, producto de mi formación docente, y otras más nuevas, que han surgido a partir de la experiencia en la escuela, así como de la implementación de políticas educativas, es que se da comienzo a esta investigación en la Maestría en Educación.

Cuadro 1. Clasificación de preguntas iniciales que dieron origen a la investigación

Epistemológicas	Didácticas
¿Qué tienen en común y en qué se diferencian las distintas disciplinas científicas?	¿Qué conocimientos debe tener y en qué se diferencia un profesor de CN en relación a un profesor de Química, Biología, Física, Astronomía o Geología?
¿Cuáles son los límites de posibilidad explicativa de cada ciencia que permiten el surgimiento de enfoques interdisciplinar, transdisciplinar y/o metadisciplinar como formas alternas de abordar el estudio del mundo natural?	¿Qué creencias o principios subyacen a la idea de que un profesor formado en una disciplina está facultado para enseñar otra disciplina diferente a su campo?

⁸ Coffey, A y Atkinson P. (2003:188). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación*. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia.

⁹ La Isla del sol/Milla. Leo García, (1998).

<p>¿Qué tipo de conocimiento diferencia a un licenciado en CN de uno no licenciado?</p> <p>¿Qué creencias o principios subyacen a la idea de que un profesor formado en una disciplina está facultado para enseñar otra disciplina diferente?</p> <p>¿Es lo mismo hacer referencia a lo transversal, lo integral, lo interdisciplinar, lo transdisciplinar, lo metadisciplinar, lo holístico?</p> <p>¿Qué historia subyace a la configuración de las disciplinas y la emergencia de la interdisciplina, la transdisciplina y la metadisciplina?</p>	<p>¿Qué implicaciones tiene enseñar CN integradas frente a enseñarlas de forma disciplinar?</p> <p>¿Qué implicaciones en la enseñanza de las ciencias en EBP tiene el hecho de que un licenciado en otra rama del conocimiento asuma esta responsabilidad?</p> <p>¿Qué estrategias son más apropiadas para enseñar y aprender cada disciplina?</p> <p>¿En qué momento de la vida escolar es posible enseñar y aprender CN y en qué momento debe hacerse de manera disciplinar?</p> <p>¿Qué didáctica de las CN es posible desarrollar en el marco de la idea de una enseñanza interdisciplinar, transdisciplinar y/o metadisciplinar?</p>
Político-económicas	Evaluativas
<p>¿Qué papel cumplen la enseñanza de las CN en la economía de la actualidad?</p> <p>¿Qué tipo de conocimiento se debe enseñar, dadas las condiciones económicas, políticas, ambientales y tecnológicas actuales?</p> <p>¿Qué implicaciones económicas tiene formar y vincular docentes de CN integradas en contraposición a formar y contratar docentes para cada disciplina?</p> <p>¿Qué importancia tiene la didáctica en el desarrollo del conocimiento científico y económico en las sociedades del conocimiento?</p>	<p>¿Es posible enseñar, aprender y evaluar de la misma forma todas las disciplinas?</p> <p>¿Qué evaluar en CN: la explicación compleja de los fenómenos naturales desde la interrelación o desde la rigurosidad y especificidad disciplinar?</p>

Al principio como deber ético y reto intelectual, de forma autodidacta me dediqué a estudiar lo que ignoraba, a profundizar en lo que desconocía, de manera independiente sin establecer ningún tipo de relación entre las disciplinas; luego intenté integrar, relacionar, complementar y enseñar las tres maneras diferentes de ver y explicar el mundo -lo biológico, lo físico y lo químico- unas veces con algo de éxito, otras con mucha frustración, desde lo que es común a las tres disciplinas: el estudio de los fenómenos naturales. Al final concluí que dado que la dinámica actual del mundo tiende, entre otras cosas, hacia la globalización del conocimiento y hacia otras formas de enseñar y aprender, se precisa una revolución que logre modificar las formas habituales o “normales” de pensar, ver y hacer las cosas por parte de los docentes en el aula.

2.1. Delimitación del problema de investigación

Tomando como referente las preguntas del cuadro 1, que muestran diferentes posibilidades de enfocar el problema de investigación, y la reflexión realizada a través de la lectura de textos escritos especializados en temáticas, *grosso modo*, sobre conocimiento profesional del profesor de CN, historia de las disciplinas y sus relaciones, *curriculum* y didáctica, se busca establecer cuál es la conexión y la correspondencia existente entre ellas y las implicaciones que tienen lugar.

La investigación tiene como fin revisar documentalmente textos escritos (artículos de revistas, libros y páginas de internet) para hacer seguimiento a las circunstancias en las cuales se presentan y desarrollan las disciplinas científicas y las relaciones entre las mismas, para así poder realizar un análisis del CPPC y sus implicaciones didácticas en la enseñanza de las CN en Educación Básica y Media Vocacional, tomando además como fuente referencial la experiencia docente de la investigadora.

Es oportuno aclarar que no es la intención hacer análisis a profundidad a las epistemologías que subyacen a cada una de las disciplinas de conocimiento científico natural –física, química y biología-, no obstante que lo que se busca es hacer una aproximación a la relación que ha surgido en las disciplinas de conocimiento y lo que esto ha causado en el campo educativo en lo relacionado con el *curriculum*, las disciplinas escolares, los planes de estudio y el Conocimiento del Profesor, a partir de un análisis teórico. Los documentos analizados no incluyen muestras de libros de texto escolares, y aunque eventualmente, se citan artículos sobre legislación educativa colombiana, no es el propósito discutir y profundizar sobre ellos ya que esto rebasaría los alcances del estudio.

La investigación tampoco aborda lo concerniente al problema de la práctica pedagógica y didáctica del profesor en el aula de clases, ni lo que tiene que ver con formación inicial de profesores de CN.

En la medida en que se constituye en una mirada *otra* sobre el CPPC, como lo es a partir de las relaciones en las disciplinas de conocimiento, puede generar controversia y debate, dado que se trata de pensar el conocimiento del profesor, *el curriculum* y la didáctica desde otro ángulo como el de la metadisciplinariedad.

3. OBJETIVOS

GENERAL

- Analizar el Conocimiento Profesional del Profesor en cuanto a las relaciones en las disciplinas de conocimiento para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica y la Educación Media.

ESPECÍFICOS

- Hacer una aproximación histórica y epistemológica general a los conceptos de disciplinariedad, multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y metadisciplinariedad mediante una revisión documental.
- Determinar las implicaciones didácticas de las interrelaciones de las disciplinas en la enseñanza de las Ciencias Naturales para la enseñanza en la Educación Básica y la Educación Media.
- Establecer los obstáculos, retos y posibilidades de la interdisciplinariedad en la escuela.

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“... Investigar es un trabajo arduo. Pero también es entretenido y emocionante. Es más, nada se puede comparar con la dicha que proviene del descubrimiento.”

Anselm Strauss y Juliet Corbin (2004)¹⁰.

En este apartado se muestra la postura metodológica de la investigación, que da cuenta de la forma como se llevó a cabo la misma y que permitió dilucidar las posibles respuestas al problema planteado.

4.1. Enfoque de investigación

Mi formación profesional oscila entre dos enfoques investigativos: el cuantitativo que privilegia la recolección y manipulación de cifras numéricas, y el cualitativo que hace énfasis en la observación e interpretación de datos, opto por seguir el enfoque cualitativo, donde la atención se centra, más que en los números y sus estadísticas, en los fenómenos de la realidad y sus respectivas interpretaciones, críticas y análisis, compartiendo lo planteado por Coffey y Atkinson (1996:187) “se identifica un fenómeno particular que se trata de explicar relacionándolo con conceptos más amplios, que involucren tanto la experiencia como los marcos teóricos de las disciplinas propias y de los campos vecinos, buscando superar los datos mismos para ubicarlos en marcos teóricos y explicativos más abiertos y generales, que permitan una nueva configuración de las ideas”.

El trabajo sigue la metodología de la Teoría Fundamentada (TF), que implica a partir de proposiciones extraídas de *documentos*, llegar a la construcción o generación de análisis conceptuales, que permiten enfocar y entender los objetivos y el problema propuestos. Así mismo, en la investigación se considera que en tanto la docente investigadora es también un ser social, la misma puede producir, representar y contextualizar su experiencia y conocimiento personal por medio de relatos narrativos.

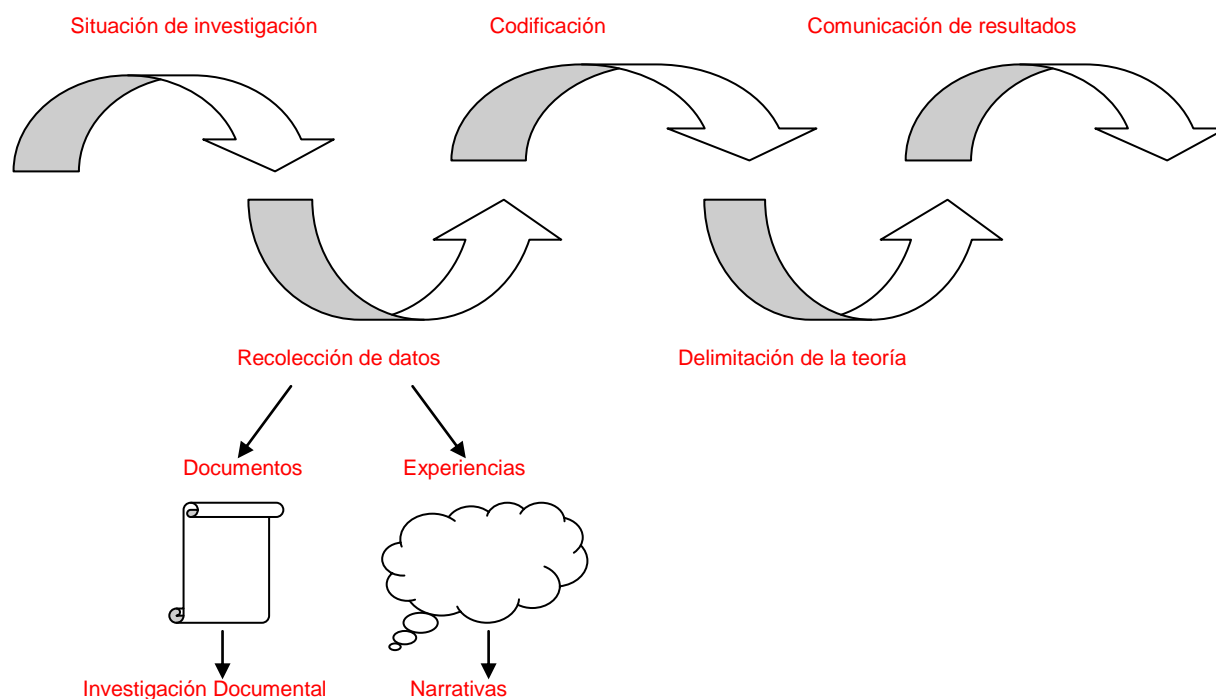
La TF de Glaser y Strauss (2004) y Strauss y Corbin (1990, citados por Soneira, 2006), es una metodología que tiene como fin, no sólo generar teoría¹¹, descripciones u ordenamientos conceptuales, sino también fundamentarla en los datos a través de la

¹⁰ Strauss, A. y Corbin, J. (2004:16). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín.

sistematización, interpretación, análisis y generalización transversal de un conjunto de datos brutos desorganizados. La TF toma muy en serio los datos y al expresarlos teóricamente, crea nuevas maneras de comprender el mundo, ya que "... la teoría derivada de los datos se parece más a la realidad que la teoría derivada de unir una serie de conceptos basados en experiencias o sólo especulando..." (Strauss y Corbin, 2004:14).

La TF comprende cinco operaciones o procedimientos, que se muestran de manera esquemática en la figura 1, teniendo siempre presente "que las fases previas siguen operando simultáneamente a lo largo del análisis" (Strauss y Corbin 1990, citados por Soneira, 2006:156).

Figura 1. Metodología de investigación



Situación de investigación

"La TF comienza con una situación de investigación. Dentro de esta situación, la tarea del investigador es la de comprender que está pasando, y cómo los actores manejan sus roles" (Dick, 2005, citado por Soneira, 2006:160). Así se partió de la tesis de que

¹¹ Definida por los autores, como el conjunto de conceptos bien desarrollados vinculados por medio de relaciones, que tiene en cuenta sus propiedades y dimensiones específicas y que se constituyen en un marco conceptual integrado que puede usarse para explicar o predecir fenómenos.

los fenómenos naturales y su enseñanza, son una actividad humana compleja, que requiere de un gran despliegue de conocimientos de diversa índole por parte del profesor. Se comenzó con una idea general sobre el problema actual de enseñar CN, desde lo disciplinar que fragmenta el conocimiento en múltiples y variadas parcelas o desde lo integral que establece relaciones entre los contenidos científicos y entre éstos y contenidos de otro tipo.

Con el tiempo, esto viró y se especializó en la problemática del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, que considera al profesor no como un transmisor del conocimiento tal como emerge de las comunidades científicas y académicas, que reproduce lealmente su discurso en física, química y biología, sino como un profesional que posee “un conocimiento epistemológicamente diferenciado de otros” (Porlán *et al.*, 1997), que al tener como actividad principal la enseñanza de las CN en la Educación Básica y Media, tiene la posibilidad de hacerlo no desde lo estrictamente científico académico, sino más bien desde lo escolar, a partir de otros enfoques como la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad o la metadisciplinariedad.

Así mismo se preparó la investigación, en cuanto a la selección y delimitación del tema investigativo, la formulación de objetivos y la selección de la metodología apropiada para trabajar el problema de estudio.

Recolección de datos

En lo particular, los insumos para los datos fueron documentos escritos y la experiencia de la docente investigadora. Con respecto a los documentos, éstos se analizaron desde los principios de la Investigación Documental (ID) y las experiencias fueron trabajadas desde la narrativa.

▪ La investigación documental

La ID tiene como finalidad ser asiento para la elaboración de un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio, que permite encontrar respuestas a los interrogantes planteados (Galán, 2011) y que puede constituirse en TF. Según Rivera (2008) y Uribe (2011) presenta las siguientes características:

1. Utilizar diferentes técnicas: búsqueda, localización, selección, fijación

y análisis de *documentos*.

2. Revisar lo que se ha escrito y publicado sobre el problema de investigación, desde lo interpretativo, para redescubrir hechos y establecer relaciones.
3. Analizar la información relevante, dándole nueva vida, perfeccionándola, transformándola y actualizándola.
4. Utilizar textos escritos de diferentes tipos y formatos.
5. Involucrar procesos inductivos (recolección, selección, sistematización) y deductivos (interpretación, análisis, abstracción, generalización).

La ID se basa en principios de finalidad, al partir de objetivos definidos y una selección adecuada del tema; de coherencia ya que la investigación presenta unidad interna; de fidelidad en la recolección y de datos; de integración entre la evaluación cualitativa de la información, los núcleos temáticos y el conjunto en general; de comprensión para la construcción teórica del conjunto bajo una perspectiva global que permita llegar a conclusiones sobre el estado general del tema de investigación.

En lo particular, se realizó una búsqueda y recopilación de 111 documentos escritos en formatos físicos y digitales, compuesta por 61 libros y 50 artículos publicados en revistas nacionales e internacionales y en páginas de internet sobre las temáticas de estudio, cuya codificación y análisis posterior dio lugar al presente documento escrito.

▪ **La narrativa**

En la medida en que las experiencias de vida de la investigadora también se constituyen en datos de investigación, la narrativa adquiere un sentido especial en el trabajo, ya que como metodología de trabajo (Richardson, 1990, citado por Coffey y Atkinson, 2003:81), es útil para plasmar "... las relaciones entre las vivencias pasadas y las presentes" de la investigadora, que tienen que ver con las implicaciones profesionales, éticas y didácticas entre su formación inicial y su práctica docente, experiencias que permiten complementar los datos obtenidos en el análisis documental y ubicarlos en contextos específicos de acción.

Ya que como actores sociales, "todos hacemos una crónica de nuestras vidas en términos de un conjunto de acontecimientos, sucesos, influencias y decisiones; la forma como se refieren [...] éstas experiencias, puede dar luces para ver personajes,

acontecimientos, sucesos esenciales y perspectivas del individuo en relación con el grupo social o el entorno cultural” (Coffey y Atkinson, 2003:81), lo que hace posible revelar un número de características y eventos esenciales de la carrera ocupacional, asociadas a la idea de una vida laboral, planificada y organizada que en gran parte se corresponde con un proyecto de vida, pero también en la cual se presentan eventos azarosos que cambian o le dan un giro diferente a la profesión. De otra parte se tiene que las narrativas de los profesores “... presentan medios para reflexionar sobre el contexto cultural de los profesores en el trabajo que hacen”. (Cortazzi, 1993, citado por Coffey y Atkinson, 2003:75).

Así mismo la narrativa se constituye en el medio por el cual la investigadora no solo relata subjetivamente la crónica de su experiencia como docente de CN, sino que a la vez da cuenta de las interacciones con los documentos trabajados de forma objetiva (citas textuales, documentación en varias fuentes y autores, codificación, generalización y teorización).

La codificación

Proceso analítico por el cual se fragmentan, conceptualizan, agrupan, integran y analizan datos para generar TF, para lo que se establecen categorías de conceptos que permiten clasificarlos, compararlos e integrarlos en niveles conceptuales más generales. “... La codificación puede concebirse como una manera de relacionar nuestros datos con nuestras ideas acerca de ellos” (Coffey y Atkinson, 2003:32). La codificación se realizó de la forma propuesta por Strauss y Corbin (1990):

- **Codificación abierta:** es el proceso por medio del cual se identifican los conceptos fundamentales que permiten construir teoría. La codificación se realizó en dos partes, en la primera se seleccionó, clasificó, leyó y relejó cuidadosamente los documentos recolectados en un muestreo abierto, en donde se partió de varias posibilidades de textos que ofrecieran mayores oportunidades de descubrir y comparar fenómenos, situaciones, acontecimientos, incidentes o sucesos relacionados con la situación de investigación, lo que permitió denominarlos, compararlos, agruparlos, descontextualizarlos de los (con)textos originales y recontextualizarlos para descubrir relaciones entre ellos y determinar cómo varía una categoría en

términos de sus propiedades y dimensiones. La observación del volumen grueso de generalidades contribuyó a esbozar el esquema general de trabajo. En la segunda se procedió a una primera categorización de los datos, que llevó a establecer las dos categorías generales de análisis: conocimiento y disciplinas de conocimiento que permitieron centrar, organizar y dimensionar las propiedades de los datos y sus posibilidades dentro de la investigación.

- **Codificación axial:** es el proceso de relacionar las categorías a sus subcategorías, se denomina axial porque la codificación ocurre alrededor del eje de una categoría, y enlaza las categorías en cuanto a sus propiedades y dimensiones con las subcategorías, cuyo propósito es dar claridad adicional, profundidad, estructuración y especificidad a la categoría principal, al denotar información relacionada con cuándo, dónde, por qué y cómo es probable que ocurra un fenómeno. Se tiene así que los datos trabajados en la codificación abierta, fueron reagrupados en nuevas formas, en segmentos conceptuales más sencillos que llevaron a la identificación y construcción sistemática de las categorías centrales cuyo poder analítico no solo reúne y describe las particularidades del tema de investigación, sino que se constituyen en el centro de gravitación alrededor del cual se construye el documento escrito.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos por Strauss (1987) para calificar una categoría como central: que todas las otras categorías principales se puedan relacionar con ella, que aparezca con frecuencia en los datos, que la explicación que se desarrolla a partir de relacionar las categorías sea lógica y consistente, que el nombre o la frase usados para describirla sean lo bastante abstractos para que puedan usarse para hacer investigación en otras áreas sustantivas, que lleven al desarrollo de una teoría más general, que permita el crecimiento de la teoría en profundidad y poder explicativo a partir de su refinación por medio de su integración a otros conceptos, que el concepto pueda explicar las variaciones así como el asunto central al que apuntan los datos. Se establecieron las categorías relaciones en las disciplinas de conocimiento¹², metadisciplinariedad y Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias Naturales como categorías centrales y sus subcategorías de forma

¹² Aunque la codificación es una creación propia del investigador heurístico, hay sistemas de categorías creados en otras instancias y contextos, tal es el caso de las relaciones en las disciplinas y sus subcategorías, que provienen como lo señala Zabala (1999:23) del campo general del conocimiento, en el que aparecen para hacer referencia a los diferentes tipos de relaciones disciplinares que se pueden establecer entre las diferentes áreas del conocimiento y que se extienden al campo de la educación particularmente a la enseñanza para hacer referencia a la relación que se da entre dos o más materias para organizar los contenidos escolares.

que fuera posible dar explicaciones más precisas y completas sobre las categorías generales, mirando cómo se entrecruzan y vinculan con éstas.

- **Codificación selectiva:** es el proceso de integrarlo todo y refinar la teoría, por cuanto resulta “el más difícil del trabajo investigativo”, ya que

Una cosa es lograrlo verdaderamente y otra la dificultad de inyectar la mezcla correcta de: a) fe en que puede lograrse, en que se logrará y será reconocido; b) que se logrará trabajando, no por inspiración romántica; c) que su solución no es como la de un acertijo o problema matemático sino que tiene que construirse; d) que no se puede consolidar todo en una sola versión; y e) que cualquier proyecto podría configurarse de diferentes maneras (Hammersley y Atkinson, 1983, citado por Strauss y Corbin, 2004).

En la medida en que el objetivo de la investigación es construir teoría sobre el problema de investigación, los hallazgos deben presentarse como un conjunto de conceptos interrelacionados y no sólo como una lista de temas, por lo que se hace necesario refinar la teoría, es decir revisar el esquema teórico amplio, para buscar su consistencia interna y brechas en la lógica, completar las categorías poco desarrolladas, recortar las excedentes y validar el esquema de investigación propuesto. Se precisa además integrar y organizar las categorías alrededor de un concepto explicativo central. De esta manera los datos se sometieron a procesos de abstracción y generalización, a partir de fenómenos, patrones, temas comunes y regularidades, pero también de contrastes, paradojas e irregularidades (Coffey y Atkinson, 2003), lo que permitió relacionar, integrar, interconectar, interpretar y conceptualizar tanto los documentos escritos como los relatos en torno a las categorías centrales, de forma que se pudiera no sólo diseñar la presentación del esquema teórico de la investigación de forma lógica y coherente, sino encontrar un hilo narrativo para escribir y construir el nuevo documento.

En el Cuadro 2 se muestran las categorías utilizadas para organizar y secuenciar el escrito de esta tesis a partir de los datos encontrados en las fuentes escritas.

Delimitación de la teoría

La comparación constante de datos, se realizó en dos procesos, uno de maximización de similitudes y minimización de diferencias y otro de maximización de diferencias y

Cuadro 2. Matriz de categorías emergentes a partir de los datos

Categorías generales	Categorías intermedias	Subcategorías		Categorías centrales	Subcategorías	
Conocimiento	Sistemas de clasificación	Origen e importancia de las clasificaciones		Relaciones en las disciplinas	Multidisciplinariedad	
		Contextualización histórica			Pluridisciplinariedad	
					Interdisciplinariedad	
					Transdisciplinariedad	
Disciplinas de conocimiento	Caracterización de las disciplinas	Surgimiento y contextualización histórica de sus significaciones		La metadisciplinariedad	Otras denominaciones	
		Características				
	Las disciplinas en el contexto escolar	Las disciplinas escolares		El Conocimiento Profesional del Profesor de CN como conocimiento metadisciplinar	Las metadisciplinas	
		Relaciones disciplinares desde aspectos teóricos				
		El <i>currículum</i> y los planes de estudio escolar: consecuencia de las relaciones en las disciplinas de conocimiento	Currículos Disciplinarios Tradicionales			El Conocimiento Escolar
			Currículos Integrados			
Currículos Interdisciplinares						
Currículos Transdisciplinares						
				La didáctica como metadisciplina		

y minimización de similitudes. Esto implicó la reducción de categorías hasta tener las tres centrales, a partir de las cuales fue posible construir *Teoría Sustantiva*, que busca el sentido de la investigación en contextos particulares, o en una misma clase de grupos o casos. El campo de alcance de ésta fue generalizado a un nivel conceptual más amplio que permitió llevar los datos más allá del ambiente original de la investigación y ampliarlos a *Teoría Formal*, de manera que fue posible comparar las categorías centrales con otras como relaciones disciplinares en el contexto educativo, conocimiento escolar, *curriculum*, planes de estudio, disciplinas escolares y didáctica.

Comunicación de resultados

El último paso consistió en organizar, redactar, diseñar, revisar y reelaborar un “documento final”, con nuevas referencias en donde muchas de las ideas y fragmentos, aparecen tomados textualmente de los documentos analizados. Un documento en el que a lo largo de todo el escrito se presentan los análisis de los datos en términos de generalizaciones teóricas de alcance medio y que se valida por la comparación constante con los datos brutos.

A modo de síntesis, la investigación es un proceso periódico que incluye ir y venir, pensar y repensar, construir y deconstruir, un trabajo que rememora el oficio de tejer donde la “sacadora” extrae las fibras, la hilandera las convierte en hilos uniformes y la tejedora separa y enlaza las hebras de formas diversas y complejas para realizar un tejido único; al leer, escribir, releer y reescribir extraigo ideas de aquí y de allá, que voy separando y organizando para finalmente tejer la trama de mi discurso. Luego de varios años de ejercicio profesional hay muchas reflexiones, inquietudes, logros, fracasos, frustraciones, inconformidades que contar, discutir y analizar. Todas ellas a lo largo del documento aparecen en forma de análisis, comentarios, opiniones, experiencias, que junto a los documentos escritos, se constituyen en la materia prima para la construcción de teoría o ideas fundamentadas. Siempre teniendo en cuenta que como profesora y de acuerdo a Tardif (2004:75).

“... no sólo pienso con la cabeza, sino con la vida, con lo que he sido, con lo que he vivido, con lo que he acumulado en términos de experiencia vital, en términos de bagaje de certezas. Pienso a partir de una historia vital, que no incluye sólo lo intelectual, sino también lo emocional, lo afectivo, lo personal y lo interpersonal.”

5. CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS CLASIFICATORIOS

“... El conocimiento actual se asemeja a un edredón defectuosamente confeccionado a partir de cuadrados de distintas telas, con algunos retazos apenas hilvanados, otros desprolijamente superpuestos y otros que parecerían haber sido inadvertidamente omitidos, dejando agujeros grandes y sin forma en el tejido” Tony Becher (2001)¹³.

Iniciar el análisis del conocimiento del profesor de CN de Educación Básica y Media a partir de las relaciones en las disciplinas de conocimiento, conlleva, necesariamente, a realizar una aproximación respecto a las maneras como se han organizado los sistemas de clasificación. En este sentido, se puede abordar el por qué y el para qué de los mismos, al igual que las implicaciones para la organización del conocimiento. Así pues, se hace un acercamiento a la historia en cuanto a las diferentes maneras de clasificar el conocimiento en algunos contextos, buscando visualizar bajo qué circunstancias se ha pensado y dividido el mismo. Para finalmente establecer las consecuencias de tales clasificaciones en la enseñanza de las CN en la escuela, ya que las dificultades actuales por las que atraviesa la educación en general y la educación científica en particular, en parte se derivan de la problemática de las relaciones de las personas con el conocimiento.

5.1. Acerca del porqué de las clasificaciones

Manifiesta San Segundo (1992:18,19) que “... el problema de la clasificación del saber y del conocimiento científico surgió por la necesidad del hombre de sistematizar todos los conocimientos sobre el mundo exterior y sobre el proceso de conocimiento”. Como sistema artificial toda clasificación del conocimiento corresponde a una visión particular de mundo, de tal manera que entre clasificación, ciencia y realidad existe una estrecha conexión. Relación que salta lo estrictamente epistemológico y trasciende a todos los sectores de la sociedad, incluido el educativo, donde se hace más palpable pero a la vez menos comprensible la organización de la realidad.

Por clasificación se pueden encontrar diversas concepciones, según San Segundo (1992), Esteban Navarro (1995) y Gimeno (2002), pero en términos generales se evidencia, que el proceso de clasificación se ha entendido como una expresión del

¹³ Becher, T. (2001: 23). *Tribus y territorios académicos, la indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Editorial Gedisa S.A. Barcelona, España.

conocimiento más o menos estructurado y de los valores específicos de una cultura y una época de la historia (Vickery, 1975; Rolland, 1982), un reflejo de los conocimientos que depende no solo de los parámetros culturales, sino también de formas políticas, económicas y sociales entre otras (Grolier, 1982). Es también un sistema de nociones jerarquizadas sobre la estructura del universo de las cosas, que surge como consecuencia de la estratificación social en clases, las cuales establecen un orden de los conocimientos, constituyendo además de signos también relaciones entre ellos (Durkheim y Mauss, 1901). Un constructo artificial, cargado de valores, que estructura jerárquicamente la realidad a partir de la simplificación y la arbitrariedad (Levi-Strauss, 1962), que se configura a partir de las condiciones sociales y de las cosmovisiones en las cuales se inscriben (Samurin, 1969). Desde otro punto de vista, la clasificación, se constituye en una respuesta provisional, transitoria, errónea, arbitraria e inconsistente para distribuir el mundo según un código (Perec, 1986), una ficción útil construida para el “mundo real”, a partir de la opinión pública de las cosas compartidas con el resto de los seres humanos (Piaget, 1973), que conlleva a una alteración de las cosas de acuerdo con el orden clásico (Foucault, 1988). Son criterios intelectuales artificiales, modificables, relativos, caducos y precarios que utilizan los científicos y filósofos de la ciencia, condicionados por los rasgos generales de su tiempo, y por el estado en el que se encuentra el desarrollo de los recursos epistémicos y el supuesto carácter de una realidad objetiva situada en una naturaleza inmutable (Esteban Navarro, 1995).

Lo anterior muestra que la manera de entender el proceso clasificatorio más que algo natural, es una construcción artificial del hombre para clasificar su realidad. Los autores coinciden en que las clasificaciones corresponden a determinadas visiones de la sociedad en lugares, épocas, modelos filosóficos, políticos, sociales y religiosos particulares, que se constituyen en marcos de referencia “obligados”, no solo para percibir el mundo, sino también para ser, pensar, creer, hacer y sentir en el mismo.

En las disciplinas tradicionales de las CN: Biología, Química, Física, Ciencias de la Tierra y el Universo, las clasificaciones tienen una importancia considerable, cada una de ellas cimienta gran parte de sus bases conceptuales en sistemas clasificatorios, ¿qué sería de la biología sin la taxonomía de los reinos naturales, que caracteriza, identifica y diferencia entre sí a los seres vivos existentes y extintos?, ¿cómo comprender muchos de los fenómenos químicos si la materia no estuviese clasificada en elementos, compuestos y mezclas?, ¿cómo comprender los fenómenos físicos sin

tener en cuenta la división de los mismos según sus estados de reposo o movimiento, los sistemas de referencia, las interacciones de los cuerpos con la energía y con las fuerzas del universo?, ¿qué otro fin tendrían la geología y la astronomía sino clasificar minerales y cuerpos celestes de acuerdo a sus características?.

Las clasificaciones como estructuras de conocimiento, organizan el mundo físico natural, explican su estructura y funcionamiento, permitiendo conocerlo mejor con miras a intervenir en él y modificarlo. Pero en la medida en que son sistemas artificiales, elaborados por determinados “grupos humanos”, su fundamento corresponde a intereses variados de índole científico, político, social, económico, religioso y hasta militar; como dispositivos de poder llegan hasta los fines últimos y hasta las mínimas instancias de la vida personal y social, de tal manera que además de presentar una determinada visión del mundo físico, también se prestan para dividir, clasificar, utilizar, discriminar y excluir tanto a los seres simples como a los complejos en sanos y enfermos, buenos y malos, aptos e ineptos, competentes e incapacitados, útiles e inútiles, inteligentes y brutos, ricos y pobres, desarrollados y atrasados.

Esteban Navarro (1995:50), señala que todas las clasificaciones representan un profundo esfuerzo por sistematizar y ordenar cuerpos dispersos de conocimientos, y aunque muchas se presenten como una completa y definitiva integración de todo el conocimiento humano bajo un número determinado y definitivo de etiquetas y cabeceras, ningún sistema puede pretender clasificar completamente ni la realidad ni el conocimiento en un estado dado de su desarrollo. El estudio de los sistemas de las ciencias y de las taxonomías de la naturaleza debe tener en cuenta que éstas evolucionan al mismo ritmo que la propia humanidad, ritmo que en la actualidad es desenfrenado y representa una rapidez inusitada, debido a que los avances de la ciencia y los nuevos descubrimientos e inventos invitan, con una frecuencia cada vez mayor, a modificar los paradigmas o concepciones del mundo.

5.2. Referentes históricos sobre la clasificación del conocimiento

Como se indicó en el apartado anterior, en cada época cada sociedad justificó las clasificaciones de su realidad de acuerdo a cánones establecidos por diferentes esferas. Habiendo abordado algunas maneras de entender los sistemas clasificatorios, se presenta a continuación un panorama histórico sobre el surgimiento y desarrollo del

conocimiento, en diferentes etapas históricas de la humanidad, necesario para esta investigación ya que aporta elementos que contribuyen a comprender dónde, cómo y por quién se entendió el conocimiento en general y el científico en particular, que llevó a realizar divisiones del mismo hasta la mismísima hiperfragmentación propia de nuestros días, que si bien es cierto han contribuido a explicar cada vez de forma más detallada la realidad, también han causado una miríada de especialidades diferentes e inconexas que parcelan el conocimiento, visiones atomizada que llevadas a la escuela y a las aulas de clase, originan currículos sobresaturados de asignaturas, que no permiten la interrelación, conectividad y utilidad de los contenidos.

Gimeno (2002), asegura que la clasificación de las ciencias en las etapas de su desarrollo ha estado siempre ligada al conocimiento de la naturaleza: de su contemplación primeramente como un todo indivisible en la Antigüedad, a su posterior desmembración integral, en la Modernidad, para el análisis científico de todas y cada una de sus partes, para volver después a su globalidad transformada ya en síntesis teórica objeto de estudio a partir de la Ilustración, hasta la contemporaneidad, donde es posible encontrar tanto la fragmentación de saberes como la mirada interdisciplinar. De acuerdo a Kedrov (1976) y a Durkheim (1996), Gimeno distingue dos grandes períodos en el proceso de clasificación científica:

1. Etapa filosófica: filosofía y ciencia constituían un único cuerpo de conocimiento.
2. Etapa de disgregación del conocimiento en saber filosófico –saber humanístico- y saber científico: separación definitiva de las CN de la filosofía.

En la Antigüedad y en la Edad Media el saber se hallaba bajo la égida de la filosofía, el conocimiento de la naturaleza era un conocimiento íntegro, una física única: una filosofía naturalista. “... En las épocas anteriores al surgimiento de la ciencia moderna, la reflexión filosófica se orientaba primordialmente hacia el conocimiento del ser, del mundo, de la realidad como objetos distintos y diferentes al conocimiento mismo de ellos” (Orozco, 1991:201). Para ilustrar la situación, San Segundo (1992), toma varios ejemplos de las culturas antiguas en las cuales el hecho clasificatorio tiene un origen pragmático, o filosófico o natural, que presenta a pesar de la división, cierta “unidad”, los saberes se relacionan y complementan entre sí y su enseñanza y aprendizaje tienden hacia la formación de seres integrales.

En Grecia, asegura San Segundo se encuentra el embrión de la concepción del

mundo posterior y el principio de la clasificación de los conocimientos y coordinación de las ciencias. “... Entre los griegos la naturaleza se consideraba como un todo porque aún no habían llegado hasta la desmembración, hasta el análisis de la naturaleza” (Engels, 1979). El primero en proclamar la existencia y realidad de las diferencias específicas, fue Aristóteles (Durkheim, 1996), haciendo que éste sistema se constituyera en el marco de clasificación del conocimiento humano en las culturas clásica, cristiana y musulmana a lo largo de casi dos mil años: desde el siglo IV a. C. hasta el Renacimiento por las siguientes razones (Esteban Navarro, 1996:52):

1. Unidad del saber, inexistencia de ciencias o saberes particulares, los cuales son considerados únicamente como facetas o aspectos de un saber único y universal.
2. Tendencia a organizar los saberes singulares de modo piramidal, de acuerdo con los grados de abstracción que exigen cada uno de ellos.
3. Tendido de puentes entre la ciencia y unos ámbitos del conocimiento menos abstractos y con una dimensión profundamente técnica y artesanal.

En el Medioevo, estaba muy extendida la división del conocimiento de los griegos. Las clasificaciones en esta etapa se basaron, en gran medida en la *organización de las disciplinas de la enseñanza*. El saber que se había almacenado en las escuelas monásticas y catedralicias se cristaliza con la creación de la Universidad, en dónde las siete artes liberales que componían los estudios medievales de teología se distribuyeron en el *Trivium* (ciencia elemental de las palabras o términos: Gramática, Literatura, Dialéctica o Lógica, Retórica y Derecho) y el *Quadrivium* (ciencia avanzada de las cosas: Aritmética, Geometría, Música y Astronomía/Astrología). En la Edad Media predominó además la concepción escolástica del conocimiento creada por Santo Tomás de Aquino, que integra en un sistema ordenado el pensamiento de los griegos con las enseñanzas de la Biblia y la doctrina católica. Tras el fin de la Baja Edad Media se dio una fragmentación de los objetos del conocimiento que dio origen al período metafísico de subjetivismo e idealismo científico, que no sólo afectó a los distintos campos de observación de la naturaleza sino al interior de cada uno de ellos, llegando incluso a la segregación artificial de algunos fenómenos respecto de su conexión natural con sus partes. Indica Esteban Navarro (1995), que la dificultad del esqueleto del sistema de clasificación aristotélico para integrar las nuevas ciencias que desde el fin del Medioevo nacían como abstracción y guía de las técnicas, junto con el desmembramiento de la concepción unitaria del saber que supuso el nacimiento de la

especialización científica durante el Renacimiento, acabaron provocando su crisis. La tarea de clasificación de las ciencias devino entonces no sólo como algo posible sino necesario (Gimeno, 2002).

Hacia el siglo XVI se da un cambio radical que consiste en un cambio de perspectiva de la reflexión filosófica: a partir de ahí la filosofía como ciencia primera y fundamental, se ocupa cada vez más del problema del conocimiento de la totalidad, en cuanto sus límites, su sentido y su validez, bifurcándose en dos ejes, la ontología -estudio del ser como tal- y la gnoseología -el conocimiento en general-, en donde la epistemología, se ocupa del conocimiento científico o el conocimiento parcial del mundo natural (Orozco, 1991:201-202). Las CN constituyen el primer sistema científico por excelencia y es su objeto de conocimiento el primero en establecer, por consiguiente, un sistema de clasificación para la naturaleza: la zoología y la botánica, las cuales crearon un sistema de clasificación como método de estudio de la naturaleza mediante la agrupación jerárquica de plantas y animales basada en las relaciones entre organismos. "... Esta actividad clasificatoria de la ciencia natural devino posteriormente en disciplina científica propia..." (Esteban Navarro, 1995:43).

Del renacimiento a la ilustración, se dio un desmembramiento de los conceptos naturales para su análisis particular que comenzó en el renacimiento y se extendió a lo largo de toda la época moderna, ocasionado por la toma de conciencia de los sabios (divididos en filósofos: humanistas y científicos: hombres de ciencia), para la puesta al día del descubrimiento de las leyes concretas de los diferentes campos del mundo exterior con la finalidad implícita de su aplicación práctica económica y productiva en actividades como la industria, la agricultura, la técnica o la medicina. Hacia el siglo XVII, el feudalismo había llegado a su fin y un nuevo concepto de ciencia se había desarrollado, producido por sucesos como la nueva interpretación de Newton, sobre las leyes del universo, que elevó a un rango superior a la física, así como los trabajos experimentales de Boyle sobre los gases y de Torricelli sobre la presión atmosférica, que marcaron una nueva etapa en el desarrollo de la Química. Descartes, por su parte, sentó las bases de un nuevo tipo de razonamiento, basado en la idea de no creer ninguna verdad hasta haber establecido las razones para creerla; la ciencia de esta forma cobró gran prestigio al fundamentarse como una disciplina coherente de experimentación y cálculo. Aunque existían muchas disciplinas, se daba tal unidad de

saberes, que Newton era capaz de elaborar una obra original que abarcara muchos campos de la ciencia (San Segundo, 1992).

Impregnado de las luces de la razón pero también de una fuerte corriente de moral, ya protestante, calvinista o católica, durante la Ilustración, se recogen los frutos y experiencias de la tradición clasificatoria desde Aristóteles. “... Razón y moral insuflaron en esta época el espíritu de la ciencia y, en consecuencia, sus taxonomías y clasificaciones. No le era extraño a la actividad clasificatoria el orden de la moral predominante. Los grandes moralistas [...] están acosados por el demonio del orden, de la pasión por catalogar y definir...” (Magris, 2001, citado por Gimeno, 2002).

El hecho clasificatorio del siglo XVIII, estuvo marcado también por la dicotomía, que enfrentaba a las ciencias en bandos irreconciliables al dividir las de modo irreversible e incompatible (Gimeno, 2002), En las clasificaciones dicotómicas se mantiene la lógica formal de la división según la cual sus miembros se excluyen mutua y recíprocamente porque se niegan todas sus posibles transiciones. El análisis de la naturaleza según la división de los procesos y objetos en clases, subclases, fue la condición necesaria y suficiente de los grandes avances en las CN desde el Renacimiento.

En la Modernidad, muchos estudiosos realizaron clasificaciones del conocimiento (San Segundo, 1992), en un comienzo el conocimiento se dividió según fines sistemáticos para su organización en bibliotecas, luego se dio paso a otras clasificaciones, que terminaron por desechar la clasificación tradicional del *Trivium* y el *Quadrivium*. En los siglos XVII y XVIII, filósofos y científicos crearon nuevos criterios clasificadores, en una permanente reflexión sobre las bases del sistema aristotélico que pretendían superar (Gimeno, 2002) y que tienen como punto de partida el pensamiento de Francis Bacon quien produjo un gran cambio en la metodología, concepción y distribución de las ciencias, al plantear el problema del conocimiento como un problema del método de conocer para lo cual desarrolló un método de razonamiento científico capaz de producir un conocimiento verdadero de la naturaleza a través de la inducción (Gallego y Pérez, 1999), contrario a la escolástica y la filosofía medieval que pretendían determinar la realidad desde un punto de vista dogmático, a partir de conceptos abstractos y especulativos. Este sistema es el precursor de la clasificación de las CN.

Posteriormente Thomas Hobbes (1651), sistematizó la doctrina de Bacon, dándole una

nueva interpretación gnoseológica basada en las formas empíricas y racionales de conocimiento, que dan lugar a dos tipos de conocimiento, de hecho (sensación y memoria) y de la consecuencia o de las causas de las cosas (razón) y que originan dos tipos de ciencias: las inductivas o de los Hechos o Ciencias Histórico-Empíricas, basadas en la experiencia y las deductivas o de la Razón o Ciencias Científico-Filosóficas, basadas en la razón. Por su parte, Wilhem Leibniz, se ocupó de la posibilidad de un lenguaje universal que se expresara en forma simbólica y que todos utilizaran con el mismo significado -*Scientia Universalis*: el conocimiento humano ordenado y sistemático-. Propone un alfabeto del pensamiento y del conocimiento humano, al cual hay que llegar a partir de definiciones exactas de las nociones y los conceptos, lo que implica determinar las ideas mediante el empleo de símbolos, cuya combinación hace posible la teoría. Esta lógica parte del conocimiento de la realidad, concibiendo a la matemática como el mecanismo funcional para poder penetrar en esa realidad. Conforma además una Enciclopedia Universal del conocimiento, por medio de relaciones y caracterizaciones de las cosas con los conceptos representados, donde todos los conocimientos forman un solo cuerpo (San Segundo, 1999).

Para John Locke, mientras tanto, todo conocimiento se basa en la experiencia, negando la posibilidad de las ideas espontáneas o del pensamiento *a priori*. Hizo énfasis en la importancia de la experiencia de los sentidos en la búsqueda del conocimiento en vez de la especulación intuitiva o la deducción. En su obra *Ensayos sobre el entendimiento humano* (1690), expuso el problema del conocimiento humano en lo relativo al origen, certidumbre y alcance en conjunción con los distintos grados de creencia, opinión y asentimiento, intentando explicar los modos como se adquiere el conocimiento y la forma como se formulan los juicios. En la última parte del ensayo *De la división de las ciencias*, dividió a las mismas en tres grupos, de acuerdo a los objetos del entendimiento del hombre, Física o filosofía natural, Ética o filosofía práctica, Semiótica o doctrina de los signos, separados entre sí, pero basados en la tríada tradicional: naturaleza, sociedad y conocimiento.

Diderot y D'Alembert, fundamentados en la razón y la moral, elaboraron su *Encyclopedia*, paradigma de acumulación erudita del conocimiento humano, la primera enciclopedia alfabética de las ciencias, que supuso en su tiempo una mayor democratización de las ciencias y la extensión de la cultura. Mientras tanto, Linneo en su obra refleja fielmente el espíritu moral de su tiempo. Autor del más complejo

sistema clasificatorio de las CN, *Systema Naturae* (1735), fue el primero de una serie de trabajos en los que presentó su nueva propuesta taxonómica de nomenclatura binomial para los reinos animal, vegetal y mineral. En *Philosophia botanica*, afirmaba que era posible crear un sistema natural de clasificación a partir de la creación divina, original e inmutable, de todas las especies. Inmanuel Kant, finalmente, examinó las bases del conocimiento humano, fundamentando su división de las ciencias teóricas en la dependencia del sujeto cognoscente, condicionadas por él, y no en forma independiente como ciencias en su ser absoluto. A partir de la distinción escolástica, dividió el conocimiento científico en tres grupos: Matemática, Física y Metafísica.

Durante el siglo XIX, el problema de clasificar las disciplinas tradicionales, se amplió con el deseo de hallar un modo de integrar y relacionar con éstas, en términos de filiación, las nuevas ciencias y técnicas que surgían como resultado de las revoluciones científica e industrial (Esteban Navarro, 1995). La mayoría de clasificaciones propuestas se realizaron decantándose por una u otra de las dos opciones que presentaban los planteamientos de división y agrupación dominantes en ese tiempo. Se discutía si era posible la reunión de disciplinas distintas en un mismo conjunto o preferible la alternativa de la separación en grupos opuestos. En cuanto a la agrupación de las ciencias, se podía optar por seguir un modo lineal, construyendo series, o mantener un criterio de generación de clases que se agrupan en una estructura jerárquica de tipo arbóreo, que permite distinguir entre disciplinas principales o secundarias según su grado de complejidad o dependencia mutua. La tarea clasificatoria de la primera mitad del XIX se desarrolló bajo la dialéctica creacionismo-evolucionismo, signo evidente de la transición de un paradigma a otro según la cual el primero vivía sus últimos estertores mientras el segundo cobraba apogeo a la luz del positivismo racionalista incipiente (Gimeno, 2002). La arqueología y la sociología evolutiva, en analogía con la biología evolutiva de Darwin, sentaron las bases para la consideración de las culturas humanas en términos secuenciales. La estrecha implicación de las características biológicas y ambientales con la evolución del físico, las facultades e instintos humanos, los orígenes de la vida y el desarrollo del lenguaje y la cultura y organización social, política y económica, procede de este paradigma evolucionista y positivista de la segunda mitad del siglo XIX.

En el siglo XIX surge una nueva concepción de la clasificación de las ciencias propiciada por el desarrollo científico y por la filosofía positivista (San Segundo, 1992).

Esta corriente de pensamiento, propende por un ideal de Ciencia, como algo objetivo, puro, neutral, que no guarda relación alguna con el contexto social en la cual se desarrolla, en el que cada disciplina da cuenta de una parte de la realidad, cuyo máximo exponente August Comte, concibe un sistema positivista de las ciencias, que supone un rompimiento significativo con el paradigma predominante, al proponer la ruptura definitiva de las ciencias con la filosofía. Con esta premisa, establece el sistema de las ciencias basado en una generalidad o extensión decreciente y en una complejidad creciente, fundamentado en la *Ley de los tres Estados*, en la cual el conocimiento pasa por tres fases o modos de desarrollo: estadio teológico o ficticio, estadio metafísico o abstracto y estadio científico o positivo. A partir de éste último, conjuga el problema metodológico de las CN con la periodización del desarrollo del conocimiento, estableciendo una dependencia entre el modo de conocimiento y el objeto, en un tipo de clasificación basada en la lógica del objeto a clasificar, que dio lugar a una taxonomía que establecía cierta integración sucesiva de las ciencias a partir de la intercomunicación o coordinación basada en la colindancia y los límites de unas ciencias respecto de otras, que permitió dividir las ciencias en dos grandes categorías dicotómicas, que comenzaba con las ciencias sobre los fenómenos más simples y generales y culminaba en las ciencias sobre los fenómenos más complejos y particulares: Ciencias Abstractas-Generales y Ciencias Concretas-Particulares.

Durante el siglo XX emergen nuevas clasificaciones sobre las formas de conocimiento y las comunidades científicas. Al entrar en crisis el enfoque de conocimiento como posesión individual, se originan tres grandes transformaciones que generan otras alternativas para abordar el enfoque de la construcción social del conocimiento (Mannheim, 1929, citado por Kenneth, 1996). En primer lugar la teoría crítica de la ciencia, al pretender la emancipación ideológica pone de manifiesto los sesgos valorativos que subyacen a las afirmaciones de la verdad y la razón, pues éstas representan intereses personales o de clase, que las alejan de la objetividad y del racionalismo trascendente; así la ciencia responde a propósitos ideológicos, morales y políticos, que ocasionan una destrucción del lenguaje científico como portador de la verdad, al poner en tela de juicio la objetividad y la exactitud de la misma en la representación del mundo.

En segundo lugar, se señala que las explicaciones científicas, están determinadas no por el carácter de los acontecimientos mismos sino por las convenciones de la

interpretación literaria. El científico ve el mundo material a través de las lentes de la teoría, por tanto sus descripciones y explicaciones de los objetos no corresponden a los objetos en sí mismos, sino a los marcos de referencia por fuera de los cuales ellos no existen. La configuración de la estructura interior del individuo determina la forma como comprende su exterior. Por tanto las "exposiciones objetivas" de la ciencia se elaboran no a partir de los acontecimientos del mundo natural y social, sino a partir de sistemas estructurados, la gramática universal, el inconsciente, las condiciones materiales, sociales y económicas. En tercer lugar se defiende la tesis del origen social del conocimiento científico, la ciencia es una construcción social como cualquier otra, que se ve determinada por los diversos y variados intereses de la sociedad, por tanto, existe cierta simbiosis o dialéctica entre lo social y lo científico.

En este marco referencial el suizo Jean Piaget, clasifica las ciencias en Nomotéticas, Históricas, Jurídicas y disciplinas filosóficas. Pantin (1968), por su parte realiza una clasificación binaria, referida a las estructuras de conocimiento relacionada con las especialidades dentro de las disciplinas en *restringidas*, limitadas al campo de los fenómenos a los cuales se dedican, restringiendo lo observable y la cantidad de variables implicadas y *no restringidas*, el campo de fenómenos naturales observables y de variables es más amplio, incluyente y diverso.

El estadounidense Thomas Kuhn en 1992, en *La estructura de las revoluciones científicas*, expone la evolución de las CN básicas de un modo que se diferencia de forma sustancial de la visión más generalizada. Las ciencias no progresan siguiendo un proceso uniforme por la aplicación de un hipotético método científico, sino que presentan dos fases diferentes de desarrollo, una en donde hay un amplio consenso en la comunidad científica sobre cómo explotar los avances conseguidos en el pasado ante los problemas, creándose soluciones universales y otra, en donde se buscan nuevas teorías y herramientas de investigación conforme las anteriores dejan de funcionar con eficacia. Si se demuestra que una teoría es superior a las existentes entonces es aceptada y se produce una "revolución científica". Kuhn, a partir de la noción de paradigma clasifica las ciencias en:

- **Ciencias maduras-normales:** Las comunidades científicas que la practican están asiladas de la sociedad. Se predicen suponiendo que las mismas saben cómo es el mundo y cómo no es, obligando a la naturaleza a encajar en unos

límites establecidos. Poseen paradigmas claramente establecidos e inequívocos, que dirigen la actividad investigativa y que permiten el consenso dentro de la disciplina, en cuanto a teorías, métodos de investigación y capacitación que llevan al progreso científico y que permiten tener una solución única para cada problema. Hay seguridad profesional para la resolución de problemas, respaldada en la existencia de una sólida red de compromisos, conocimientos, teorías, instrumentos y metodologías. Ejemplo, la física.

- **Ciencias en desarrollo:** Los paradigmas en competencia son poco formados o inexistentes, no hay acuerdo interno, tanto respecto de la visión general del mundo como de las maneras de investigación, que ocasiona un pluralismo y disenso de soluciones ante los problemas, produciendo un estancamiento de la disciplina hasta que madure y aparezcan nuevos paradigmas desarrollados, que permitan su evolución. A falta de paradigma, todos los hechos tienen probabilidades de parecer importantes. No hay consenso sobre realizaciones pasadas y presentes, poniendo en duda el propio *status* de la disciplina. Ejemplo, las ciencias sociales y las humanidades

Biglan en 1973, como producto de encuestas realizadas a científicos, derivó tres dimensiones principales de conocimiento, uno asociado con *la existencia o no de paradigmas*: Duro y Blando, otro relacionado con *el grado de compromiso con la aplicación*: Puro o Aplicado, y un último que *diferencia entre áreas biológicas y sociales de las que tratan con objetos inanimados*: Sistema vivo y Sistema inanimado. Kolb mientras tanto en 1981, adopta un enfoque opuesto y utiliza un test psicométrico, con el que pudo medir “estilos de aprendizaje” en dos dimensiones básicas: abstracto-concreto y activo-reflexivo. Al analizar los datos, encontró que a la división común de los campos académicos en científico y artístico o abstracto y concreto, se le podía agregar otra dimensión relacionada con lo activo-reflexivo aplicado básico, así:

<p>ABSTRACTO –REFLEXIVO (DURO PURO) Ciencias Naturales y Matemática</p>	<p>ABSTRACTO-ACTIVO (DURO APLICADO) Profesiones basadas en la ciencias: Ingeniería</p>
<p>CONCRETO-ACTIVO (BLANDO APLICADO) Profesiones sociales: Educación, Derecho</p>	<p>CONCRETO-REFLEXIVO (BLANDO PURO) Humanidades y Ciencias Sociales</p>

Cuadro 3. Tipología del conocimiento según Kolb (1981).
Elaborada a partir de Becher (2001).

Becher (2001), basado en las contribuciones de varios autores, caracteriza el conocimiento en Duro Puro, Duro Blando, Puro Aplicado y Blando Aplicado, señalando que tal taxonomía corresponde más o menos al estado actual del mapa del territorio intelectual, tal como se muestra en el Cuadro 4. Becher además clasifica las comunidades disciplinares en convergentes y divergentes y a las redes investigativas, en rurales y urbanas:

1. Convergentes: fuerte sentido de colectividad y de mutua identidad. Mantienen estándares y procedimientos razonablemente uniformes. Existe control Intelectual y élite estable. Se caracterizan normativamente en términos de valores intelectuales comunitarios y de coherencia de los presupuestos culturales entre las redes y los individuos de su jurisdicción. Poseen consecuencias políticas.
2. Divergentes: cismáticas e ideológicamente fragmentadas. Existe tolerancia de mayor grado a la libertad intelectual. Se generan disputas autodestructivas.
3. Redes rurales: los investigadores no compiten en “la lucha por llegar”. La comunidad científica “piensa en pequeño: es un industria artesanal”.
4. Redes urbanas: trabajan en campos densamente poblados, se presentan interacciones cercanas, que dan lugar a la competencia intensa, presupuestos elevados y grandes equipos de trabajo.

Asegura Becher (2001), que la utilidad de los sistemas de clasificación debe evaluarse permanentemente, dado que no se trata de “prolijos palomares de perfectas palomas de pura raza”; los límites entre los diferentes dominios no se puede establecer con mucha precisión, dado que hay muchas disciplinas y especialidades que no se pueden acomodar fácilmente en las diversas categorías, pudiéndolas clasificar en dos o más opciones: Geografía física (dura) y Geografía Humana (blanda). Ubicar cada disciplina en un dominio en la forma aparentemente directa, puede resultar aceptable en un nivel general y amplio de análisis, pero podría resultar gravemente engañoso cuando se las somete a un examen más profundo y detallado. Ni la dureza ni la blandura, ni la pureza ni la aplicación son absolutas, son sólo puntos finales de un continuo.

En este marco de referencia, el problema de la clasificación como sistema de categorías, llevado a contextos particulares como los estudios curriculares y la didáctica general, indica qué enseñar y qué no, por qué y para qué, cuándo y de qué forma, a través de qué estrategias técnicas, medios e instrumentos se deben y pueden evaluar los aprendizajes. En el caso colombiano la Ley General de Educación de 1994

Cuadro 4. Territorios intelectuales (Cuadro elaborado a partir de Becher, 2001)

DURO PURO	BLANDO PURO
<ul style="list-style-type: none"> • Preferido en las Ciencias Naturales y la Matemática. • Goza de gran prestigio. • Crecimiento acumulativo relativamente sostenido, los nuevos resultados se desarrollan a partir del estado de conocimiento existente. Se da una asimilación y reemplazo de los resultados. • Límites claramente definidos y circunscriptos, para establecer o para refutar el nuevo conocimiento. • Metodologías basadas en el análisis y atomización de las ideas complejas. • Se trabaja buscando regularidades en la naturaleza, de forma precisa y formulando modelos matemáticos universales. • Las explicaciones “sólidas” se derivan del escrutinio sistemático de las relaciones entre unas pocas variables cuidadosamente controladas. • Establecimiento de relaciones causales entre los objetos del mundo natural. • Naturaleza impersonal e independiente de los juicios de valor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propio de las Humanidades y las Ciencias Sociales. • Desarrollo predominantemente recursivo o reiterativo, el trabajo académico atraviesa a menudo terrenos ya explorados. • Falta de límites bien señalados y mayor permeabilidad en las zonas límites. Existencia de criterios diversos y falta de consenso para discernir entre que es y qué no un aporte auténtico. • Actitud de <i>laissez-faire</i> para seleccionar y retomar las nuevas cuestiones. Las ideas se vuelven obsoletas con el tiempo. • Metodologías basadas en la fuerza sintética de la complejidad. Se centra en las particularidades, bajo esquemas conceptuales ínfimos. Las variables son más numerosas y menos controladas, por tanto las explicaciones son más débiles. • Formas complejas de razonamiento, donde la opinión y la persuasión tienen un papel importante, dado que se trabaja con “datos humanos”. • Relación estrecha entre valores e intencionalidades.
PURO APLICADO	BLANDO APLICADO
<ul style="list-style-type: none"> • Sin caracterizar totalmente. Es menos fácil de definir y analizar. • Es propio de la Filosofía, la Ingeniería, la Medicina. • Se ocupa tanto del conocimiento práctico como del teórico. Se centra en el control del mundo físico y sus actividades se dirigen hacia algún fin práctico. • Metodologías basadas en ensayo y error. No es totalmente cuantitativo, comprende elementos de juicio cualitativo. • No es necesariamente acumulativo. • Sus resultados principales son productos y técnicas funcionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propio del Derecho, Educación, Administración Social y Medicina. • Preocupado tanto del conocimiento práctico como del teórico. • Se basa principalmente en la jurisprudencia. • Recurre al conocimiento blando puro, para comprender y aceptar la complejidad de las situaciones humanas, con miras a elevar la calidad de vida personal y social. • No es tan estable ni tiene un sentido de progresión tan evidente. • Sus resultados principales son protocolos y procedimientos pragmáticos.

en sus artículos 23, 31 y 32 divide el conocimiento con fines enseñables en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Ciencias Sociales: Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia, Educación Artística y Cultural, Educación ética y en valores humanos, Educación física, recreación y deportes, Educación Religiosa, Humanidades: lengua castellana e idiomas extranjeros, Matemáticas, Tecnología e Informática, Ciencias Económicas y Políticas, Filosofía, Educación técnica especializada.

Tal clasificación ocasiona una hiperdivisión y diferenciación irreconciliable tanto de disciplinas como de contenidos temáticos, metodologías, técnicas, instrumentos sistemas éticos, actitudinales y axiológicos, escalas de calificación, formas de evaluación, horarios y espacios, que genera a su vez una visión estática, rígida, cerrada y perpetua del conocimiento que defiende la supremacía de unas disciplinas sobre otras, la verdad absoluta de sus sistemas explicatorios y la lógica interna de cada una de ellas para la enseñanza y el aprendizaje, que no reconoce las limitaciones de las mismas en la comprensión de los fenómenos naturales y sociales, que desecha cualquier intento de encuentro, coordinación y cruzamiento entre ellas, pero sobretodo que desconoce las dinámicas propias de las disciplinas escolares y su diferenciación histórica, epistemológica, pedagógica, didáctica y social de los conocimientos científico y cotidiano; situaciones que amalgamadas unas con otras en lugar de educar para la vida, de formar sólidamente en conocimientos generales y básicos adecuados para el desenvolvimiento eficaz en las actividades propias del actual mundo globalizado, adentran a los estudiantes en dimensiones complejas y poco conocidas, desconectas entre sí y alejadas de su realidad inmediata, en una fragmentación tal que por ejemplo frente a fenómenos parecidos se dan explicaciones diferentes o en situaciones complejas que requieren diversas posibilidades de solución, las respuestas de acción son simples.

Una excesiva especialización del conocimiento en la escuela permite conocer en detalle las diferentes realidades, pero se corre el riesgo de perder la visión total e integral del sistema en general, en donde cada particularidad tiene incidencia directa en las demás. Por más que se quiera dividir la realidad para facilitar su estudio, es imposible desligar las partes, ya que todas están referidas a la misma.

6. SOBRE LAS DISCIPLINAS

“La ciencia se ha vuelto ciega por su incapacidad de controlar, prever, incluso concebir su rol social, por su incapacidad de integrar, articular, reflexionar sus propios conocimientos. Una compartimentación tan grande de especialidades, en clara correspondencia con la capacidad de fragmentación de los objetos de estudio e intervención, dio lugar a la aparición de una inteligencia ciega” Edgar Morín (1994)¹⁴.

En este apartado se considera lo pertinente a las disciplinas, así, se presenta el contexto actual en el cuál se encuentran las disciplinas, se aborda la significación del concepto disciplina y se finaliza con la caracterización de las disciplinas científicas.

6.1. Contexto actual de las disciplinas

Manifiesta Gimeno (2002), en su trabajo recopilatorio, que hacia el siglo XV y hasta bien entrado el siglo XIX las ciencias experimentan una desintegración que hizo cada vez más difícil su conexión e interrelación, a la vez que la especialización se tornaba cada vez más necesaria. En el último tercio del siglo XVIII, se dio la necesidad de imbricación de unas disciplinas en otras, como quisieron demostrar Kant y Laplace con las hipótesis cosmogónicas que irían penetrando en la astronomía. Hacia la mitad y finales del siglo XX, y en los comienzos del siglo XXI, nuevas disciplinas hicieron su aparición en el escenario del conocimiento que pusieron a tambalear los supuestos ontológicos y epistemológicos sobre la construcción y validación social del mismo. La explosión de disciplinas en la actualidad, ha alcanzado como lo manifiesta Morín (1994) “... un grado de conocimiento y especialidad digno de orgullo de la especie, que a pesar de ello trae un peligro inmanente: se asiste hoy a una hiperespecialización, donde científicos y técnicos poseen sólo parcelas muy reducidas del saber, lo cual les impide tener una visión global y esencial (humanista) del mundo”.

Esta situación que considero yo comienza en el mundo académico, poco a poco se difunde a todas las capas y actores de la sociedad, permeando sectores como la economía, la política, la salud, la educación, donde a pesar del consumo de los últimos avances de la ciencia y la tecnología, se vivencia un desconocimiento básico de la realidad y sus problemas, de los diferentes sistemas explicativos del mundo, de las

¹⁴ Morín, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.

emociones, afectos, sentimientos y necesidades de los otros; la humanidad actual asiste a la construcción figurada de una Torre de Babel, exageradamente grande en sus dimensiones y ambiciones, pero carente de intereses comunes, en la medida en que cada grupo habla su propio idioma incomprensible para los demás, se hace difícil o casi imposible la comunicación y la interconexión hacia fines comunes. Sin embargo al contar tal construcción con una estructura común en la que se comparten los mismos cimientos es posible tal vez una esperanza de acercamiento que haga posible alcanzar el fin mismo para la que fue pensada: alcanzar la cúspide y llegar al cielo¹⁵.

6.1.1. Disciplinas y disciplinariedad

Tratar sobre las relaciones en las disciplinas requiere en primera instancia, abordar aspectos relacionados con la noción de disciplina, comprender ¿Qué las origina, las caracteriza, define, distingue unas de otras, las limita?, ¿Cuál es su función científica y social?, resulta crucial para poder establecer conexiones entre ellas, tanto a nivel de las Comunidades Científicas, como a nivel de la Institución Educativa.

6.1.1.1. Surgimiento y significado del concepto *disciplina*

El mundo actual está lleno de diferentes disciplinas, cuyos objetos de estudio es por demás diverso. ¿Pero cómo fue posible llegar a tal variedad? Si se hiciera un examen de las distintas reacciones que suscita la palabra *disciplina*, se encontraría que estas reacciones oscilan entre el rechazo radical y la aprobación entusiasta de lo que se supone que ella expresa (Hernández y López, 2002). A continuación se recogen algunas teorizaciones sobre el origen de las disciplinas, las cuales emergen y se consolidan de diferentes formas, de acuerdo a múltiples intereses, entre los que se encuentran factores ontológicos, epistemológicos y sociales.

Becher (2001) propone dos hipótesis para explicar el origen de las disciplinas:

1. **Génesis por causas internas:** que puede a su vez presentarse por tres razones:
Fisión, una especialidad grande y cada vez más independiente se separa de la

¹⁵ “... Toda la tierra tenía una misma lengua y usaba las mismas palabras. Y se dijeron unos a otros: Ea, hagamos ladrillos, edifiquemos una ciudad y una torre cuya cúspide llegue hasta el cielo. Hagámonos así famosos [...]. Más Yavé descendió para ver la ciudad y la torre que los hombres estaban levantando y dijo: He aquí que todos forman un solo pueblo y todos hablan una misma lengua, siendo este el principio de sus empresas. Nada les impedirá llevar a cabo todo lo que se propongan. Pues bien, descendamos y allí mismo confundamos su lenguaje de modo que no se entiendan los unos a los otros. [...]”. *La Santa Biblia*. Traducida de los textos originales por Arnaldich, L. et al. (13a edición). Madrid: Ediciones Paulinas. 1964. Génesis: 3-7.

disciplina madre para establecer una existencia autónoma (computación a raíz de la matemática). *Fusión*, amalgama de dos especialidades superpuestas provenientes de unas disciplinas diferentes y emergencia como un nuevo campo (bioquímica). *Diferenciación y extensión*, intento de extender la ciencia para cubrir áreas de experiencia o fenómenos, donde previamente no había ciencia alguna (psicoanálisis, crítica práctica).

2. **Génesis por motivos ajenos a la esfera de influencia académica:** a partir de la interacción entre el mundo académico y el que se encuentra más allá de sus confines, como respuesta a la demanda del mercado potencial (contabilidad, enfermería) o como utilidad de un fenómeno particular para cumplir una determinada función social (biotecnología, física médica, ingeniería aeronáutica).

Por su parte, Elzinga (1987a) adopta un enfoque ecléctico desde tres perspectivas para explicar la emergencia y asentamiento de las nuevas disciplinas, basado en consideraciones internas y externas y en cuestiones sociológicas y epistemológicas.

1. **Estimulación externa**, las nuevas disciplinas aparecen sobre la base del estímulo corporativo y profesional, como consecuencia de movimientos populares y profesionalización de grupos específicos calificados: investigaciones sobre paz y conflictos, investigación ambiental, estudios de género.
2. **Movimiento epistémico**, originado por las dificultades derivadas de la separación ciencia básica-ciencia aplicada, que da paso a un proceso de cambio de un sistema tradicional de control de la reputación asociado con la disciplina científica, a uno desconectado de la misma, más abierto a la regulación externa por imposición de políticas gubernamentales y gerenciales, en donde se utiliza el conocimiento con fines sociales y a través de la presión del mercado que lleva a la “comercialización/privatización” del conocimiento: microelectrónica, biotecnología.
3. **Perspectiva sociológica**, las disciplinas duras y blandas se involucran en una constante lucha por su supervivencia social en términos de poder y prestigio, para lo cual sucumben ante los recursos esenciales exteriores para el desarrollo cognitivo de sus disciplina (física de las partículas, historia) donde cambian su imagen y proponen nuevas estrategias de adhesión.

Para Kuhn (1992) toda ciencia pasa por tres estadios de desarrollo, una fase pre-paradigmática o etapa de construcción de la ciencia, vulnerable a la intervención externa, ya que no hay reglas de juego internas fuertemente ancladas; una fase

paradigmática en la que hay presencia de paradigmas provisionales y un desarrollo importante de constructos teóricos que permite la impermeabilidad a las influencias externas y una fase post-paradigmática, donde se presenta la existencia de paradigmas claros y maduros, que no permite la expansión teórica.

Torres (1998) destaca que las transformaciones en las disciplinas ocurren como resultado de dos tipos de situaciones una mayor delimitación y concreción dentro de los contenidos tradicionales de un campo disciplinar ya establecido o como fruto de una integración o fusión entre parcelas de disciplinas diferentes pero que comparten un mismo objeto de estudio. Lo que da lugar, por ejemplo, a la interacción entre disciplinas diferentes. Las disciplinas así, son sensibles a variables espaciales, temporales, económicas, demográficas, demandas sociales, epistemológicas, disputas y rivalidades entre disciplinas, necesidad de prestigio, desarrollo de la ciencia.

De otra parte, se tiene que el término disciplina por ser polisémico genera controversia. Para “comprender los sentimientos que genera”, Hernández y López (2002) realizan una contextualización histórica sobre sus diferentes significados, lo que muestra que el término disciplina se asocia de la misma manera que el concepto de clasificación a un contexto sociocultural, que le atribuye significaciones distintas según lo requiera, como se muestra a continuación:

En un primer momento, muestran las acepciones de la palabra *disciplina*¹⁶ de acuerdo a la Real Academia de la Lengua: 1. Doctrina, instrucción de una persona, especialmente en lo moral. 2. Arte, facultad o ciencia. 3. En la milicia y en los estados eclesiásticos secular y regular, observancia de las leyes y ordenamientos de la profesión o instituto. 4. Instrumento, hecho ordinariamente de cáñamo, con varios ramales, cuyos extremos o canelones son más gruesos, y que sirve para azotar. La última noción es la que prevalece en el medio social, que remite a la autoflagelación, como exigencia de vencer el deseo de infringir los límites externamente expuestos, implicando que el castigo asociado a la disciplina es un castigo suscitado por el sujeto sobre sí mismo, como consecuencia de sus actos. En un segundo momento, presentan las teorizaciones de algunos autores sobre el concepto disciplina, las cuales se presentan a continuación:

- La disciplina representa la obediencia que se debe a órdenes y normas de la

¹⁶ Del latín *disciplina* (enseñanza, educación) y *discipulus* (orden necesario para poder aprender).

autoridad superior en la comunidad religiosa y en el ejército. La noción implica sumisión a otro, pero desde un compromiso consciente sujeto a la voluntad, donde la obediencia es una virtud asociada a la profesión. En la comunidad religiosa se da un significado adicional al término, al reconocer que las mismas son depositarias de un saber, negado al resto de la sociedad, que implica además de la autorreflexión crítica, la relación con el trabajo intelectual que exige una condición especial, constancia, esfuerzo continuado. La disciplina, no designa solo la obediencia o el comportamiento sometido a reglas, se refiere a la necesaria dedicación al esfuerzo de renuncia a satisfacciones más inmediatas que implica asumir las tareas complejas del trabajo académico y a la entrega necesaria para manejar los rigores y las renunciaciones asociadas al estudio: apropiación de lenguajes abstractos y rigurosos, renuncia a puntos de vista, a la identidad construida, responsabilidad, concentración, voluntad y vocación, separar los intereses de la vida cotidiana del interés asociado a la apropiación y a la construcción del conocimiento. La disciplina es la disposición a obedecer a las exigencias que se desprenden del propio proyecto de apropiación y de construcción del conocimiento, pasando de la heteronomía a la autonomía asociada al rigor, el esfuerzo, la renuncia, la dedicación y la vocación, compensadas por la satisfacción de conocer y comprender; se transforma el deseo de saber en voluntad de saber. La disciplina es un requisito para la formación de una actitud académica y para la apropiación de las herramientas que hacen posible el manejo autónomo del conocimiento (Max Weber, 1922/1957).

- La disciplina es una categoría moral, que implica una solidaridad que va más allá de la metodología, que permite cuestionar los propios puntos de vista, contrastar el trabajo y constituirse en comunidad para preocuparse por el destino mismo de la humanidad, al participar en la formulación y en la solución de problemas sociales importantes en equipos interdisciplinarios e interinstitucionales en los cuales se conjugan intereses de distinta naturaleza (Gadamer, 1989/1990).
- La cultura académica caracteriza como deber ser una disciplina en cuatro elementos básicos: discusión racional, tradición escrita, prefiguración y reorientación de acciones, voluntad de saber. Éstos requisitos permiten entender a la disciplina como el trabajo permanente de una comunidad, como categoría organizadora dentro del conocimiento científico, que tiende a la autonomía, por medio de la delimitación de sus fronteras, el lenguaje que se da, las técnicas que tienen que elaborar o utilizar, y por las teorías propias, que instituye la división y

especialización del trabajo y responde a la diversidad de los dominios que recubren las ciencias. La disciplina es una práctica social que se especializa en el proceso de construcción de conocimientos, a partir de interpretaciones y explicaciones cada vez mejores y más amplias, proporcionadas por la actividad investigativa; pero a la que le compete además la formación de ciudadanos responsables y críticos (Morín, 2001).

- Desde la idea de la ciencia como sistema cultural, las disciplinas son espacios en los que se comparten ideas acerca de lo que es legítimo, verdadero y de lo que puede aceptarse como fuentes legítimas de saber; aceptándose que las comunidades disciplinares son territorios del trabajo social que no se ocupan sólo de la producción de conocimientos, sino que cumplen tareas de formación intelectual en las universidades de nuevos miembros de la comunidad en distintas modalidades de trabajo y de relación con el conocimiento. Las disciplinas son entramados de relaciones sociales entre individuos, atravesadas por jerarquías, intereses en conflicto, formas diferentes de compromisos y reconocimiento social del “capital científico” y formas de poder en tensión y contradicción (Elkana, 1983).

De otra parte, Becher (2001), citando a varios autores explicita las siguientes representaciones sobre lo que es una disciplina:

- Subculturas distintivas de los cuerpos docentes universitarios, que existen como edificios separados (Clark, 1963).
- Comunidad con una red propia de comunicaciones, tradición, conjunto particular de valores y creencias, dominio, modalidad de investigación y estructura conceptual (King y Brownell, 1966).
- Estructuras individuales caracterizadas por un conjunto de conceptos, métodos y objetivos fundamentales, mutable en el tiempo pero con una continuidad reconocible. Con actividades organizadas alrededor de, y dirigidas hacia, un conjunto específico y realista de ideales colectivos acordados que imponen determinadas exigencias a todas las personas que se dedican a la prosecución profesional de las actividades involucradas (Toulmin, 1972).
- Agrupamientos sociales organizados (Whitley, 1976/1984).
- Esquema explicativo que incluye elementos cognitivos y sociales (Shinn, 1982). Entidades claramente distinguibles y estables, sujetas a variaciones históricas y geográficas. Tienen identidades reconocibles y atributos culturales particulares, que proporcionan una onda transportadora sobre la cual se modulan las

características de las comunidades académicas de cada nación (Becher, 1987).

Y como resultado de su investigación, enmarcada en la tesis de que "... las tribus del mundo académico definen su propia identidad y defienden su propio territorio intelectual...", presenta las siguientes características que definen e identifican en general a las disciplinas académicas:

- Presentan diferencias tan grandes que llegan hasta la enseñanza, la investigación y las relaciones alumnos-cuerpo docente.
- Cada disciplina genera, desarrolla, expresa e informa argumentaciones específicas sobre su discurso y sobre los términos utilizados para evaluar a los demás.
- Las tradiciones, ídolos, objetos, costumbres, prácticas, creencias, conocimientos transmitidos, principios morales y normas de conducta, la lengua, literatura profesional, formas lingüísticas, símbolos comunicativos y significados compartidos desempeñan un papel clave en el proceso de manifestar las diferencias fundamentales y establecer la identidad cultural de las disciplinas.
- Los mitos y leyendas conforman el capital cultural que se hereda a los miembros y que proporciona un código de prácticas aceptadas, así como fuerza ideológica.
- Presentan una fragmentación interna que toma forma institucional en los departamentos de las universidades prestigiosas.
- La publicación en términos de calidad y cantidad es el criterio formal para el reconocimiento y la buena reputación, que se basa en la cita, la referencia formal y explícita al trabajo de otros autores.
- Las disciplinas se distinguen unas de otras por sus modelos, normas, estilos intelectuales, hábitos de trabajo, valores personales, normas de hablar, modismos, actividades lúdicas y recreativas.
- La universalidad dentro de cada disciplina es una característica epistemológica.
- La movilidad de carrera es una de las fuentes más potentes de innovación y desarrollo de una disciplina, puesto que los inmigrantes traen nuevas maneras de mirar las cuestiones conocidas, así como técnicas desconocidas.
- Sus miembros tienen un nivel suficiente de competencia en su propio oficio intelectual, pero así mismo desarrollan una medida adecuada de lealtad al grupo colegiado y adhesión a sus normas, un sentimiento de identidad y de compromiso cultural que define una gran parte de la propia vida".
- Se involucran en una constante lucha darwiniana por poder y prestigio, en la cual los más duros y adaptables florecen mientras que los más débiles van al paredón.

Para Torres (1998) las disciplinas son maneras de organizar y delimitar un territorio de trabajo, concentrando la investigación y las experiencias dentro de determinado ángulo de visión. Cada disciplina ofrece una imagen particular de la realidad, como conjuntos ordenados de conceptos, problemas, métodos y técnicas, organizan el pensamiento y posibilitan el análisis e interacción con la realidad, imponiendo una determinada forma de pensar, con las posibilidades y riesgos que ello comporta. Aunque manifiestan una cierta continuidad a lo largo de su existencia, no son *corpus* eternos e inmutables, sino lo contrario, son fruto de un determinado devenir histórico. Están en constante transformación y evolución, fruto de las contingencias que influyen para modelar y condicionar la mentalidad y los ideales de quienes construyen y reconstruyen los conocimientos. Toda disciplina se caracteriza por tener un objetivo material y uno formal, una integración teórica, un método propio de trabajo, unos instrumentos válidos y confiables para analizar resultados, campos de aplicación y contingencia histórica (Tamayo, 2004).

La disciplina también se considera asociada al poder (Foucault, 1973), en lo que se conoce como poder disciplinario, cierta forma capilar, terminal del poder político y de los otros poderes, que logra tocar los cuerpos, aferrarse a ellos, tomar en cuenta los gestos, comportamientos, hábitos y palabras, pero que además ocupa su tiempo y su vida. Una modalidad de poder muy específica, que logra descender hacia los propios cuerpos y tocarlos, trabajarlos, modificarlos y dirigirlos en una unión estratégica cuerpo – estado. El poder disciplinario, se formó y desarrolló diagonalmente a lo largo de toda la historia occidental. Se constituyó dentro de las sociedades religiosas, se trasladó transformándose hacia las comunidades laicas en los siglos XIV y XVII, que permitió la colonización y disciplinarización de la juventud estudiantil a través de la colonización de los pueblos conquistados, de la actividad pedagógica¹⁷, en una vía diferente a la esclavitud, donde primaba la obediencia y la vigilancia, la colonización interna de los vagabundos y demás sectores marginales de la sociedad y en los siglos XVII y XVIII, penetró la sociedad, por medio del ejército y los talleres, donde la disciplina se constituyó en una táctica, que permite distribuir a los hombres en el espacio, con el fin de conseguir una actividad productiva eficaz y eficiente al servicio del desarrollo económico del sistema capitalista. En el siglo XIX se convirtió en una modalidad de contacto entre el poder político y el cuerpo individual.

¹⁷ Aprender las cosas a través del tiempo en una serie de etapas progresivas que conlleven cada vez a progresos mayores, que implicó una clasificación de los individuos por edades y niveles de progreso académico, así como el encierro y la minimización de relaciones con el exterior y la guía de un tutor que dirige al pupilo por el camino ascético.

El sistema disciplinar implica un procedimiento de control constante, una vigilancia eterna de alguien, a través del ejercicio, la práctica, el adiestramiento, la repetición cíclica, hasta su internalización por el individuo. Por tal motivo el comportamiento del mismo todo el tiempo es vigilado, castigando toda falta. Como consecuencia de los comportamientos, el poder disciplinario, clasifica jerárquicamente al individuo según su edad, rango, resultados escolares, movilidad en el escalafón y entre jerarquías, por medio de un movimiento reglado a través de exámenes, concursos, antigüedad; quedando además un grupo de “individuos inclasificables” que escapan a la vigilancia, que se convierten en problema y que deben aislarse en sitios especiales, aplicándoseles nuevos sistemas de recuperación.

Al finalizar el recuento sobre las disciplinas, se puede afirmar, que la concepción foucaultiana, es la que predomina en nuestro medio social, la disciplina se asocia no tanto con la autoflagelación, con el placer derivado del compromiso con el trabajo intelectual, con la forma de organizar y delimitar porciones de la realidad para su estudio, como territorio de trabajo social, sino más bien con la obediencia ciega a poderes, saberes, verdades, metodologías, valores, afectos, creencias, normas y reglas, externas al sujeto mismo, impuestas por sujetos revestidos de alguna autoridad, con la vigilancia y seguimiento del cumplimiento estricto de las mismas y con el correspondiente castigo por haberlas infringido. Desde la mirada de Foucault, se entiende porque es tan difícil superar la rigurosidad de la disciplinaria y dar paso a otras relaciones como la interdisciplinaria, la transdisciplinaria o la metadisciplinaria, persiste “el miedo” a ser castigados por alejarse de la autoridad y la doctrina establecida, por permitirse pensar en otras formas de ver, pensar, sentir y actuar en el mundo, por imaginar otros “mundos posibles”, otras formas de explicación de la realidad. La disciplina deja de ser una actividad de construcción del conocimiento y formación de individuos, para convertirse en un dispositivo que controla, reprime, vigila y castiga a quien intente franquear sus límites.

La organización tradicional de las disciplinas escolares (espacios, tiempo, actividades, metodología, roles de los actores educativos, contenidos), fundamentada en el poder, la vigilancia y el castigo, no admite otras posibilidades de trabajo diferentes a la lógica disciplinaria propia de las comunidades científicas; por ejemplo, si se consideran los planes de estudio de las ciencias naturales y sociales y de las humanidades, los mismos hacen énfasis en lo académico, de tal forma que la selección, organización,

secuenciación, presentación y evaluación de los contenidos, sigue la dinámica de las disciplinas científicas, en donde predomina lo conceptual y lo procedimental, desconociéndose casi por completo la existencia de un conocimiento escolar epistemológicamente diferenciado, que por sus características particulares, admite otras formas de abordar los diferentes contenidos (conceptuales, procedimentales, axiológicos, actitudinales, estéticos), que tengan en cuenta las particularidades de los individuos y de sus contextos de desarrollo personal y social; si en este contexto, se considera el papel del profesor, el mismo no se estima como un profesional que realiza una actividad significativa, sino como un sujeto obediente ejecutor de programas prediseñados, que constantemente debe rendir cuenta juiciosa de una actividad determinada por agentes externos, en la cual apenas si se tiene en cuenta su opinión.

6.1.2. Caracterización general de las disciplinas de las Ciencias Naturales

Las disciplinas científicas son formas de organización del conocimiento, que tienen como estructura a la ciencia tanto natural como social (Gianella, 2006). Las CN se constituyen en un área de conocimiento que tiene como objeto de estudio los fenómenos naturales, que dada la variedad de los mismos, abarca las disciplinas de química, física, biología, astronomía y geología.

En la caracterización de las disciplinas científicas Becher (2001) muestra los resultados de una investigación detallada de todos los contenidos de las mismas (características, epistemología, modelos de carrera, reputación, recompensa, actividad profesional), trazando un mapa del territorio del conocimiento en el que caracteriza dentro de doce diferentes áreas del saber a tres de las CN, desde la epistemología y la sociología, permitiendo replantear las tradicionales clasificaciones del conocimiento y ofreciendo nuevos elementos para guiar las decisiones políticas y prácticas sobre ellas. En el Cuadro 5, se recoge la caracterización de Becher sobre las tres disciplinas científicas clásicas, en las que además, el conocimiento se actualiza día a día, por lo que es necesario difundir las observaciones rápidamente en publicaciones especializadas. Así mismo las prácticas y los ideales de las comunidades académicas están íntimamente ligados con la naturaleza del conocimiento que buscan: el mundo físico-químico o el vivo, el que además se ha construido de formas muy diferentes, así mientras la física se ha construido empleando la categoría *teoría*, la biología y la química han recurrido a la categoría *modelo científico* (Gieré, 1990; Lombardi, 1998;

Cuadro 5. Caracterización de las disciplinas que constituyen las Ciencias Naturales (Becher, 2001)

Característica	Física	Química	Biología
Contexto histórico	La ciencia más antigua y mayormente fundamentada en principios y teorías muy sólidas, especialmente desde campos como la astronomía y la mecánica.	Como ciencia moderna surge a finales del siglo XVIII, a partir de los estudios del francés Antoine Lavoisier.	Como ciencia moderna, se debe a Lamarck quien tomo el concepto para agrupar a todas las disciplinas que tenía como objeto de estudio las formas vivas.
Tipo de conocimiento	Disciplina dura y pura con áreas aplicadas como la mecánica, y restringida, establece límites al campo de los fenómenos a los cuales se dedica.	Disciplina dura y pura con algunas especialidades aplicadas como la química orgánica, y restringida, pues su campo de estudio se limita al fenómeno al cual se dedica.	Disciplina intermedia entre el conocimiento duro puro y el blando puro, por tal motivo oscila entre lo restringido y lo no restringido, admitiendo ciertas formas de interdisciplinariedad. Área heterogénea, que abarca muchas y variadas temáticas y sus extremos están muy alejados. Limita con la Matemática y las Ciencias Físicas y con las Ciencias humanas se presenta diversidad disciplinar.
Cualidades investigativas	Alta calidad de la investigación. Soluciones elegantes, económicas productivas y poderosas a los problemas investigativos.	Carácter atomista y fragmentario de su contenido temático.	Metodológicamente se sospecha de toda generalización por la variabilidad del material con el que se trabaja. Existe un mayor grado de subjetividad, ya que las variaciones de la naturaleza dan lugar a múltiples interpretaciones. Enfoque fenomenológico para la solución de problemas.
Tipo de comunidad	Altos niveles de convergencia, la sensación de comunidad es poderosa a pesar de la existencia de numerosas especialidades.	Ocupa un terreno intermedio entre lo convergente y lo divergente.	Ocupa un terreno intermedio entre lo convergente y lo divergente, lo biólogos transmiten una gran ambigüedad, son "muy heterogéneos", existe un "antagonismo mutuo" entre los que estudian estructuras y procesos y los que se ocupan de organismos o comunidades. Sin embargo no hay "divisiones profundas y permanentes", hay "más unidad intelectual de los que sugiere la diversidad estructural del tema". Es inexacta, presenta datos incompletos y fragmentarios y las observaciones no pueden repetirse por la complejidad de sus objetos de estudio. Su centro es el organismo vivo.
Ámbito de investigación	La única estrictamente urbana, por su estilo de investigación, con excepciones como la radioastronomía y la meteorología.	Pese a su imagen externa, es una disciplina rural en su estructura total con excepciones como la Bioquímica.	Disciplina urbana, la más abierta a la investigación y a la innovación sobretodo técnica, instrumental, metodológica y de campo.

Tipo de lenguaje	Uso de símbolos matemáticos frente al lenguaje común, los significados se transmiten en un código especial cuantitativo sumamente comprimido. El contenido no es familiar, ininteligible para el lector no iniciado.	Simbolismo específico propio.	Lenguaje basado en términos especializados. Altamente descriptiva, es una especie de física diluida, pero menos interesante y en permanente cambio.
Publicaciones	Los informes en forma de monografías, se hacen sobre temáticas particulares. Las publicaciones son frecuentes, cada nueve o doce meses	Se publican libros con monografías más largas sobre los temas investigados	Se publican libros con monografías más largas, con tiempos de publicación que demoran de uno a dos años.
Relaciones externas	Comunidad con límites. Fuertemente especializada, profesionalmente cerrada y lingüísticamente impenetrable que no deja espacio para el compromiso externo. No tolera el interés público y presenta una fuerte resistencia a la comunicación prematura a los medios.	La coherencia de la comunidad disciplinar puede ser debilitada por su considerable dependencia del patrocinio industrial	Disciplina más abierta al público en general que se beneficia de la comunicación lúcida. No hay mucho espacio para la ideología, se puede demostrar la falta de validez de los resultados por la parcialidad personal.
Perspectiva profesional de los aspirantes y os egresados	El número de alumnos que ingresa a la universidad es pobre, aún a los mejores departamentos. Las perspectivas de empleo para sus graduados es baja, sin embargo son candidatos fuertes para recibir subsidios y publicar en medios prestigiosos.	Migración intelectual hacia la filosofía y la biología.	Migración intelectual hacia la psicología.
Tipo de formación científica	Se basa en soluciones deductivas, los problemas tienen alcance limitado, si son muy difíciles se los deja a los químicos.	Se basa en la inducción, los problemas de difícil resolución se los dejan a los biólogos.	Se enseñan técnicas de manipuleo, capacidad para razonar y para enfrentarse con la complejidad.
Imagen	Es el área de estudio más popular, en particular la física de alta energía.	Tiene un nivel conceptual más alto que la Biología, pero más bajo que la Física.	Se presenta división entre el estudio de los sistemas y la preocupación por los organismos completos, que origina cierto faccionalismo y disputas familiares que impide un mejor aprovechamiento y explotación de sus ventajas sociales y cognitivas.
Práctica profesional	La práctica no está sujeta a la influencia doctrinal externa.	La práctica no está sujeta a la influencia doctrinal externa.	

Caldin, 2002, citados por Cuéllar *et al.* 2008).

La caracterización de las disciplinas científicas, es llevada al contexto escolar sin mayores variaciones, asumiéndolas como formas de conocimiento restringido, duro, puro, atomístico, reduccionista, con algunas posibilidades de aplicación y enseñándolas desde una lógica disciplinar que desconoce las relaciones entre ellas. Se trabaja con visiones reduccionistas de la ciencia, sin posibilidades de interacción entre los contenidos y desde la clasificación tradicional, que las divide en fáciles, simples y sencillas y en difíciles, complejas y complicadas y en reales y abstractas; la física en la escuela se presenta como la asignatura más difícil de comprender por la compleja matematización de los fenómenos físicos, la química es la disciplina más enredada de entender por el lenguaje específico que utiliza y por la escasa relación que se establece entre ella y la vida cotidiana, y la biología es “la más fácil”, la que más interesa y gusta siempre y cuando trate sobre aspectos relacionados con las características generales del cuerpo humano, los animales y las plantas, pero que no agrada mucho cuando se trata de adentrarse en las particularidades anatómicas, fisiológicas y patológicas de todos los seres vivos y en las relaciones entre ellos.

Cerca de trece años de experiencia en la enseñanza de estas disciplinas, permite afirmar además, que aunque se tiene claro que las tres asignaturas conforman el Área de CN¹⁸, existe un marcado reduccionismo que etiqueta a cada una de las mismas, de este modo, la Física explica los fenómenos físicos a partir de las interacciones entre la energía, la fuerza y el movimiento, la Química tiene que ver con la estructura, composición y transformaciones de la materia y la Biología se ocupa exclusivamente de estudiar los seres vivos y los ecosistemas donde viven, de manera que entre las mismas no se establecen mayores relaciones o interconexiones entre los conceptos, las metodologías, las didácticas y las formas de evaluación. Cada disciplina se ocupa de estudiar una porción de la realidad, que no puede ni debe ser compartido con otras disciplinas naturales y menos con las exactas, las sociales, las humanidades, el arte y el deporte; en la escuela se da cuenta de los procesos físicos, químicos y biológicos de forma separada y descontextualizada de la realidad y del contexto, sin lograr vincular los objetos de estudio entre sí, de forma que se pueda dar cuenta de

¹⁸ En Colombia, en esta área, no se incluyen explícitamente las Ciencias de la Tierra y el Universo, de suerte que los contenidos sobre Astronomía y Geología, se han delegado bajo una supuesta integración al Área de Ciencias Sociales, lo que ha generado que en la práctica, las CN se enseñen en el limbo, en el aire, sin un ámbito espacial, geográfico, social, regional o local. Una enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental, sin *locus* de enunciación, sin rostro y al margen de las dinámicas del Universo y de la Tierra, verdaderos nichos de los fenómenos naturales.

explicaciones globales sobre los fenómenos naturales, desde la complejidad, que además de lo conceptual, considera lo sociocultural y lo “glocal”, consecuencia de cada disciplina muestra lo particular de su campo de estudio haciendo poco caso de las relaciones inter, trans y metadisciplinarias de las ciencias.

Así mismo se tiene que existe apatía y desinterés por las CN como sistema de explicación del mundo natural, en cuanto su estudio implica rigurosidad epistemológica y metodológica por una parte y por otra en cuanto no es perceptible a simple vista la utilidad de la ciencia en el progreso y desarrollo de la humanidad, así como en la solución de sus problemas más relevantes. Lo que da lugar a una concepción ligera del mundo y sus fenómenos naturales y sociales, que basada erróneamente en la teoría de la complejidad, en las corrientes interculturales y otras perspectivas, supone que todas las explicaciones son igualmente válidas y eficaces, lo que lleva a considerar que las CN no representan mayor cosa.

En el Cuadro 6, se amplía una de las características de las disciplinas relacionada con los estereotipos que presentan los profesionales de las CN, planteada a partir de la siguiente discusión entre naturaleza y educación ¿Cierta tipo de personas elige cierta disciplina en particular, o es más bien que cada disciplina da forma y condiciona a sus adherentes para que lleguen a ser un determinado tipo de personas?. De la misma manera que las disciplinas, la imagen de los científicos naturales, llega a la escuela sin mayores transformaciones y mediada además por los *mass media*; así a los físicos se les asocia con una inteligencia superior y se les caracteriza como personas serias, estrictas, solitarias, encerradas en un laboratorio y aisladas de la sociedad, que aunque realizan un trabajo difícil –no se sabe cuál-, el mismo no tiene aplicaciones prácticas; por su parte, a los químicos se les ve como los “científicos locos”, que en el laboratorio utilizan muchos instrumentos curiosos y mezclan indiscriminadamente sustancias raras, para que reaccionen y ver qué pasa; con respecto a los biólogos, la imagen que se construye sobre ellos tiene que ver con el gusto por los animales, las plantas y los “bichos”, son científicos que trabajan en los laboratorios con equipos especializados como el microscopio, o en lugares exóticos, exuberantes y alejados como la selva, el desierto o el océano.

En esta instancia es que el conocimiento del profesor de CN de Educación básica y Media, se convierte en el eje fundamental que permite transponer didácticamente los

Cuadro 6. Estereotipos de los profesionales de las Ciencias Naturales (Cuadro elaborado a partir de Becher, 2001)

Aspecto	Físicos	Químicos	Biólogos
Forma de trabajo	Comparten una manera particular de abordar los problemas, una ideología colectiva y una visión común del mundo. "Viven su física" y su mayor orgullo es saber cómo funcionan las cosas.	Tienen "muchos presupuestos compartidos y una base común en el estudio de las moléculas", "es difícil considerarla una disciplina unificada", ya que la química es ciencia muy fragmentada.	Dan mayor importancia a las cualidades literarias y estilísticas. Se exige claridad comunicativa: leer y escribir bien, hablar coherente e inteligiblemente, desarrollar sentido del estilo, tolerancia por valores divergentes.
Imagen	Son dedicados, decididos, monomaniacos, obsesivos, están muy motivados y comprometidos, se consideran a sí mismos y por otros como mejores que la multitud común, por su brillantez intelectual.	Sus practicantes se "desprestigian unos a otros" y "se insultan entre ellos de una forma que supera a los otros científicos". Sin embargo son escépticos, pacientes y muy observadores.	No proyectan una imagen clara, pero son personas interesantes, serias, comprometidas, constantes y trabajadoras, con tiempo para sentarse y conversar, pacientes, experimentadores y delicados. Son menos aburridos y más expansivos que los físicos. Socialmente se espera que "demuestren que han leído todo lo pertinente" y, en términos cognitivos, que "reconozca las bases sobre las cuales construye el conocimiento".
Estilo de trabajo	Trabajan colaborativamente, a la forma de un equipo de fútbol americano. Escriben en equipo en un 60% (Zuckerman, 1968)	Trabajo colaborativo al estilo de una orquesta con un director. Escriben en equipo en un 80% (Zuckerman, 1968).	Trabajo solitario, con menos intensidad pasional, individual por su carácter interpretativo, la gran variedad de opciones en estilo, gusto, contenido y orientaciones teóricas. Escriben en equipo en un 40% (Zuckerman, 1968).
Responsabilidad social	Sensación de responsabilidad por la creación de armas atómicas y nucleares.	Preocupación por las propias forma de armamento.	Preocupación por la posible guerra bacteriológica, las incertidumbres de la ingeniería genética y la cura de enfermedades.
Ídolos	Ptolomeo, Copérnico, Galileo, Newton, Pascal, Volta, Coulumb, Ampère, Joule, Kelvin, Planck, Maxwell, Einstein, Schrödinger, Dirac, Chadwick, Geiger, Fermi, Gell-Mann, Meitner, Oppenheimer, Sagan, Hawking.	Dalton, Berzelius, Cannizzaro, Arrhenius, Mendeleiev, Meyer, Liebig, Lewis, Boyle, Wöhler, Kekulé, Baeyer, Bunsen, Fischer, Le Châtelier, Pasteur, Avogrado, Charles, Gay-Lussac, Davy, Faraday, Cavendish, Berthollet, Thénard, Priestley, Scheele, Ramsay, Vauquelin, Bunsen,	Schleiden, Schwann, Darwin, Linneo, Mendel, Buffon, Bernard, Bateson, Morgan, Haeckel, Jacob, Margalis, Wallace, Watson y Crick.

conceptos asociados a las disciplinas científicas naturales y a la imagen de los científicos; como poseedor de un conocimiento profesional, puede establecer diferencias entre los tipos de conocimiento, comprendiendo que su labor tiene un contexto particular de acción, determinado por el conocimiento escolar y las disciplinas escolares cuyos principios ontológicos, epistemológicos, metodológicos, pragmáticos y sociales son completamente diferentes a los de las comunidades científicas, por lo que no tiene sentido adquirir y difundir formas de ser, pensar, hacer, actuar y sentir ajenas y alejadas de la realidad, enmarcada la mayoría de veces en grandes y graves problemas sociales, culturales, ambientales, económicos y afectivos de difícil abordaje, tratamiento y solución.

Se propone entonces una práctica pedagógica y didáctica basada en una enseñanza que deje de ser un calco exacto de la disciplinariedad científica, de su lógica, su metodología, su evaluación, sus fines, intereses e impactos y los rasgos personales de los científicos.

7. LAS DISCIPLINAS Y SUS RELACIONES

“Quienes ocupan posiciones de poder intentarán definir lo que se debe considerar conocimiento, la accesibilidad de cualquier conocimiento para los diferentes grupos y cuáles son las relaciones aceptadas entre las diferentes áreas de conocimiento y entre los que tienen acceso a ellas y las hacen asequibles”. Basil Bernstein¹⁹

Este apartado tiene como fin dar cuenta de las relaciones en las disciplinas de conocimiento, en primer lugar se presenta el contexto en el que se dan las relaciones disciplinares, en segundo lugar se muestran las características de tales relaciones.

7.1. Contexto de las relaciones disciplinares

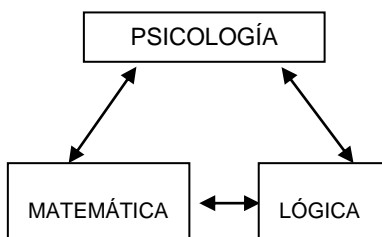
El recorrido histórico realizado en el capítulo 5 muestra que los sentidos de las categorías ciencia y disciplina científica vigentes difieren de los que rigieron en otros contextos históricos, cada época bajo cánones específicos determinó qué clasificación del conocimiento era la más pertinente para el momento, de tal manera que “... algunas de ellas resultan muy extrañas y hasta extravagantes para los ojos contemporáneos, [porque] se han constituido a partir de criterios muy diferentes...” (Gianella, 2006:76). Ahora bien el interés por las clasificaciones y las relaciones entre las disciplinas y las ciencias tiene gran importancia por las siguientes razones:

1. Necesidad de explicar y entender el surgimiento de disciplinas nuevas durante la segunda mitad del siglo XX, difíciles de ubicar en las clasificaciones vigentes, que han permitido integrar áreas de conocimiento que pertenecían a distintos campos: neurociencias, ciencias cognitivas, ciencias de la información, nanociencias.
2. Aparición de vinculaciones nuevas y robustas entre disciplinas, cuyas afinidades no eran perceptibles en las clasificaciones vigentes, entre otras cosas por su contenido ideológico: teoría de los juegos con psicología, economía con biología y la división de las ciencias fácticas en naturales y sociales.
3. Interés por categorías de amplio alcance, como las de emergencia, supervivencia, causalidad y clase natural, que han cuestionado las clasificaciones vigentes, haciendo más flexibles los ordenamientos disciplinares.
4. Declinación del modelo de división clásico que mostraba cierto desinterés por la categoría de disciplina y privilegiaba las nociones de problema y teoría.

¹⁹ Bernstein, B. (1998). *Pedagogía, control simbólico e identidad*. Madrid: Ediciones Morata

5. El aspecto descriptivo de las clasificaciones que refleja las relaciones existentes entre las disciplinas y el aspecto normativo que favorece determinadas relaciones mientras bloquea y dificulta otras (Cuadro 7), muestra que las disciplinas bajo los modelos clásicos de clasificación no tienen mayores posibilidades de relacionarse entre sí, además de que las nuevas disciplinas no pueden ser clasificadas en ningún sistema, ya que poseen rasgos diferentes a las ciencias que las originaron.

Cuadro 7. Vinculación de las disciplinas. (Cuadro elaborado a partir de Gianella, 2006)

LINEAL	RAMIFICADO	CIRCULAR/ESPIRALADO	MIXTO
Encadenamiento de disciplinas en un orden arriba-abajo, las superiores presuponen a las inferiores: modelo de Comte FÍSICA QUÍMICA BIOLOGÍA PSICOLOGÍA	De carácter dicotómico, muestra el mundo de manera dualista: modelo clásico que divide las ciencias en dos grupos: FORMALES Y FÁCTICAS ↓ NATURALES Y SOCIALES	No hay dicotomías ni ordenamientos lineales, sino interacciones dinámicas entre las disciplinas: modelo de Piaget 	Combina los principios lineales en las ciencias naturales y los ramificados en las ciencias sociales: modelo de Stuart Mill

Para resolver el problema, Gianella propone un modelo reticular, que establece unas relaciones recíprocas entre disciplinas de mayor complejidad, que permite acercarlas e integrarlas, aportándoles un marco conceptual común; el modelo está fundamentado en la idea de redes en las cuales una red admite a otras (las neurociencias hacen parte tanto de las ciencias cognitivas como de las ciencias del lenguaje), así como en los aportes del conocimiento colaborativo, que estudia los contextos sociales en los cuales se produce y distribuye el conocimiento, planteando que muchos investigadores trabajan en pares similares o distintos, con la consecuente realización de estudios complementarios que se caracterizan por una mayor integración teórica conceptual y metodológica, bajo los principios de confiabilidad, fecundidad, velocidad y eficiencia (en las ciencias cognitivas colaboran los psicólogos con su trabajo de laboratorio, los neurólogos con el mapeo cerebral y los informáticos con la simulación computarizada).

Frente a la idea de ciencia unificada, Gianella sugiere una ciencia integrada desde las perspectivas mereológica²⁰, emergentista, de cooperación, reciprocidad, coevolución, *feedback* y fertilización cruzada, donde el requisito es que las teorías de las distintas disciplinas sean compatibles entre sí a partir de la integración conceptual con la

²⁰ Del griego antiguo "parte". La mereología estudia las relaciones entre partes, tanto de las partes con el todo, como de las partes con otras partes. (Haidar, 2006).

vertical, un requisito que se cumple en las CN pero no en las sociales. Otra forma de categorizar los compromisos que se dan en el intercambio disciplinar es el de la distinción entre interdisciplina, transdisciplina y multidisciplina.

7.2. Relaciones en las disciplinas

Los diferentes conceptos que explican las relaciones en las disciplinas constituyen un problema esencialmente epistemológico, y, solamente, como consecuencia, escolar. Las relaciones en las disciplinas no provienen de la enseñanza, sino que tienen un alcance más amplio y obedecen a la necesidad de reconocer los diferentes vínculos que se pueden dar entre diferentes materias o campos del conocimiento, así las relaciones entre las disciplinas suponen una consecuencia epistemológica, no social, ni pedagógica, ni didáctica (Zabala, 1999).

La revisión de libros y artículos, permite establecer que existen fundamentalmente cuatro relaciones en las disciplinas: multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. La lectura de los documentos lleva a señalar que el tema de las relaciones en las disciplinas presenta dos campos de acción, uno que tiene que ver con las disciplinas al interior de las comunidades científicas que se aborda en el presente apartado y otro que representa el esfuerzo por llevar las relaciones al ámbito escolar y que se muestra en el apartado siguiente. En lo que continua, se presentan las conceptualizaciones sobre las relaciones en las disciplinas abordadas por diferentes autores e investigadores.

7.2.1. Multidisciplinariedad y pluridisciplinariedad

La multidisciplinariedad es una de las formas más habituales que ha adoptado el desarrollo del conocimiento y por tanto, una de las más fácilmente identificables (Zabala, 1999). Su origen se traza a partir de la revolución industrial, pero su pleno desarrollo se origina hacia la primera mitad del siglo XX, por la complejidad del momento entre las dos guerras mundiales, lo que hizo necesario integrar las ciencias en pos de soluciones históricas concretas, caracterizadas por la descomposición de problemas en subproblemas unidisciplinarios, donde se agregaban subsoluciones a la solución integral (Pérez y Setién, 2008).

La multidisciplinariedad corresponde al nivel inferior de colaboración e integración en

las disciplinas, implica un primer paso en la constitución de equipos de trabajo sin garantizar ulteriores niveles de mayor cooperación. Es una relación fácticamente multirreferencial, que se provee de referencias disciplinarias múltiples que, *a priori*, son potencialmente útiles para la solución integral de un problema (Piaget, 1979). Es un conjunto de disciplinas, cuyo punto de unión radica en el hecho de ser impartidas en el mismo centro docente, sin tener en cuenta las relaciones o posibles relaciones que puedan existir entre ellas. Es una relación que se da en un solo nivel, con múltiples objetivos para cada disciplina pero independientes entre sí, no existiendo ninguna relación o cooperación entre ellas (Jantsch, 1972, citado por Tamayo, 2004). Es una relación sumativa de distintas disciplinas, a veces sin relación entre sí (Scurati y Damiano, 1974), que corresponde al nivel más bajo de coordinación entre disciplinas y que consiste en la mera yuxtaposición de materias diferentes que son ofrecidas de manera simultánea con la intención de sacar a la luz algunos de sus elementos comunes, pero que en realidad, nunca se llegan a hacer claramente explícitas las relaciones entre ellas (Torres, 1998). La multidisciplinariedad, hace relación a varias disciplinas que se ocupan simultáneamente de un idéntico problema sin que exista ninguna relación en cuanto a cruzamientos disciplinares (Ander-Egg, 1993). Es la relación presente en organizaciones como la universidad y la escuela, que se materializa en planes de estudio, donde los contenidos se presentan en asignaturas.

En la multidisciplinariedad se da el caso de que la misma disciplina organiza sus contenidos internos bajo campos, sin ningún tipo de conexión (Zabala, 1999): la química, por ejemplo, se subdivide en general, inorgánica, orgánica, analítica, las cuales a su vez también presentan ramificaciones, la química analítica es a su vez cualitativa y cuantitativa; la física se subdivide en mecánica, estática, dinámica; la biología comprende la filogenia, la taxonomía, la genética, la anatomía, la fisiología.

Por su parte, la pluridisciplinariedad es la otra forma habitual de organizar el conocimiento. Es un sistema de un solo nivel y con objetivos múltiples, donde hay cooperación, sin coordinación alguna (Jantsch, 1972, citado por Tamayo, 2004), puesto que las disciplinas más o menos cercanas se yuxtaponen dentro de un mismo sector de conocimientos. Como forma de cooperación tiene por finalidad el mejoramiento de relaciones entre esas disciplinas, pero en términos de mero intercambio de información y simple acumulación de conocimientos. Aunque se da una intercomunicación igualitaria, no se contribuye a una profunda modificación de la base teórica, problemática y metodológica de las ciencias individuales (Torres, 1998). Es la

relación presente en la forma de organizar el programa de una facultad y corresponde al conjunto de disciplinas de un plan de estudios que presentan gran afinidad pero que aparecen una al lado de la otra en un mismo nivel jerárquico, agrupándose de manera que se subrayan las relaciones existentes entre ellas, así, química, física y biología se agrupan en las CN y geografía, historia y democracia en la ciencias sociales.

La principal ventaja de la pluridisciplinariedad, es que permite explicar un mismo objeto o fenómeno desde varias perspectivas, su falencia radica en que aunque un cuadro de Giotto (pintor italiano del siglo XIV), se puede estudiar desde la historia del arte alternando con la física, la química, la historia de las religiones, la historia de Europa y la geometría, o que la filosofía marxista puede estudiarse desde la filosofía alternando con la física, la economía, el psicoanálisis o la literatura, ese "más" está al servicio exclusivo de esa misma disciplina. La gestión pluridisciplinaria sobrepasa las disciplinas pero su finalidad queda inscrita en el marco de la investigación disciplinaria.

7.2.2. Interdisciplinariedad

Para abordar el tema de la interdisciplinariedad, se consideran tres aspectos, uno relacionado con los antecedentes de la interdisciplina, otro que aborda su origen y uno final que implica la conceptualización del término por diversos autores.

7.2.2.1. Antecedentes históricos de la interdisciplina

Aunque parece un término nuevo e innovador, la interdisciplina se remonta a la antigüedad (Zabala, 1999). En la Grecia clásica se concibió la idea de la unidad del conocimiento (*enkuklios paideia*), como un sistema de enseñanza circular que debía llevar al alumno a un recorrido por las disciplinas constitutivas del orden intelectual centradas en un desarrollo humano total. Platón fue uno de los primeros intelectuales que planteó la posibilidad de una integración del conocimiento (*kasolagazós*), en donde el desarrollo de la persona tuviera como núcleos organizadores la gimnasia y la música. La división de ciencias de Aristóteles, presenta una síntesis doble: una del saber disperso en varias disciplinas y, otra entre el conocimiento y la acción que estaba al servicio de una concepción de la educación entendida como la formación física, intelectual y moral para alcanzar la "virtud" (Neira, 1985).

En el siglo II a. C. surge la Escuela de Alejandría, epicentro del mundo helenístico en

el que confluían saberes de varios lugares del mundo, lo que hizo posible llevar a cabo procesos de enseñanza y de investigación basados en cierta integración del conocimiento. En la Edad Media, nace la universidad como lugar privilegiado para la integración del saber que propiciara un saber sintético de varias disciplinas y de las personas comprometidas con ellas (Neira, 1985). En el siglo XVI, Bacon en su *Nueva Atlántida*, plantea la necesidad de unificar el saber, en su Casa de Salomón, centro de investigación interdisciplinar. Mientras que Comenio, funda su *Didáctica* en la idea de enseñar todo a todos, totalmente (San Segundo, 1992).

Para el Siglo XVII, se propusieron diferentes sistemas filosóficos para pensar el problema del conocimiento, Descartes en su teoría dualista, separa la mente del cuerpo y puesto que la naturaleza de la mente es pensar, la misma no necesita de lugar alguno, ni depender de algo material como el alma para existir, por lo que la dejó libre de las leyes mecánicas de la naturaleza y le consagró la libertad de la voluntad, pero al aceptar al mismo tiempo que Dios permite la existencia simultánea e independiente de las dos en el hombre, planteó que dos sustancias tan diferentes pueden afectarse mutuamente, lo que advierte ciertos visos de interdisciplinariedad. Comte, en su sistema clasificatorio, presenta ambiciones de carácter integrador, al plantear un proyecto utópico que pretendía sistematizar los saberes más importantes de su tiempo, a partir de los principios generales del nuevo “espíritu positivo”, crea una nueva ciencia (la sociología) que permite reformar y fundamentar una nueva sociedad, a través de la conciliación entre orden y progreso social. Kant, en su sistema filosófico un tanto dicotómico, advierte cierta integración o interdependencia de los conceptos y aunque plantea diferencias fundamentales entre ellos establece conexiones en las cuales no es posible pensar a unos sin los otros, o relaciones, en las que como condición para que se presente uno debe anteriormente haberse presentado el otro.

Para Stichweh (1991, citado por Lenoir y Hasi, 2004), la interdisciplinariedad ya estaba presente en los orígenes de la formación del sistema de las disciplinas científicas en los siglos XVIII y XIX. En el Siglo XVIII, los enciclopedistas franceses tenían ciertas pretensiones interdisciplinares, evidenciadas en la recopilación de forma sistemática de todos los contenidos de las diversas artes y ciencias en un solo documento escrito (volumen), en el que se exponían el conjunto de los conocimientos humanos o de los relativos a una ciencia en artículos separados, y ordenados alfabéticamente, de tal forma que se abarcaron todas las ramas del saber de forma selectiva, escogiendo los

temas más importantes de cada una de ellas, con el objetivo primordial de divulgarlos. La unidad de conocimiento, se quiebra definitivamente cuando Napoleón en 1808, organiza el sistema de enseñanza francés al crear la Universidad Imperial²¹, en la que por primera vez se diferencian las facultades de letras y las facultades de ciencias. Concepción que se extiende a occidente y que conforma una diversificación intelectual al crear la necesidad entre el alumnado de escoger entre la cultura literaria y la cultura científica, ya que cada una de estas culturas es amputada por la otra (Zabala, 1999).

Durante el siglo XIX, el trabajo científico adquirió cierto esplendor. Los acontecimientos sociales y los saberes precedentes hicieron que las especializaciones llegaran a su máximo grado y surgieran los superespecialistas. En este momento se dejó de lado lo interdisciplinar, marcado por las corrientes filosóficas del momento: el positivismo y el cientificismo. El siglo XIX, fue la época más pobre del avance interdisciplinar, caracterizado por un retroceso de la esperanza interdisciplinaria, la conciencia científica vencida, la acumulación cuantitativa de las informaciones que parecía exigir el precio de un desmantelamiento de la inteligencia, según Pérez y Setién (2008).

Tal avance, produjo un gran desarrollo científico que conllevó a un proceso de clara diferenciación entre las ciencias, debido a los grandes descubrimientos de las CN, que culminó en un aislamiento y demarcación rigurosa de éstas, fenómeno que dio lugar a finales de siglo, al inicio de un nuevo proceso de establecimiento de conexiones entre los distintos campos científicos, dirigiéndose hacia una reconstrucción sintética del cuadro general de las ciencias, superando el desmembramiento analítico en el que vieron envueltas (San Segundo 1992), lo que originó el surgimiento de nuevas disciplinas o “ciencias de transición”, -aquéllas que surgen en el límite entre dos ciencias-, como fruto de esa necesaria yuxtaposición de parcelas científicas, entre las que se destacan la termodinámica, la electroquímica, la bioquímica y la geoquímica.

En el siglo XX, surgen nuevas disciplinas técnicas y científicas, con mayor o menor autonomía, fruto tanto de la fragmentación especializada como de la impregnación de unos conocimientos en otros, los aportes de las perspectivas epistemológicas del marxismo, el estructuralismo, la Teoría de Sistemas, el deconstruccionismo de Derrida y los requerimientos de los proyectos espaciales de la NASA, la Agencia Aeroespacial Rusa y la inteligencia militar (San Segundo, 1992; Esteban Navarro, 1995; Gimeno,

²¹ Organización creada para dirigir el control de los profesores del Estado.

2002), tales como biología molecular, biofísica, física nuclear, ingeniería espacial, ecología, sociolingüística, epistemología, biotecnología, ingeniería genética, bioética.

Después de la segunda guerra mundial, se da el tercer período de evolución de la interdisciplina, dado que los propios problemas mundiales obligaron a su desarrollo (Pérez y Setién, 2008). El surgimiento del enfoque sistémico, puso en evidencia que los estudios multidisciplinarios no eran suficientes para suplir todas las expectativas, lo que condujo a la aparición de las investigaciones interdisciplinarias que entendían los problemas en su totalidad pero desde diferentes disciplinas. Se inició entonces en el mundo la cooperación en las áreas económicas, políticas, científicas y culturales, y, con la aparición de la UNESCO como organización de cooperación internacional se impulsó el enfoque interdisciplinario. A finales de los años 60, esta organización promovió el trabajo desde perspectivas interdisciplinarias, en aras de solucionar los problemas fundamentales del momento y para lo cual se publicaron una serie de textos "clásicos" por parte de varios intelectuales.

A finales del siglo XX, se produce una Revolución en los sistemas de información, provocado por los cambios sociales y de organización y por el cambio tecnológico, basados en la microelectrónica, los discos ópticos y la fibra óptica, que permiten enormes aumentos de potencia y reducción de costos en toda clase de actividades de procesado de información (datos numéricos, de texto, sonido o video), lo que ocasionó un cambio radical en su generación, almacenamiento, transmisión, manipulación y visualización. Los aspectos de procesado de información cambiaron a través de las tecnologías de la información, por lo que la revolución no solo impactó las ocupaciones relacionadas con la información, sino que implicó un cambio en la naturaleza del trabajo (Gimeno, 2002), dando lugar a otras disciplinas como informática, telecomunicaciones, telemática, cibernética, nanotecnología, mecatrónica y robótica.

7.2.2.2. Origen de la interdisciplinariedad

Con respecto al origen de la interdisciplinariedad, Piaget (1973), señala, que nace de dos clases de preocupaciones, unas relativas a las estructuras o a los mecanismos comunes (análisis de estructuralismo lingüístico), y otras a los métodos comunes (aplicaciones de la teoría de juegos). La interdisciplinariedad, es un compromiso con la investigación, puesto que "... nada nos obliga a dividir lo real en comportamientos,

estancos o capas simplemente supuestas, correspondientes a las fronteras aparentes de nuestras disciplinas científicas, la interdisciplinariedad no es un lujo, es la condición misma del progreso de las investigaciones; no es un producto del azar, la moda o las presiones sociales [...], es una evaluación interna de las ciencias...”.

La interdisciplina es un imperativo de la ciencia actual, que no añora la integración del saber en la unidad, sino lo contrario, una búsqueda del saber en sí, que intenta un universo estructurado de la verdad sin límites (Neira, 1985). En la medida en que se da una división del saber, por la fragmentación del conocimiento en disciplinas especializadas separadas, se bloquea el camino que debería conducir a una ciencia productiva y solucionadora de los problemas actuales, haciéndose necesaria una unión de disciplinas en el conocimiento teórico para alcanzar cierta unidad del saber, que supere su dispersión, así como una integración entre conocimiento y acción, teoría y práctica, universidad y sociedad, que permitan desarrollar la función social de la ciencia, tratando los problemas sociales concretos mediante la investigación. La interdisciplinariedad, se relaciona más con la investigación que con la práctica educativa, al buscar tanto la integración del conocimiento (aspecto epistemológico), como las soluciones para los complejos problemas de las sociedades (aspecto pragmático social). La interdisciplina resulta de la evolución de la misma ciencia, dado que hay un número de problemas frontera o límite²², que se colocan en la periferia de varias disciplinas y que precisan para su solución de métodos interdisciplinarios.

Plantea Torres (1998), que la propia subdivisión de los tradicionales campos de conocimiento en especialidades independientes, permitió un incremento cuantitativo en los niveles de productividad científica, que llevó a una excesiva fragmentación disciplinar, pareja a la división del trabajo en los sistemas de producción capitalista, a la separación entre trabajo intelectual y manual, teoría y práctica, a la jerarquización y ausencia de comunicación democrática. En tal contexto surge la interdisciplinariedad con el fin de corregir los posibles errores y la esterilidad que acarrea una ciencia excesivamente compartimentada y sin comunicación interdisciplinar, como un proceso de trabajo para enfrentar los problemas y cuestiones de cada sociedad, una filosofía que además del desarrollo de habilidades cognitivas, está asociada con la flexibilidad, confianza, paciencia, intuición, creatividad, imaginación, incertidumbre, pensamiento divergente, capacidad de adaptación, sensibilidad hacia las demás personas,

²² Problemas de urbanismo y planeación, hambre y marginalidad, desarrollo integral de una población, ecológicos o del medio ambiente, delincuencia juvenil y drogadicción, la familia como célula social, tercera edad, sistema educativo.

aceptación de riesgos, aprender a moverse en la diversidad, aceptar nuevos roles. Una forma de integración, que no impone teorías y metodologías obligatorias y totalitarias, sino que respeta discordancias y discontinuidades, desde la idea de la complejidad de la realidad como tejido heterogéneo de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, azares y determinaciones, que están inseparablemente asociados en la paradoja de lo uno y lo múltiple (Morín, 1994), donde el entramado de interacciones y contradicciones entre los distintos fenómenos es incierto y ambiguo.

La interdisciplina es un objetivo nunca alcanzado por completo (Torres, 1998), que debe ser permanentemente buscado, que enfrenta obstáculos como el crecimiento y progreso disciplinar, a partir de las fortalezas que suelen construir las diferentes “escuelas” en su interior. No es sólo un planteamiento teórico, es una práctica de trabajo en equipo, para ejercitar posibilidades, problemas y limitaciones, por lo que implica voluntad y compromiso para elaborar marcos más generales en los que cada una de las disciplinas en contacto son a la vez modificadas, pasando a depender unas de otras, estableciendo procesos de intercambio e interacción que dan como resultado la intercomunicación y el enriquecimiento recíproco y, en consecuencia, la transformación de metodologías, modificación de conceptos y terminologías, existiendo un equilibrio de fuerzas en las relaciones que se establecen.

Para Tamayo (2004), la interdisciplinariedad tiene un origen doble, *uno interno*, como exigencia al interior de las ciencias que lleva al replanteamiento general del sistema científico, su progreso y organización y, *otro externo* caracterizado por la movilización cada vez más extensa del saber, y la multiplicidad creciente de especialistas. Nace como reacción contra la especialización, y en contra del reduccionismo científico, de la “ciencia en migajas”, de la realidad de disciplinas fragmentadas, del objeto de la ciencia desplazado, donde se proyecta un vacío de valores.

7.2.2.3. Conceptualizaciones sobre interdisciplinariedad

Perera (2004) indica que en la literatura sobre el tema existe un consenso en que es imposible dar una definición de interdisciplinariedad, así quien trate de dar un concepto único sobre ella está limitando su alcance y negando su propia práctica. Sin embargo, existe también consenso en destacarla como una forma de pensar y de proceder para conocer y resolver cualquier problema de la realidad, que requiere de la convicción y

de la cooperación entre las personas. El término se usa indiscriminadamente y se vincula con cualquier reunión de distintos especialistas con el fin de analizar determinado problema, aunque esto no rebase el mero intercambio. La interdisciplinariedad no es otra cosa que la reafirmación epistemológica constante de la reagrupación de los saberes (Pérez y Setién, 2008).

Para Jáuregui (s.f), la interdisciplinariedad engloba campos de poder muy desiguales en contacto, donde se pueden identificar tres acepciones diferentes del concepto: *Versión banal*, producto de la "complementariedad" entre diferentes disciplinas, consecuencia de la necesidad de trabajar juntos abordando diferentes aspectos de una misma problemática, pero portando la convicción de que lo que las otras disciplinas puedan decir, en nada cambiará el trabajo que cada participante realiza. *Versión académica*, producto del tiempo que los investigadores pasan juntos, consecuencia de la obligación establecida por algún financiamiento concedido o que se dedican oficialmente a investigaciones "interdisciplinarias". *Como posibilidad* de verdadera co-elaboración intelectual, consecuencia de la interacción de las diversas disciplinas involucradas, cuyos resultados potenciales no son producidos aisladamente, sino a partir de un terreno común y unos conceptos fundamentales compartidos.

Para Tamayo (2004), el prefijo "inter", indica que *entre* las disciplinas se va a establecer una relación, de forma que la interdisciplinariedad no es una epistemología, sino una metodología de investigación de las comunidades científicas, que permite un mayor poder explicativo de la realidad compleja. Al incorporar los resultados de las diversas disciplinas, toma sus diversos esquemas conceptuales de análisis, los somete a comparación y enjuiciamiento para finalmente integrarlas, dando origen a estructuras de fenómenos más amplios y complejos, que al interconectarse nuevamente dan como resultado un cuadro interdisciplinario.

La interdisciplinariedad, es un conjunto de disciplinas conexas entre sí, con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. En esta metodología se comparte una axiomática común, de forma que las disciplinas se organizan en niveles o subniveles inmediatamente superiores, con objetivos múltiples coordinados hacia una finalidad común (Jantsch, 1972, citado por Tamayo, 2004). En la interdisciplinariedad hay interacción, reencuentro, cooperación entre dos o más disciplinas, en donde cada una aporta sus propios esquemas conceptuales, la manera de definir los problemas y sus métodos investigativos, desde

la simple comunicación hasta la integración recíproca de conceptos fundamentales, teoría del conocimiento, metodología, datos de la investigación y la enseñanza (Scurati y Damiano, 1974). Las múltiples interacciones pueden implicar transferencias de leyes de una disciplina a otra dando lugar a nuevos cuerpos disciplinares (Zabala, 1999).

La interdisciplinariedad en la comunidad científica y académica, representa una innovación que muchos departamentos universitarios inhiben a menudo (Becher, 2001), su principal aporte al desarrollo del conocimiento radica en que el encuentro de disciplinas ha permitido el surgimiento de nuevas ciencias cuyo objeto de estudio no se concibe como algo propio, sino como propiedad de todos, en donde cada disciplina aporta lo mejor de su campo con miras a ampliar el conocimiento sobre la realidad, superando el egocentrismo y los falsos límites. Esta relación aunque sobrepasa las disciplinas, su finalidad queda inscrita en la investigación disciplinaria de las comunidades científicas, no llegando a otras instancias como la educación, donde a pesar de los avances interdisciplinarios en la “gran ciencia”, sigue prevaleciendo una enseñanza de las CN centrada exclusivamente en la mirada segmentada de la realidad, que no permite vislumbrar ni comprender los límites explicativos de cada disciplina, sino que por el contrario muestra a cada disciplina científica como poseedora de la verdad absoluta que no admite duda ni interpretaciones *otras*.

Aunque la interdisciplinariedad como aspiración hacia la unidad del saber, ha estado presente en todas las etapas de la historia de la ciencia como se evidenció en el apartado 7.2.2.1, la intensificación actual de las relaciones entre las ciencias naturales, sociales y técnicas ha adquirido rasgos nuevos: lo que antes constituía un conjunto de episodios aislados, hoy se manifiesta como proceso ininterrumpido, que afecta a la misma ciencia, sus conexiones con la práctica y la vida del ser humano, así la esencia de la interdisciplina, no radica solo en las relaciones que se puedan establecer entre conocimientos de varias disciplinas, sino en algo más valioso que tiene que ver con la actividad de las personas que la llevan a cabo, caracterizada por la cooperación, flexibilidad, comunicación y desaparición de barreras, enriquecimiento mutuo de saberes, creatividad, ampliación del cuadro científico del mundo, profundización en los problemas de la realidad para resolverlos y exaltación de valores como solidaridad, honestidad, laboriosidad, tenacidad, respeto y confianza mutuos (Perera, 2004).

La interdisciplinariedad, es uno de los aspectos esenciales del desarrollo científico de hoy, que al fundamentarse en el enfoque integral del conocimiento y el pensamiento complejo de la realidad, hace casi imposible concebir la explicación de los problemas desde una visión exclusivamente científica, sino desde la interacción de diferentes disciplinas cuyos marcos conceptuales y metodologías afines permitan dar soluciones de naturaleza global. En estas condiciones la interdisciplina significa, ante todo, un cambio de actitud frente a los problemas del conocimiento, una sustitución de la concepción fragmentaria por una unitaria del hombre y de la realidad en que vive, un compromiso con la totalidad (Fazenda, 1994), donde las disciplinas no se niegan, sino que se relacionan dialécticamente, y se enriquecen mutuamente.

La interdisciplina, se puede entender también como la transferencia de métodos de una disciplina a otra (Nicolescu, 2006), existiendo tres grados de interdisciplinariedad: *De aplicación*, los métodos de la física nuclear transferidos a la medicina conducen a la aparición de nuevos tratamientos del cáncer. *Epistemológico*, la transferencia de los métodos de la lógica formal en el campo del derecho genera análisis interesantes en la epistemología del derecho. *Concepción de nuevas disciplinas*, la transferencia de los métodos de la matemática al campo de la física ha engendrado la físico-matemática, de la física de las partículas a la astrofísica, la cosmología cuántica, de la matemática a los fenómenos meteorológicos o los de la bolsa la teoría del caos.

La forma en que la interdisciplinariedad se manifiesta es diversa y depende de las condiciones sociohistóricas del contexto (Pérez y Setién, 2008); en ocasiones, los contactos son sencillos y de apoyo metodológico o conceptual, en otras, lleva a la aparición de nuevas disciplinas de acuerdo a los fundamentos ontológicos y epistemológicos que guían la actividad disciplinar. En las décadas de 1970 y 1980 los fundamentos ontológicos de la interdisciplinariedad tenían que ver con la integración creciente de la vida social, la socialización de la naturaleza y la internacionalización de la vida social, en el siglo XXI, nuevos elementos guían la interdisciplinariedad: unidad de análisis, hipérbole versus realidad, hecho y valor y actores del cambio social.

7.2.3. Transdisciplinariedad

La transdisciplina es una concepción reciente, una terminología joven iniciada por

Jantsch, Piaget y Morin, pero que tiene alguna raíz en la antigüedad²³ (Pérez y Setién, 2008). Como movimiento académico e intelectual se desarrolló significativamente en los últimos 15 años, a pesar de que es un fenómeno que surgió a partir de los nuevos cuestionamientos filosóficos de la ciencia del siglo XX frente al positivismo. El término como tal fue inventado como consecuencia de un movimiento internacional a favor de las investigaciones transdisciplinarias, auspiciado por la alianza entre la UNESCO y el Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires²⁴, de Francia, para expresar, sobre todo *en el campo de la enseñanza*, la necesidad de una transgresión de las fronteras entre las disciplinas, de una superación de la pluridisciplinariedad y de la interdisciplinariedad, dada la complejidad del mundo que obliga a valorar los fenómenos interconectados y en el que las situaciones físicas, biológicas, sociales y psicológicas no actúan sino interactúan recíprocamente.

La transdisciplinariedad se originó a partir de la interdisciplinariedad (Gimeno, 2002), del paso del idealismo al materialismo científico que implicó la sustitución de los rasgos subjetivos–idealistas del yo creador, por los hechos objetivos del mundo empírico, según el principio de la objetividad por el cual las ciencias deben disponerse en una sucesión lógica y enlazarse entre sí en un proceso dialéctico, objetivo e histórico, de suerte que su sucesión general refleje todas las formas de movimiento en su intercomunicación: superior e inferior, compleja y simple, general y particular. Así, desde la lógica del principio de subordinación, lo simple, lo inicial en el desarrollo, es su grado más inferior, mientras que lo complejo es lo final, el grado superior de desarrollo, excluyéndose toda ruptura y aislamiento entre disciplinas y subespecialidades. Siguiendo este proceso en la segunda mitad del XIX, se dieron las primeras clasificaciones, la teoría evolucionista de Darwin originó las clasificaciones de los seres vivos, a las que seguiría la de los elementos químicos de Mendeleiev, que luego daría lugar al estudio de la naturaleza inorgánica. A partir de la subordinación se suceden las clasificaciones químicas, biológicas y físicas, que expresan las relaciones entre los objetos de conocimiento disciplinar y su desarrollo lógico de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular, de lo inferior a lo superior.

A mediados del siglo XX, las nuevas tecnologías, los lenguajes documentales, los sistemas soportados en redes neuronales, los algoritmos genéticos, los modelos

²³ Platón en uno de sus estudios hace la siguiente reflexión: "Si encuentro a alguien que sea capaz de ver la realidad en su diversidad y, al mismo tiempo, en su unidad, ese es el hombre al que yo busco como a un dios".

²⁴Centro Internacional de Investigaciones y Estudios Transdisciplinarios, fundado y presidido por el físico rumano Basarab Nicolescu.

conceptuales de recuperación y búsqueda documental, las nuevas disciplinas técnico-científicas (intrageografía²⁵ y kinegeografía²⁶), que propenden por la unificación de las ciencias no a partir de sus caracteres intrínsecos, sino de las redes de relaciones que tejen entre ellas en el campo de los paradigmas y los métodos (Esteban Navarro, 1995), se constituyen en el fundamento del paradigma de la transdisciplinariedad del conocimiento que supera la fractura y fragmentación del conocimiento al predominar los principios del humanismo científico, sobre los criterios de verdad científica en la búsqueda de la eticidad y dignidad humana (Gimeno, 2002) y en donde las ciencias humanas y sociales se imbrican necesariamente en las físicas y naturales en una cosmovisión antro-po-físico-biológica (Morin, 1993).

La transdisciplina concierne, como lo indica el prefijo *trans*, a lo que simultáneamente es entre las disciplinas a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina (Nicolescu, 1998). Es un proceso por el cual los límites de las disciplinas individuales se trascienden para tratar problemas desde perspectivas múltiples con vista a generar conocimiento emergente (Nicolescu, 2006). Lo transdisciplinar rebasa los límites de lo interdisciplinar y tiene como intención superar la fragmentación del conocimiento, más allá del enriquecimiento de las disciplinas con diferentes saberes (multidisciplina) y del intercambio epistemológico y metodológico de los saberes (interdisciplina). No es una disciplina sino un enfoque que incrementa el conocimiento a través de la integración y transformación de perspectivas gnoseológicas distintas interesadas en definir y tratar problemas complejos.

La finalidad de la interdisciplinariedad es comprender el mundo actual, a través de la unidad del conocimiento y de una concepción de la realidad en términos interactuantes y totalizadores. La transdisciplinariedad responde a un hecho esencial y es que la interdisciplina no logra responder a la realidad integradora, que sólo se puede observar y descubrir bajo nuevas formas de percepciones y valoraciones

“... por todas partes, se es empujado a considerar, no los objetos cerrados y aislados, sino como sistemas organizados en una relación coorganizadora con su entorno; por todas partes se sabe que el hombre es un ser físico y biológico, individual y social, pero en ninguna parte puede instituirse una ligazón entre los puntos de vista físico, biológico, antropológico, psicológico, sociológico. Se habla de interdisciplinariedad, pero por

²⁵ Bosquejo de los rasgos y las regiones internas de cada disciplina, que condicionan su relación con el resto.

²⁶ Disciplina que estudia la variación y movimiento de las fronteras entre las disciplinas, a partir del análisis de los fundamentos epistémicos y sociológicos que influyen en su avance, retrasos y su capacidad directiva o aglutinadora.

todas partes el principio de disyunción sigue cortando a ciegas..." (Morín, 1994).

La transdisciplina es una nueva ciencia que no rechaza las aportaciones de Galileo, Descartes o Newton, sino que las integra en un contexto más amplio y con mayor sentido, un paradigma sistémico, que incluye tanto las cualidades emergentes del "todo", como la acción de estas sobre cada una de las partes, en una metodología de naturaleza más amplia y global que capta la riqueza de la interacción entre los diferentes subsistemas que estudian las disciplinas particulares (Martínez, 2007). Al ser una nueva disciplina brinda un conocimiento distinto al aportado por la ciencia clásica, normal y neoclásica, es una ciencia distinta "postnormal", pensada desde el reconocimiento de un mundo cambiante, dinámico y complejo, donde la realidad se presenta contingente, difusa y con altas dosis de incertidumbre (Mera, 2011).

La transdisciplinariedad es el ordenamiento articulado del conocimiento, que coordinado y subordinado piramidalmente considera orgánicamente todas las ciencias, bajo el supuesto de unidad entre diversas disciplinas que permiten interpretar la realidad y los fenómenos que se presuponen unitarios. Es un sistema de dos niveles, con objetivos múltiples cuya coordinación de enseñanza/innovación procede de un nivel superior sobre la base de una axiomática general (Jantsch, 1972, citado por Tamayo, 2004). Corresponde a la ejecución axiomática común a un conjunto de disciplinas (Scurati y Damiano, 1974), que permite la construcción de modelos utilizables y transferibles entre las diversas disciplinas, al tiempo que evita la pérdida de esfuerzos de la repetición, ya que las disciplinas toman como base común trabajos que ya fueron llevados a cabo por otras (Smirnov, 1983). La transdisciplina es el grado máximo de relación, es la integración global dentro de un sistema totalizador, que facilita la unidad interpretativa, a fin de constituir una ciencia que explique la realidad sin parcelaciones. El contacto y la cooperación entre las disciplinas son tan grandes que éstas acaban por adoptar el mismo paradigma (Zabala, 1999).

La transdisciplinariedad es una prioridad de trascendencia, una modalidad de relación entre las disciplinas que las supera (Torres, 1998). Es el nivel superior de coordinación entre diversas disciplinas, donde desaparecen los límites, constituyéndose en un sistema total que sobrepasa el plano de las relaciones e interacciones entre tales disciplinas. La cooperación es tal que puede hablarse ya de la aparición de una nueva

macrodisciplina²⁷, como en el caso de la fenomenología, el marxismo y el estructuralismo. Como macrodisciplina (Beltrán y Delgado, 1998), la transdisciplina es un concepto que trasciende en pro de un ideal de unificación epistemológico y cultural.

La transdisciplinariedad no es una nueva disciplina, pero se nutre de la disciplinariedad la cual, a su vez, se beneficia del conocimiento transdisciplinario. Las investigaciones disciplinarias y transdisciplinarias no son antagónicas, sino complementarias. Mientras la investigación disciplinaria concierne más o menos a un solo y mismo nivel de la realidad, la transdisciplinariedad se interesa en la dinámica engendrada por la acción simultánea y discontinua de varios niveles de la realidad.

Muchos ponen en duda la científicidad de la transdisciplinariedad, sin embargo Niclescu (2006) la defiende, postulando tres principios básicos que tienen su asiento en elementos extraídos de la física, pero que no contradicen la ciencia clásica, en los cuales gravita su razón de ser y le brindan fundamentos científicos:

1. **Existencia de varios niveles de la realidad:** la física clásica reconoce la existencia de diferentes niveles de realidad, en la transdisciplina se reconoce la existencia de varios niveles de realidad de acuerdo a diferentes lógicas, que se sustenta en los postulados de la física cuántica: discontinuidad e inseparabilidad. La realidad se define como un conjunto de sistemas invariantes a la acción de un número de leyes generales, que presupone la existencia de experiencias, imágenes, descripciones y representaciones con varios niveles de organización, que pueden seguir existiendo a pesar de la ruptura de las leyes.
2. **Lógica del tercero incluido:** la física cuántica considera la lógica de pares excluidos y contradictorios, para lo cual formula tres axiomas fundamentales: identidad, no contradicción y tercero excluido. Los teóricos transdisciplinarios retoman el tercer axioma y lo sustituyen por el tercero incluido: un elemento que se asocia a un par de elementos contradictorios y mutuamente excluyentes, que permite construir nuevas teorías que eliminen las contradicciones en un nuevo nivel de la realidad, en un proceso abierto y temporal, donde la nueva teoría puede reanudar contradicciones en un nuevo par a otro nivel de la realidad.
3. **Complejidad:** en la física cuántica lo complejo se da en el mundo macrofísico y microfísico asociado al desorden. En la transdisciplina la complejidad es una

²⁷ Dominio general del conocimiento, una rama amplia del saber que incluye otras disciplinas de menor amplitud (Kostina, 2005).

forma "organizada", de modo que el hombre como sistema es un ser complejo, lo mismo que la sociedad donde reside. La complejidad transdisciplinar no cuestiona la ciencia clásica en su principio de ir de lo complejo a lo simple, sino que hace énfasis en la insuficiencia de tales prácticas en el contexto científico actual. El científico contemporáneo analiza lo complejo real bajo la apariencia de lo simple y lo sistémico (Morin, 1999), donde las ideas se organizan en sistemas de ideas, de forma que cada idea concreta sólo cobra sentido en la medida en que forma parte del sistema. Cada elemento del sistema, tiene un significado que viene dado por el lugar que ocupa en la malla de interacciones y cada significación es el resultado del juego de interacciones mutuas entre todos los elementos intervinientes.

La transdisciplina es radicalmente distinta a la pluridisciplina y a la interdisciplina, dada su finalidad imposible de inscribir en la investigación disciplinar; en ocasiones se confunden ya que las tres desbordan las disciplinas, lo que resulta peligroso ya que la transdisciplinariedad sería vaciada de todo su contenido, de forma que "... la posibilidad y necesidad de una unidad de ciencia es evidentemente imposible e incomprensible dentro del marco actual en el cual miríadas de datos se acumulan en los alvéolos disciplinarios cada vez más estrechos y taponados. Una unificación de la ciencia tiene sentido sólo si es capaz de aprehender, al mismo tiempo, la unidad y la diversidad, la continuidad y las rupturas..." (Morín, 1994).

7.2.4. Otras denominaciones para las relaciones en las disciplinas

Además de las relaciones en las disciplinas planteadas anteriormente, varios autores advierten otras denominaciones a propósito de las relaciones, tales como la disciplina cruzada, la intradisciplina, la hiperdisciplina (Jantsch, 1972), la codisciplina (Palmade, 1979), la extradisciplina (Giobellina, 1997) y de relaciones entre disciplinas basadas en la globalización (Decroly, 1989; Zabala, 1999), el holismo, la transversalidad (Yus, 1997, Benavides, 2010), la integralidad y la interculturalidad, las cuales por razones de pertinencia, no se desarrollan a profundidad en este trabajo, pero sobre las cuales se puede decir -sobre todo de las dos últimas-, que por una parte representan una visión completamente diferente a la clasificación propuesta en los apartados anteriores y por otra que se constituyen en el caso de la globalización, el holismo y la transversalidad, en un obstáculo para comprender las relaciones en las disciplinas, sobretodo la interdisciplinariedad, ya que generalmente aparecen como sinónimos de la misma.

Con miras a dilucidar tal confusión se presentan a grandes rasgos las características de la globalización, el holismo y la transversalidad:

El método global o globalización del conocimiento de Decroly, es "... una modalidad natural de aprendizaje", en la cual el niño y aún el adulto perciben la realidad de forma global, como una totalidad viviente, el conocimiento se hace poco a poco, reajustando las imágenes, las ideas y las adaptaciones, por medio de correcciones en los detalles indistintos de interés que han escapado a las primeras percepciones (Besse, 1989).

En el holismo (García, 1998, 2002), hay una concepción casi mítica de la naturaleza que se asimila a un superorganismo, con una lógica antropocéntrica y estática, que no considera lo humano y lo ecosistémico organizados en procesos de continua evolución, aquí sólo se da relevancia a los procesos del macrocosmos, ignorando el meso y el microcosmos, y los problemas de escalas, jerarquías y niveles de organización consiguientes, sólo se considera el todo y lo global, más no la parte y lo local y los esfuerzos se encaminan a comprender el todo a partir de las propiedades emergentes de los sistemas, pero independientemente de las partes, sin interesarse por la interdependencia entre todo y partes. Lo holista considera el conocimiento humano como un todo, donde la búsqueda de las estructuras comunes a las unidades de información y de comportamiento requiere de un conocimiento metadisciplinar, que se construye a partir de procesos metacognitivos y de transferencia de aprendizajes de unos dominios a otros y de unas situaciones a otras, que permite resolver problemas. Un alto nivel de instrucción influye en la actuación de los individuos.

En el caso de la transversalidad, ésta tiene que ver con la multidimensionalidad del ser (Benavides, 2010), es un concepto que surge en Francia a finales de la década de 1960 y que se difunde con las reformas educativas propuestas por la ONU a través de la UNESCO, como una estrategia, para la formación integral de los individuos, que tiene como base los contenidos críticos, la pluralidad, los valores y las actitudes. Un mecanismo para atravesar el currículo desde una dimensión integral y transdisciplinar, que incluye aspectos que no se encuentran en las disciplinas y que la sociedad requiere como educación para la paz, la salud, la diferencia de sexos, y que cruza todos los componentes del mismo, conceptuales, procedimentales, actitudinales y axiológicos.

8. LAS DISCIPLINAS EN EL CONTEXTO ESCOLAR

“En reconocimiento del papel jugado por la ciencia en la liberación de los espíritus y la confirmación de los derechos del hombre, el movimiento revolucionario hace un esfuerzo considerable para introducir la enseñanza de la ciencias en la cultura general y conformar esas humanidades modernas que aún no hemos logrado establecer”. Langevin (1926)²⁸

El presente apartado tiene como finalidad mostrar las implicaciones de las disciplinas científicas y académicas y las relaciones que se presentan en ellas en el contexto de la escuela; para ello en un primer momento se presentan las características y objetivos que definen las disciplinas escolares, en un segundo momento se sustenta, desde supuestos teóricos, la posibilidad de las relaciones en las disciplinas en el contexto escolar. Se finaliza con la presentación de prácticas pedagógicas como el *currículum* y los planes de estudio como formas de legitimización operativa de las relaciones en las disciplinas de conocimiento en el contexto escolar.

8.1. Las disciplinas escolares

La noción disciplina escolar (DE), aunque parece idéntica a la de disciplina científica o académica, no presenta características semejantes, de forma que para hablar de sus relaciones disciplinares, se precisa establecer diferencias. En este apartado, se da otra mirada al término *disciplina*, desde lo estrictamente escolar, desde la diferenciación entre el conocimiento disciplinar producido y desarrollado por las comunidades científicas y el conocimiento disciplinar trabajado en la comunidad escolar.

Las investigaciones en torno a las DE no son muchas, se destacan los trabajos del inglés Goodson (1991), pero sobretudo del francés Chervel (1991), quien hace referencia a su historia en Francia, de forma muy similar a como lo hizo Becher con las disciplinas científicas y académicas: su origen, naturaleza, evolución, objetivos, importancia, componentes y características. Al caracterizar las DE, Chervel manifiesta que la descripción de éstas no puede limitarse a la mera presentación de los contenidos de la enseñanza, sino que debe tener en cuenta además la historia de la misma, la didáctica, la coherencia interna de las metodologías y la relación entre la enseñanza impartida y los objetivos que rigen su ejercicio.

²⁸ Langevin (1926, citado por Gil, D y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. *Investigación en la escuela*, 43.

Para iniciar Chervel (1991:60) señala que, aplicada a la enseñanza, la noción *disciplina* no ha sido objeto de una reflexión profunda en el campo de las ciencias humanas y en particular en el de las ciencias de la educación; las definiciones para el término oscilan entre las muy vagas "...conjunto específico de conocimientos que tiene sus características propias en el ámbito de la enseñanza, la formación, los mecanismos, los métodos y las materias" o las muy restrictivas "... la disciplina es una unidad metodológica: es la regla (*disciplina*) común para un conjunto de materias reunidas con fines de enseñanza (*discere*)". De esta forma el término no se distingue de otros como materias, contenidos de enseñanza o la noción inglesa *subject*, pero dado que el concepto *disciplina escolar* es relevante en educación y que no debe confundirse con términos semejantes, se manifiesta la importancia de revisar su historia y las condiciones en las que se impone su uso luego de la Primera Guerra Mundial.

En el ámbito escolar, señala Chervel, que el término *disciplina* y la expresión *disciplina escolar* sólo designaban, hasta finales del siglo XIX, la policía de los centros docentes, represora de las conductas susceptibles de alterar el orden y aquella parte de la educación de los alumnos que debía contribuir a ello. El concepto "brilla por su ausencia" en los diccionarios del siglo XIX, utilizándose en la práctica términos como "objetos", "partes", "ramas", "materias de enseñanza" o "facultades", para referirse a las DE. La voz como se conoce hoy, aparece en las primeras décadas del siglo XX, como un término genérico llamado a llenar un vacío lexicológico en donde abundaban diferentes significaciones. La nueva acepción de la palabra fue introducida hacia la segunda mitad del siglo XIX, por una amplia corriente de pensamiento pedagógico preocupada por la renovación de los objetivos de la enseñanza primaria y secundaria. El nuevo término se emparejó con el verbo "disciplinar"²⁹, difundándose inicialmente como sinónimo de "gimnasia intelectual", cuya finalidad es el desarrollo de la razón, la capacidad de juicio, la facultad de idear y combinar. De esta manera se pasó de la instrucción a la educación y del aprendizaje elemental a la formación intelectual.

Con el nuevo sentido de ejercicio intelectual, la palabra fue utilizada por primera vez en 1864, por Antoine Cournot "... las clases especiales de historia presentan el grave inconveniente de que se prestan mal a la determinación de tareas o deberes, que constituyen el fondo de la disciplina escolar y el verdadero medio para formar las

²⁹ Acostumbrar a la disciplina.

mentales...”. Pero fue gracias a Félix Pécaut y los artífices de la renovación pedagógica de 1880, que el término acabó difundándose como uno de los temas fundamentales de la nueva instrucción primaria. En los primeros años del siglo XX, el término comenzó a significarse como “materia de enseñanza susceptible de servir como ejercicio intelectual”, pero después de la Primera Guerra Mundial, el término perdió su fuerza característica, convirtiéndose en lo sucesivo en una simple rúbrica que clasificaba las materias de enseñanza, al margen de cualquier referencia a las exigencias de la formación intelectual: desarrollo, ejercitamiento y disciplinamiento de la mente. El término actualmente empleado es muy reciente³⁰ y aunque ha perdido fuerza, aún conserva y aporta un gran valor lingüístico, así los contenidos de enseñanza o las DE se conciben como entidades “*sui generis*”, propias de la clase, independientes hasta cierto punto de cualquier realidad cultural ajena a la escuela y dotadas de una organización, una economía propia y una eficacia que sólo parecen deber a su propia historia. Siguen además ligadas al verbo “disciplinar”, de manera que son una forma de disciplinar la mente, procurándole métodos y reglas para abordar los diversos campos del pensamiento, el conocimiento y el arte.

Con respecto al nacimiento de las DE, Chervel (1991), lo aduce a las siguientes cinco circunstancias, las cuales pueden corresponder a lo que Becher (2001) y Elzinga (1987a) han reconocido como de carácter externo y social o interno y epistemológico, como se puede observar a continuación, los dos primeros numerales corresponden al carácter externo del conocimiento, en tanto que los tres últimos al carácter interno:

1. La sociedad que rodea la escuela y la cultura en la que está inmersa la misma, imponen los contenidos de la enseñanza, de forma que en la escuela sólo se enseña aquellas ciencias que han demostrado ser eficaces en otros campos. En síntesis los grandes objetivos educativos, son los inductores de las disciplinas.
2. La necesidad de simplificación, e incluso vulgarización, para el público joven de conocimientos que no pueden proponerse en estado puro ni en su integridad.
3. Puesto que las DE se relacionan directamente con las ciencias, con los saberes, con los conocimientos técnicos vigentes en la sociedad global, su principal objetivo es posibilitar la enseñanza de los mismos, a partir de la elaboración de “algo enseñable”. La infinita diversidad de mentes, facultades, “dones”, aptitudes que los profesores descubren en el marco escolar constituyen un parámetro fundamental a la hora de establecer y fijar las etapas de una DE.

³⁰ Asegura Chervel que la expresión actual a 1991, tiene una antigüedad próxima a los sesenta años.

4. El rechazo o descarte que la escuela hace de la ciencia moderna, no tanto por la incapacidad de los profesores que no saben adaptarse a ella, sino porque su misión no se reduce a transmitir los “saberes cultos”, elaborados fuera de ella; la escuela aunque está condenada a inculcar la *ideología dominante*, no es un mero receptáculo de los subproductos culturales, que se dedica al ejercicio de las DE, es una construcción que participa de la dialéctica social y cultural en la que está inmersa, que toma, adapta, acomoda o deja pasar lo que la sociedad le propone.
5. La insatisfacción por sus métodos o el cuestionamiento de su tradición, llevan a una renovación y a una evolución permanente de las mismas. En cuanto las DE participan de la cultura y de la vida social de su tiempo a través tanto de sus objetivos como de sus profesores y estudiantes, es indispensable que los contenidos de la enseñanza se vayan transformando, aunque los objetivos educativos “permanezcan” inmutables.

La implantación de una DE, requiere de varias décadas, luego de su nacimiento viene un apogeo más o menos duradero en función de las circunstancias, para llegar finalmente a su ocaso o cambio. De esta forma los procesos de implantación y puesta en funcionamiento de una disciplina se caracterizan por su lentitud, circunspección, y seguridad. Así mismo, la estabilidad de las disciplinas constituidas, no es efecto de la rutina, el inmovilismo, la pesadez o la inercia, sino que es el resultado de un largo proceso de concertación basado en el aprovechamiento común de una considerable experiencia pedagógica. El desequilibrio interno de la disciplina causado por la falta de motivación, las circunstancias históricas del momento o las “cualidades pedagógicas” del profesor, o el éxito de la misma durante mucho tiempo evidenciado en su integración a los aprendizajes familiares o sociales, son los responsables de que una disciplina se instale, continúe, se acomode o desaparezca del plan de estudios, siguiendo la dinámica de cambios y revoluciones paradigmáticas propuesta por Kuhn.

En la evolución de las DE indica Chervel (1991), inciden otros factores como la tasa de renovación del cuerpo de profesores, un factor determinante, puesto que las nuevas generaciones de profesores tienen otras características que difieren de los más experimentados, mientras los últimos hacen esfuerzos por conservar y mantener tradiciones pedagógicas, los novicios desean hacer aún las mismas cosas de otras maneras. Dado que el sistema educativo no está protegido contra las creencias, perjuicios, errores y concepciones del mundo, la transformación social y cultural de las

poblaciones escolares también es responsable de las modificación de las disciplinas, la cultura de la sociedad pesa fuertemente en las disciplinas enseñadas, por lo que toda disciplina debe revisar su ejercicio, después de treinta o cincuenta años de funcionamiento, con miras a cambiar sus objetivos, no porque la humanidad de cada tiempo haya conseguido por fin alcanzar el reino de la ciencia, y desaparecido las ideologías y la transparencia de las cosas, sino porque las circunstancias sociales, políticas, económicas, los conocimientos, técnicas y tecnologías, los profesores y los estudiantes no son los mismos, por esta razón disciplinas tradicionalmente conservadoras no se pueden aplicar ni adaptar a los nuevos tiempos que exigen otro tipo de formación y de apropiación del acervo cultural de la humanidad.

Al intentar caracterizar las DE, Chervel aclara que las mismas están constituidas por una combinación, en proporciones variables según los casos, de diversos elementos que funcionan evidentemente en estrecha colaboración como:

- **Contenidos explícitos**, todas las DE se presentan como cuerpos de conocimientos, provistos de una lógica interna, articulados en torno de algunos temas específicos, organizados en planes sucesivos claramente diferenciados.
- **Exposición de los conocimientos**, por parte del profesor o de un manual, lo que las distingue de las demás modalidades no escolares de aprendizaje.
- **Existencia de un fenómeno de “vulgata”**, común a las diferentes DE, que incluye conceptos enseñados, terminología utilizada, ordenación de rúbricas y capítulos, organización del cuerpo de conocimientos, ejemplos empleados o tipos de ejercicios practicados, que se plagia constantemente y que también evoluciona o se transforma por una nueva, acorde con las circunstancias que se viven.
- **Diálogo intergeneracional** entre profesor y estudiante y los roles que pueden cumplir. Aunque las disciplinas puedan querer tener un carácter más liberal, de acuerdo a las teorías cognitivas sobre el aprendizaje, *no es posible fijar una disciplina en la escuela sin el ejercicio y sin el correspondiente control del profesor.*
- **Batería de ejercicios**, constituye el testimonio juvenil de una forma de acceso a la cultura y que por lo tanto permanentemente debe ser renovada para mantener el interés de los estudiantes y para la cual el profesor debe seleccionar contenidos, textos, relatos estimulantes, así como motivar e incitar al alumno para que se adentre espontáneamente en ejercicios que le permitan expresar su personalidad.
- **Aparato docimológico** para evaluar a los estudiantes, que da lugar a dos tipos de fenómenos, uno relacionado con la especialización de determinadas pruebas como

ejercicios de control y otro que tiene que ver con la influencia de las pruebas en el desarrollo de la clase y, por ende, de la disciplina.

De acuerdo a Chervel (1991), Goodson (1991) y Franklin (1991), se pueden concretar las siguientes características que definen a las DE:

- Su papel en la historia de la enseñanza y la historia de la cultura se debe a las circunstancias en que se gestaron y a su organización interna.
- No incluyen solo las prácticas docentes, sino también los objetivos que las han originado y el fenómeno de aculturación de masas que determina.
- Son un conjunto cultural muy original que se ha ido segregando a lo largo del tiempo y que funciona como una mediatización puesta al servicio de la población escolar en su caminar hacia la cultura de la sociedad global. Son entidades a las que se les propone un lenguaje de acceso para la aculturación³¹ de las jóvenes generaciones, que aunque al principio se constituye en algo transitorio, en poco tiempo adquiere su propia autonomía, convirtiéndose en un objeto cultural en sí mismo, que a pesar del descrédito que le rodea por su origen escolar, consigue finalmente introducirse subrepticamente en la cultura de la sociedad global.
- Fundamentan la función educativa de la escuela, al constituirse en creaciones espontáneas y originales, no sólo forman individuos, sino también la cultura escolar, capaz de penetrar la sociedad global, modelándola y modificándola. Los ejercicios tradicionales escolares, influyen en diversas prácticas culturales, de manera que aunque se continúen estudios superiores, lo aprendido en la “edad escolar” determina el futuro académico y social de un individuo.
- Son exclusivas de la enseñanza escolar³², por lo que cuentan con *un personal docente especial*, con centros de enseñanza adaptados para cada edad, con alumnos de “ciertos” perfiles que asisten “obligados” al centro escolar, con la ejecución de didácticas específicas para los mismos y con el establecimiento de determinadas relaciones entre profesores y alumnos.
- Son las formas de transmisión cultural que se dirige a los estudiantes, por eso tienen la particularidad de que combinan íntimamente el contenido cultural y la formación intelectual, desempeñando un papel exclusivamente formador.
- Son un dispositivo del sistema educativo, cuya función consiste en aportar un contenido de instrucción puesto al servicio de un objetivo educativo, que no se

³¹ Proceso de adaptación a una cultura, o de recepción de ella.

³² Referida exclusivamente a la educación básica, cuyos fines y objetivos difieren de la educación superior.

limita al ejercicio de las mismas. Son uno de los elementos motores de la escolarización, pudiendo encontrarse su marca en todos los niveles y epígrafes de la historia tradicional de la enseñanza.

- Intervienen en la historia de la sociedad, al preparar la aculturación de los estudiantes con determinados objetivos. Pero si se consideran por sí mismas, se convierten en entidades culturales como todas las demás, que saltan los muros de la escuela, calan la sociedad y acaban respondiendo entonces a dinámicas de otra naturaleza. Varias disciplinas que hacen parte del plan de estudios de un país, son construcciones estrictamente escolares, totalmente artificiales y astutamente ordenadas para servir a los intereses de la sociedad en el contexto escolar, pero que por difusión al entorno circundante acaban por imponerse a la totalidad de las personas como modelo social y cultural a imitar.
- Son el fruto de un diálogo secular entre profesores y estudiantes, y constituyen el código que dos generaciones han elaborado lenta y minuciosamente de común acuerdo para permitir que una de ellas transmita a la otra una cultura determinada.
- Son creaciones de la cultura escolar, cuyo fin es la perpetuación de la sociedad. Son por tanto, el precio que la sociedad debe pagar a su cultura para poder transmitirla en el marco del colegio o la escuela.
- Su funcionamiento se evidencia en la asimilación efectiva de las lecciones impartidas y la aculturación que de ella se deriva, constituyéndose en la garantía de que la palabra del profesor ha sido escuchada.
- Puesto que toda sociedad que cuenta con un aparato escolar determina con gran precisión la porción de educación que está dispuesta a confiarle, la relación de DE presentes en la escuela obedece a políticas educativas, al vaivén de las circunstancias, al capricho de las comunidades y actualmente a las didácticas y las categorías de los profesores, en función de la gran especialización que han recibido en la universidad.
- Son invenciones sociales de personas que luchan en un mundo de intereses y contradicciones, sostenidas por redes de comunicación, dotación material e ideologías.
- Son coaliciones más o menos frágilmente unidas bajo un nombre común en períodos concretos, su naturaleza responde tanto a la estructuración de los intereses materiales y del discurso como a los “diferentes climas” para la acción. Debido a la forma en que se distribuyen los recursos y se atribuye estatus, los grupos de materias se desarrollan casi siempre como “coaliciones dominantes”.

- Son el único aspecto tangible de un entramado de recursos, financiación y análisis, así como del material y los intereses profesionales asociados.
- Tienen “carreras” que dependen de los correlatos socioculturales y sociopsicológicos de pertenencia de los profesores a comunidades epistemológicas concretas.

De acuerdo a la revisión realizada en el apartado 6, sobre la noción de *disciplina*, se tiene que al compararla con las expresiones manejadas en la escuela, el término DE es una construcción muy compleja, de naturaleza ecléctica, que admite además de lo planteado por Chervel en los párrafos anteriores, lo presentado en dicho apartado. La DE se asocia con la facultad, con el ejercicio de realizar una actividad –pedagógica y didáctica-, pero también admite la noción de observancia y obediencia a leyes y normas educativas y de convivencia, la significación propia de las comunidades religiosas asociada al placer, la autoflagelación, la dedicación y compromiso con el trabajo intelectual (Weber, 1922/1957), es también un espacio de encuentro sociocultural (Elkana, 1983), donde se dan cita seres humanos de diferentes clases sociales con diversas epistemologías, ideologías, sistemas de creencias, valores y afectos; una práctica social (Morín, 2001), en donde las comunidades educativas realizan un trabajo especializado de transposición didáctica, que consiste en organizar y delimitar porciones de la realidad para su estudio desde la enseñanza y el aprendizaje (Torres, 1998), orientado por principios éticos que cuestionan y contrastan puntos de vista, relacionados con el destino mismo de la humanidad y la solución de sus problemas sociales (Gadamer, 1989/1990). La noción de DE, incluye además la visión foucaultiana, que implica la obediencia al poder, el cual determina qué saberes, verdades, metodologías, valores, afectos, creencias, normas y reglas, deben practicarse, para lo cual crea dispositivos (espacios, horarios, actividades, planes de estudio, calificaciones, manuales de convivencia) que permiten hacer cumplir, vigilar, castigar y seguir el cumplimiento estricto de los mismos.

De otra parte, se considera que si bien es cierto que las DE deben su origen a la cultura de la sociedad, también es cierto que la misma escuela o mejor el mismo docente ejercen “cierta” autonomía para decidir qué enseñar y para realizar por sí mismos la “transposición didáctica” del saber sabio propio de las comunidades científicas al saber enseñado en la intimidad del aula. En aras a desarrollar un conocimiento profesional en los docentes de carácter metadisciplinar, es necesario

dejar de lado la creencia de que los mismos son representantes fidedignos de la “gran ciencia” que transmiten verdades absolutas y únicas, para dar paso a la posibilidad de pensar al docente como un sujeto que constantemente se pregunta ¿por qué enseño lo que enseño?, y que permanentemente se cuestione sobre la propia naturaleza de lo que enseña, de forma que su conocimiento profesional sea más que sobre una disciplina científica, sobre una disciplina de enseñanza.

8.2. Relaciones de las disciplinas en el contexto educativo

Las relaciones de multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, corresponden a construcciones epistemológicas propias de las comunidades científicas y académicas, que tienen como fin último establecer conexiones de diferente nivel y grado de complejidad entre las disciplinas de conocimiento, de forma que si dichas relaciones se intentan llevar al contexto de la escuela tal vez no tengan los mismos alcances ni consigan los mismos objetivos trazados en y para la “gran ciencia”, puesto que las DE no son copia de las disciplinas científicas y académicas, tal como se estableció en el apartado anterior, habrá entonces que considerar sus implicaciones tanto positivas como negativas, para poderlas llevar a la realidad social, al contexto escolar, a los estudiantes, a los profesores, teniendo en cuenta que en la medida en que “... la naturaleza de las finalidades de la ciencia es sustancialmente distinta a la naturaleza de las finalidades educativas, los resultados no son los mismos...” (Zabala, 1999:14).

En lo que sigue se muestran las relaciones en las disciplinas abordadas en el apartado 7, pero desde lo escolar, con miras a establecer puntos de encuentro o tensiones entre lo que se presenta en el contexto de las comunidades científicas y académicas y lo que puede ser en el contexto escolar.

La **multidisciplinariedad** en el ámbito educativo, se define como la organización tradicional de contenidos, en donde éstos se presentan por materias independientes unas de otras. El conjunto de asignaturas se propone simultáneamente sin que se manifiesten explícitamente las relaciones que puedan existir entre ellas (Zabala, 1999). En esta relación las barreras entre las disciplinas de conocimiento se tornan aún más claras, en vez de ser debilitadas, en algo parecido a una mesa de negociaciones de la ONU conformada por varios países, en el que cada cual defiende sus puntos de vista pero sin tener en cuenta los demás. En la multidisciplinaria manifiestan Augusto y

Caldeira (2009) se realiza un trabajo sobre un tema en común a varias disciplinas, en la que cada una aborda una faceta del tema de acuerdo a su especialidad, utilizando lenguajes, métodos y teoría propias, pero sin una integración efectiva entre ellas.

La principal ventaja de la multidisciplinaria, es la inclusión de *varias disciplinas* en el plan de estudios de un *currículum* yuxtaponiéndolas entre sí, con el fin de que funcionen como “una totalidad”; sin embargo, su desventaja radica en que las mismas disciplinas no guardan ninguna relación interna, presentándose además “cierta discriminación” en la selección de las disciplinas que conforman el *currículum*, al privilegiar la inclusión y la intensidad horaria de las ciencias puras y exactas, de las ciencias sociales y el lenguaje a costa de las disciplinas prácticas como las artes, la cultura física, la ética, la educación espiritual, sexual, ambiental y cívica. La multidisciplinaria no lleva a ninguna transformación o modificación de las disciplinas que concurren.

Para el caso del *currículum* colombiano vigente, la multidisciplinaria es el tipo de relación que prevalece a la hora de organizar y seleccionar los contenidos escolares. El plan de estudios básico de acuerdo al Artículo 23 de la Ley General de Educación de 1994, comprende nueve áreas obligatorias y fundamentales, que fácilmente por la subdivisión interna, se convierten en quince o hasta más asignaturas; por su parte el plan de estudios de la educación media contempla once áreas de conocimiento, que por las mismas razones se amplían a dieciséis, a lo que se agregan las asignaturas propias de la educación técnica, para un total de casi veinte disciplinas, las cuales se planifican, enseñan, aprenden y evalúan indistintamente. Cada asignatura sigue la lógica disciplinar clásica, sin establecer mayor relación e integración entre las temáticas, metodologías o actividades. Se hacen esfuerzos para integrarlas, pero se termina en la metáfora de la Asamblea de la ONU, cada representante llega con su visión particular del mundo, intentando convencer a los demás que es la mejor, pero sin escuchar, comprender, conciliar o acercarse a los otros puntos de vista.

En cuanto a la **pluridisciplinaria**, su ventaja en el contexto educativo es la inclusión de disciplinas que se relacionan entre sí porque comparten un objeto de estudio en un área de conocimiento más general, haciendo posible una *integración interna* de disciplinas naturales (biología, química, física), sociales (historia, geografía, democracia, ciencias políticas), humanistas (español, literatura, escritura), artísticas (danza, teatro, canto, música, dibujo), para que funcionen como un todo; su desventaja

radica en que aunque las disciplinas agrupadas tienen características comunes, funcionan separadamente de acuerdo a su estatus epistemológico, ontológico, metodológico, práctico y social, reafirmando la división clásica entre disciplinas duras y blandas, puras y aplicadas, de primera y de segunda clase, científicas y no científicas. En el plano escolar colombiano, las áreas obligatorias y fundamentales representan un intento pluridisciplinario de integrar las disciplinas de conocimiento, sin embargo este esfuerzo implica consecuencias como las que siguen:

- Se asume que por ser CN, las asignaturas que conforman la pluridisciplina (biología, química y física), comparten la misma naturaleza y origen, fines idénticos y metodologías iguales, desconociendo que aunque compartan una generalidad cada una tiene una particularidad que la hace diferente de las otras.
- Aunque la formación de profesores de CN en Colombia es básicamente disciplinar, -salvo algunos casos-, se debe enseñar además de la especialidad de la formación las otras CN, lo que supone una serie de obstáculos didácticos, que ponen en tela de juicio la creencia de que un licenciado o un profesional no licenciado en una disciplina particular, está “naturalmente” facultado para enseñar las otras.
- Se piensa que todas las disciplinas se aprenden de la misma forma, desconociéndose que cada una es una construcción original de la humanidad, propia de cada comunidad científica, académica y escolar, que requiere de capacidades, actitudes, aptitudes, valores, intereses, habilidades, competencias y expectativas especiales. Aprender química, difiere de aprender física, las que a su vez difieren de aprender biología, mientras las primeras requieren de complejos procesos de abstracción y el uso de lenguajes simbólicos que no se relacionan explícitamente con la cotidianidad de los alumnos, la biología en muchos de sus aspectos es más cercana a los estudiantes, de tal forma que un estudiante de la básica inferior puede aprender más fácilmente contenidos biológicos que contenidos físicos y químicos que implican además de la mera observación y la experimentación *per se*, procesos lógicos, deductivos, inferenciales, argumentativos en los cuales aún no han sido formados, por lo que las mismas, entonces no son estudiadas con igual gusto o interés que aquellas que requieren menos complejidad, lo que representa un obstáculo para su enseñanza.

En el caso de la **interdisciplinariedad**, la misma en el ámbito educativo adquiere otros matices diferentes a la interdisciplinariedad académica (Ander-Egg, 1993; Fazenda, 1994; Torres, 1998; Lenoir y Hasni, 2004; Perera, 2004; Núñez, 2004; Augusto y Caldeira, 2009).

En lo que sigue se refiere en primer lugar el origen y significado de la interdisciplinariedad educativa, en segundo lugar se exponen las ideas y trabajos de cinco grupos de investigadores de diferentes latitudes (Argentina, Canadá, Cuba, Brasil y Colombia), sobre los alcances de la interdisciplinariedad en el contexto educativo, desde supuestos teóricos.

La interdisciplinariedad asociada a la educación (Klein, 2001, citado por Augusto y Caldeira, 2009), es una palabra del siglo XX, producto de la corriente de pensamiento que surgió en Europa, particularmente en Francia e Italia, a mediados de la década de 1960, "... en oposición a la exagerada especialización del conocimiento que causaba un distanciamiento entre la academia y los problemas cotidianos, al privilegiar el *capitalismo epistemológico* de ciertas ciencias como propuesta de conocimiento que incita al alumno hacia una única, restringida y limitada dirección..." (Fazenda, 1994).

La interdisciplinariedad en el ámbito educativo tiene dos objetivos fundamentales según Fernández (1994), que los intelectuales y profesionales del mañana sirvan para algo real en el mundo que viene y que los individuos adquieran los hábitos de análisis y síntesis que les permitan orientarse en la realidad en que viven. Sin embargo la interdisciplinariedad llevada a la práctica, se califica así lo mismo, a un encuentro casi fortuito o informal entre dos docentes para aplicar los conocimientos de una asignatura en otra, que a determinada actividad, quizás impactante pero puntual, con cierto nivel de relación entre disciplinas. Los intentos por integrar el aprendizaje en torno de temas o problemas más amplios representan, a lo sumo, un trabajo hecho con retazos del contenido existente donde combinar las materias en vez de integrar las ideas constituye la regla antes que la excepción (Perera, 2004).

Al hablar de interdisciplinariedad en educación, Ander-Egg (1993), justifica la razón de abordarla en este ámbito por razones como la inevitable ruptura en la unidad del saber y la creciente especialización de la ciencia, la necesidad de tender hacia la unidad del saber tras la especialización y fragmentación de los conocimientos en la última década y la fetichización del fragmento a la búsqueda de la totalidad no dividida en movimiento. Así, la interdisciplinariedad no es una fórmula ni un método, es una manera de "enfocar el tratamiento de los problemas prácticos". Se constituye como un desafío cuya realización tiene muchas dificultades, que surgen por la tradición basada en el trabajo independiente de las disciplinas, que ha llevado a niveles de especialización, que impiden el diálogo de saberes en la solución de problemas.

Para los canadienses Lenoir y Hasni (2004), la noción de interdisciplinariedad en educación, es una de las que más ha suscitado interés en investigadores de diferentes partes del mundo y son varios los que han presentado propuestas de enseñanza y aprendizaje basadas en la aplicación de la interdisciplinariedad en la escuela a nivel general y en aula a nivel específico. Ellos realizan un estudio que presenta la aportación de tres lógicas distintas sobre la interdisciplinariedad en educación, que difieren entre sí por el hecho de que su conceptualización se fundamenta en finalidades diferentes, en distintos objetos de estudio, y a que se recurre a un sistema referencial y a modalidades de aplicación también disímiles. Las tres representaciones diferentes a las que se refieren los autores son la europea francófona, la americana estadounidense y la brasilera, que se constituyen en tres formas diferentes de ver la realidad, la educación, la enseñanza y la formación de profesores. Tales visiones se han elaborado y actualizado con base en racionalidades distintas tanto ideológicas, políticas, económicas como culturales, que entran en el marco del desarrollo sociohistórico de Francia, Estados Unidos y Brasil.

En Francia, la cuestión interdisciplinar se considera sobre todo según la tradición que se elaboró a partir del renacimiento y que privilegia el desarrollo del pensamiento racional. La relación con el saber y con la disciplina científica, está dada por el cuestionamiento del significado del saber disciplinario y sus interacciones internas. Así se presentan dos clases de interdisciplinariedad, una de tipo académico, orientada hacia un trabajo de unificación del saber científico (estructuración jerárquica de las disciplinas, creación de una superciencia, metateoría o metadisciplina), o dirigida hacia un trabajo de reflexión epistemológica sobre los saberes disciplinarios que interactúa y otra de tipo didáctico que permite el análisis del significado, la pertinencia de las conexiones entre los saberes disciplinarios, la calidad de los objetos de enseñanza propuestos en el sistema escolar, así como su adaptación y adecuación a las capacidades de los estudiantes. Se hace hincapié en *saber enseñar* y se prioriza la transmisión valorada de las disciplinas escolares.

En Estados Unidos de América, la interdisciplinariedad tiene una perspectiva instrumental fundada en la idea de que lo que hace al hombre libre no es el conocimiento, sino la capacidad de actuar de manera autónoma en y sobre el mundo, una concepción en la que no se pregunta sobre el problema del significado del saber, sino sobre su utilidad operativa inmediata. Bajo esta lógica la educación tiene como fin instrumentar a los estudiantes en un doble sentido: la práctica y las relaciones

humanas y sociales, la interdisciplinariedad en el plano escolar no es la finalidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, sino un medio eficaz para la integración del desarrollo de habilidades instrumentales requeridas para “saber hacer” y el aprendizaje de normas y valores sociales para “saber ser”, con el apoyo apropiado de una tercera persona (el profesor) que actúa como mediadora momentánea que establece condiciones de aprendizaje favorables con orientaciones integradoras.

En Brasil la interdisciplina se concibe desde una perspectiva fenomenológica, que no tiene una función reflexiva ni instrumental en el saber, sino que *busca la realización del ser humano* promoviendo una concentración en el “yo” integrador, no en las relaciones entre las disciplinas y su funcionalidad. Una interdisciplinariedad introspectiva que busca respuestas a preguntas personales, y que se basa en la búsqueda del “sí” para la realización del “yo” por medio de subjetividades e intersubjetividades provenientes de interacciones fuertemente connotadas de dimensiones afectivas entre los actores sociales. En esta concepción se pone en evidencia al profesor como vector interdisciplinario, que propicia el proceso de construcción continua del individuo a partir de la introspección y de la preocupación personal, como medio de emancipación que permite a los seres humanos crecer.

En el contexto cubano, Perera (2004), señala que en la enseñanza contemporánea, y en particular en la enseñanza de las CN, es imposible pasar por alto la interdisciplinariedad, ya que ahora, como nunca antes, la misma es una necesidad objetiva del desarrollo de la actividad humana, que se manifiesta en aspectos como:

- El aumento de la complejidad de los objetos de la investigación científica.
- La naturaleza altamente compleja y variable de la propia realidad.
- La investigación científica que transcurre hoy en las fronteras o zonas de “empalme” de varias ciencias.
- El creciente proceso de integración ciencia-tecnología-producción.
- La necesidad de abordar los aspectos morales y axiológicos de la ciencia de hoy.
- La necesidad de resolver problemas globales complejos.
- La internacionalización de las investigaciones y de la producción.

La interdisciplinariedad como práctica educativa (Núñez, 2004), tiene sus bases en la internacionalización y complejización de la vida social, económica, política y cultural, uno de cuyos principales motores es el desarrollo de la ciencia y de la tecnología. La

interdisciplinariedad no es un objetivo abstracto sino el movimiento del conocimiento desencadenado por las necesidades de la actividad científica vinculada a la práctica social, por tal motivo la relación interdisciplinaria es un elemento fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje de las CN, ya que permite establecer relaciones entre las distintas ciencias cuando se van a analizar hechos de la vida diaria. La interdisciplinariedad considera la totalidad o las totalidades de las que forma parte, lo que es clave para entender el carácter sistémico de la misma y la complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje. Núñez plantea que en el ámbito educativo cubano la interdisciplinariedad se concibe como:

- La combinación ordenada de disciplinas y ciencias con un requerimiento innovador dirigido a superar un saber fragmentado (Altman, 1994).
- La condición didáctica que permite cumplir el principio de la sistematicidad de la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza y la sociedad, mediante el contenido de diferentes disciplinas que integran el plan de estudio de la escuela actual (Bermúdez y Rodríguez, 1996).
- Una manera de pensar, un hábito de aproximación a la construcción de cualquier conocimiento, que al ser método didáctico, deviene en método del estudiante, no es un diseño de contenidos mezclados en un currículo (Álvarez de Zayas, 1997).
- Una estrategia que prepara para realizar transferencias de contenidos que permitan solucionar holísticamente los problemas (Perera, 1998).
- El verdadero lenguaje de la naturaleza y la sociedad, su existencia y movimiento, reflejo de la realidad natural y social que se expresa en la enseñanza mediante situaciones de aprendizaje creadas con ese fin (Caballero, 1999).

En el contexto brasilero, Augusto y Caldeira (2009), señalan que los Parámetros Curriculares Nacionales para la Enseñanza Media (PCN-EM), presentan la interdisciplina, como una necesidad de integrar y articular el conocimiento científico y tecnológico para el desarrollo de un saber necesario para la ciudadanía y no como un privilegio de los especialistas. Una propuesta que no es fácil de llevar a la práctica porque se presentan los siguientes obstáculos:

- Profesores formados en visiones positivistas y fragmentadas del conocimiento muy específicas que no son preparados para trabajar interdisciplinariamente.
- Inseguridad de los profesores para pensar interdisciplinariamente, porque su aprendizaje se realizó dentro de un currículo compartimentado.
- Distancia de lenguajes, perspectivas y métodos entre las disciplinas de un área.

- Ausencia en las instituciones de enseñanza de espacios y tiempos apropiados para reflexionar, avalar e implementar innovaciones educativas.

Bajo ese marco de referencia llevan a cabo un estudio con profesores de enseñanza media en el que indagan sobre las concepciones previas de los mismos sobre interdisciplinariedad y los posibles efectos en la enseñanza aprendizaje de un tema específico desde esta perspectiva. Así, encuentran que la interdisciplinariedad está asociada con el agrupamiento de varias disciplinas o áreas, con puntos comunes de convergencia que permiten unificar el abordaje de diferentes disciplinas, temas, contenidos y asuntos, a través de un trabajo basado en proyectos, lo que conlleva beneficios para la enseñanza al presentar una visión general de la realidad, que integra las diversas áreas de conocimiento, aunque a través de un contacto superficial e informal entre ellas. Del trabajo realizado las investigadoras concluyen que:

1. El éxito del trabajo interdisciplinar, radica en la integración de diferentes disciplinas o áreas de conocimiento, aunque también puede ser implementado por un único profesor dispuesto a integrar contenidos de otras disciplinas con los de su área.
2. La interdisciplinariedad en la escuela puede partir de un tema amplio unificador de disciplinas, que se coloque por encima de las mismas y que permita relacionar los contenidos con la cotidianidad del estudiante.
3. Los profesores tienden a confundir la interdisciplina con la multidisciplina y siguen muy apegados a la disciplina que enseñan, a la que consideran aglutinadora de los temas interdisciplinarios.
4. En relación con los contenidos científicos, encuentran que hay
 - Dificultad para investigar por falta de tiempo, material de apoyo y recursos.
 - Trabajo excesivo y mala remuneración de los profesores.
 - Falta de comprensión del concepto interdisciplinariedad.
 - Desconocimiento del contenido de las demás disciplinas por falta de una cultura general, ya que las universidades ofrecen formación muy específica.
 - Negación a abandonar los programas y currículos disciplinares rígidos.
 - Imposición de contenidos por la Secretaría de Educación.
 - Los libros didácticos como principal fuente referencial para la práctica docente.
 - Creencia de que no todos los contenidos pueden ser trabajados interdisciplinariamente, porque no están relacionados.
 - Trabajo aislado y sin puntos de encuentro entre las disciplinas científicas.
 - Necesidad de aproximar los contenidos a la realidad.

Dado que una práctica interdisciplinar necesita de una pedagogía apropiada, un proceso integrador, un cambio institucional y una relación entre disciplinas e interdisciplinariedad, se propone que la interdisciplina en el contexto educativo debe además de lo anteriormente expuesto, considerar tres planos diferentes de acción si se quiere hacerla una realidad (Lenoir, 2001): *una interdisciplinariedad curricular, una didáctica y una pedagógica*. La interdisciplinariedad curricular se establece en el ámbito administrativo, en la construcción del currículo escolar, que define el lugar, los objetivos y los programas de cada disciplina. La interdisciplinariedad didáctica comprende la planeación del trabajo a ser realizado, aproximando los elementos específicos de cada disciplina de modo que los contenidos puedan ser más fácilmente integrados. La interdisciplinariedad pedagógica se refiere a la práctica pedagógica interdisciplinar, es decir, aquella que ocurre en el aula de clase.

En el contexto colombiano, Chona *et al.* (2009) plantean que la interdisciplinariedad en educación, aparece para responder a los problemas de organización y de optimización de la investigación de la enseñanza de las ciencias, práctica que se hace posible en la medida en que cada profesor conoce la estructura de su área y los problemas que aborda, de forma que en la interacción y la comunicación asertiva se da un acercamiento al vocabulario propio de cada disciplina para acordar propuestas colectivas e integrar principios epistemológicos que permiten construir un objeto de conocimiento desde una perspectiva conjunta, a través de la extrapolación de conceptos. La interdisciplinariedad resulta una opción más completa para los fines de una educación integral, ya que prepara al estudiante para enfrentar la realidad compleja y cambiante, y al mismo tiempo *dignifica el trabajo del profesor*, ya que permite derrumbar el currículo tradicional establecido, propiciando el desplazamiento de lo teórico conceptual del carácter disciplinario del currículo, a la posibilidad de lograr un conocimiento realmente transformador en el campo de la educación.

El grupo investigador de Chona *et al.*, al definir la interdisciplinariedad como una totalidad globalizada que permite asumir la realidad de forma sistémica y compleja a partir de un mejor tratamiento de los problemas, que redundaría en una mayor calidad y profundidad en la investigación, a partir de la interacción y cruzamiento de disciplinas, propone las siguientes maneras para abordarla en la escuela:

1. **Perspectiva filosófica:** el conocimiento es una construcción que se realiza con los

esquemas que se posee y en relación con el medio circundante, no como una copia de la realidad. La interdisciplina rompe la separación entre vida y escuela.

2. **Perspectiva curricular:** la integración de áreas propone la búsqueda de puntos de encuentro que superen la fragmentación y la dispersión del conocimiento.
3. **Perspectiva de integración:** solución de problemas a través de la integración de diversas áreas de conocimiento, en la que cada una aporta al problema desde sus marcos teóricos y se integra con los saberes cotidianos de los individuos.

Resultado de la investigación sobre currículo interdisciplinario en Bogotá, el grupo citado presenta las concepciones que un grupo de profesores han elaborado sobre interdisciplinariedad, la que se presenta como el cruce de temas entre disciplinas, que permite el encuentro e integración significativa de problemas, temas o metodologías, pero conservando la singularidad de las disciplinas, en procura de alcanzar metas comunes, desarrollo de competencias y nuevos aprendizajes de forma integral, con un objetivo principal: educar en la aprehensión del saber y el desarrollo de habilidades.

Así mismo al indagar sobre lo novedoso de la interdisciplina, se manifiesta que la misma abre la mente y la realidad se puede percibir desde otra óptica, da buenos resultados en el proceso de enseñanza aprendizaje, permite la investigación y la capacidad de relacionar, el encuentro de saberes, la innovación, el análisis y el intercambio de experiencias, saberes, metodologías e intereses. Dentro de las ventajas de esta metodología, se encontró que la interdisciplinariedad amplía la visión del mundo a partir de puntos de vista diferentes, enriquece y contextualiza el conocimiento, acerca y articula saberes y conocimientos, propicia el trabajo en equipo y permite la formación integral. Entre las desventajas que tiene este tipo de trabajo están la dificultad para ponerse de acuerdo con los compañeros, la falta de espacios y tiempos de encuentro, falta de cultura de su utilidad, al no trabajarse adecuadamente, no arroja los resultados deseados no lograr el dominio de aspectos de cada disciplina, falta de organización del trabajo, ausencia de voluntad e interés por integrarse.

La interdisciplina en la escuela es la mejor apuesta teórica de integración de contenidos tanto al interior de cada disciplina, como de unas disciplinas con otras, consecuencia del encuentro y cooperación entre conceptos de diverso origen y naturaleza. Sin embargo a pesar de que hay un consenso concluyente a favor de establecer la interdisciplinariedad educativa es difícil encontrar ejemplificadas las vías

que permitan llevarla a cabo, la práctica interdisciplinar es un desafío no exento de dificultades, donde sobran los buenos deseos pero existen dificultades objetivas y subjetivas y factores que atentan contra este trabajo según Núñez (2004) como:

- La interdisciplinariedad existe teóricamente, en la práctica sólo se encuentran algunas aplicaciones puntuales, lo que evidencia una apreciable distancia entre la interdisciplinariedad declarada en los currículos y la ejercida durante su desarrollo.
- La concepción curricular de los planes de formación de profesores no favorece la interdisciplina, los profesores no tienen conocimientos de otras ciencias y disciplinas, que les permitan proyectar y participar en proyectos interdisciplinarios.
- Poca disposición y preparación de los profesores para producir cambios y desarrollar acciones interdisciplinarias.
- Barreras administrativas y estructurales de las instituciones.

Para Núñez (2004), existen además razones como las siguientes que explican el fracaso de los intentos para relacionar las materias enseñadas simultáneamente:

- La unificación de las materias escolares está muy lejos de lograrse, en parte, por el temor de perder el aprendizaje disciplinado al dejar el estudio de las materias especializadas.
- En la práctica los intentos tienden a ser reducidos a métodos administrativos.
- Escasez de profesores competentes para enseñar interdisciplinariamente. Así mismo, los profesores encargados de llevarla a cabo no dominan las respectivas disciplinas y no captan su esencia.
- Poca confianza en los profesores a cargo de las interdisciplinas para poder lograr algún tipo de relación entre las disciplinas y poco éxito de los esfuerzos debido a la poca atención prestada a las estructuras en torno a las cuales lograr la integración.
- Falta de guías y materiales apropiados.
- La interdisciplina se ve únicamente ceñida a las relaciones entre las ciencias, ignorando las relaciones entre las disciplinas escolares y las ciencias, el fundamento epistemológico y el método didáctico, declarado por la didáctica general y las didácticas particulares.

La práctica de la interdisciplinariedad no llega a ser tan exitosa, tanto por lo considerado por los autores abordados, como porque su puesta en marcha no es lo suficientemente planeada ni organizada, se cae en la popular idea de sentido común de que toda actividad y proyecto sin importar sus particularidades, es interdisciplinar

por el simple hecho de convocar a los profesores para su difusión, sin involucrarlos en la metodología de trabajo interdisciplinar; los conceptos, los temas, los problemas se siguen trabajando desde lo estrictamente disciplinar y la mirada interdisciplinar radica en considerar el aporte de las disciplinas a su desarrollo general, sin provocar grandes cambios en la forma habitual de enseñar y aprender las disciplinas.

En cuanto a los alcances de la **transdisciplinariedad** en el campo de la educación, se tiene que la transdisciplina al contrario de la interdisciplina, apenas se menciona en la institución educativa, desconociéndose su *modus operandi* y llegándose a confundirla con la misma, lo que genera problemas a la hora de practicarla (Gustín, 1996).

La transdisciplinariedad llevada a la institución educativa, se asume como una forma de construir y reconstruir, de aproximarse a la realidad, desde la linealidad hasta la complejidad, que al no pretender eliminar las formas disciplinares de explicarla, interpretarla y comprenderla, las reintegrara y les da una nueva y distinta forma de organización. Lo que implica renunciar a las miradas objetivas, lineales y obliga a tomar distancia de lo positivo, para abordar una nueva visión desde la interacción, interrelación, intercomplementariedad, interdependencia de diferentes formas de expresión en diversos niveles de organización, en los cuales se expresa, se construye y reconstruye la realidad de forma totalmente distinta de cómo se venía haciendo. Con la transdisciplina, es posible comprender la complejidad de la educación, al abordar de manera más integradora y articuladora las múltiples realidades que se solapan en la escuela, desde nuevas forma de pensamiento, en un propósito de unir lo que está disperso (Mera, 2011).

La transdisciplinariedad en la escuela, permite responder a los problemas del entorno, a partir del diálogo pluralista, reconciliador e incluyente, del análisis crítico de la realidad desde diversos puntos de vista disciplinares, lo que permite trascender los límites impuestos por las mismas, al encontrar puntos comunes que posibiliten el cambio que la actual sociedad del conocimiento requiere, no tanto en términos de información, sino de formación de personas, capaces de integrar e interrelacionar conocimientos de varias disciplinas para solucionar problemas de diversa índole y en diferentes contextos (Romero, 2009).

8.3. El *currículum* y los planes de estudio escolares: consecuencia de las relaciones en las disciplinas de conocimiento

Todo discurso propende por un fin de hombre y de sociedad y lleva consigo como acto comunicativo intereses e intenciones particulares que legitiman el orden social en el que se construye. El discurso de cualquier índole reproduce los esquemas dominantes, crea sujetos, realidades y comportamientos, “transporta saberes que nutren la conciencias individual y colectiva” (Jager, 1999), pero a su vez produce las resistencias necesarias para cambiarlo por otro. El discurso oficial sobre el conocimiento elaborado por el Estado, tiene que ver con el conocimiento académico que se construye para ser distribuido a las instituciones educativas, que se materializa en políticas educativas y reformas curriculares que se aplican y desarrollan en las instituciones, sin embargo, tal discurso constantemente se ve sometido a procesos de resistencia entre grupos minoritarios (docentes, investigadores) que luchan por cambiarlo y transformarlo (Bernstein, 1996).

En este marco referencial, se configura el concepto de *currículum*, que como variedad discursiva del discurso imperante, hace posible al mismo en la realidad social, el orden de tal discurso sostiene el orden social, en el cual está inmerso, regulando la acción e interacción en las organizaciones (Fairclough, 1999). Para el caso de la organización escolar, *el currículum* se presenta como el eje organizador y planificador de la actividad educativa para lo cual diseña metas y objetivos, contenidos, competencias, desempeños, metodologías, recursos didácticos, tiempos y formas de evaluación.

El discurso que se construye sobre *currículum*, tiene su asiento en los tres aspectos que conforman el “sistema didáctico”, implica una concepción de *estudiante* ya como receptor pasivo, ignorante e inmaduro de conocimientos disciplinares, ya como aprendiz activo, que construye significados complejos y globales para resolver problemas cotidianos e intervenir en su realidad; una concepción de *profesor* como técnico transmisor fidedigno de verdades absolutas o como didacta que transpone los saberes académicos en saberes enseñados, de acuerdo a los contextos, creando opciones de vida a través de la enseñanza, que promueven la creatividad, el pensamiento, las aspiraciones en un mundo de múltiples y diversas posibilidades (Roa, 2011) y una concepción del *conocimiento* como algo rígido, objetivo, eterno y universal que debe ser enseñado y aprendido de la misma manera como se produce

en las comunidades científicas o como una construcción socialmente válida que se transforma, cambia e influye conforme a los problemas de las sociedades.

En el *currículum*, se puede considerar además la naturaleza humana (Chomsky y Foucault, 2003), de los actores educativos, en determinados momentos y desde la visión chomskiana, se asume a los sujetos como poseedores de facultades, competencias o potencialidades innatas, susceptibles de ser desarrolladas y formadas, pensándose que los mismos tienen concepciones previas sobre el mundo, producto de sus vivencias que pueden transformarse en concepciones más elaboradas y significativas a través del proceso de enseñanza aprendizaje; en otros momentos y desde la postura foucaultiana, se piensa, que los actores educativos adquieren conocimientos, competencias, destrezas, habilidades, actitudes, aptitudes, valores a partir de la mediación (posible y determinada por el discurso imperante) con el contexto socio-histórico-cultural en el cual viven y actúan, se piensa en la dimensión social del acto educativo, en el cual el contexto y las relaciones sociales son importantes y claves en la construcción del conocimiento.

La construcción del *currículum*, ha estado sujeta a los avatares filosóficos, epistemológicos, científicos, pedagógicos, didácticos, socio-culturales, económicos, políticos y hasta religiosos de cada tiempo y lugar y ha tenido como centro de debate, discusión y reforma sobre todo lo concerniente a *los contenidos a enseñar* en la escuela. Goodson (1991), Torres (1998), Cols (2007) y Chona *et al.* (2009) refieren en sus investigaciones diversas concepciones sobre el *currículum*. En la antigüedad se le concibió como un sistema único e integrado entre filosofía, artes y ciencias. En la Edad Media se centró en la enseñanza de las artes liberales separadas en *trivium* y *cuadrivium*. Hacia el siglo XVII, Comenio (1632), concibió un *currículum* que permitiera educar a todos, en todo y totalmente (estudio religioso, prudencia, buenas costumbres, artes, ciencias y letras. En el siglo XIX, Spencer (1860) planteó la idea del conocimiento científico como única fuente del contenido escolar y hacia finales de siglo se organizaron los sistemas nacionales de educación, con el fin de superar el problema sobre cuál era el conocimiento que debía enseñarse (Cols, 2007). Para el siglo XX, diversos intelectuales abordaron el *currículum* desde diferentes perspectivas y fines, que debe tener en cuenta la vida presente del niño y no sólo prepararlo para el futuro (Dewey, 1910), debe ser diferenciado ya que los contenidos uniformes no son posibles ni convenientes (Bobbit, 1918), debe estar basado en objetivos establecidos

según las demandas de la sociedad, las características de los estudiantes, las posibles contribuciones de los diversos campos del aprendizaje, la filosofía social y educativas, los conocimientos sobre psicología del aprendizaje, así como la posibilidad de alcanzar distintos objetivos al mismo tiempo (Tyler, 1949), en una estructura de conocimiento presentado socialmente, externo al conocedor y que está ahí para ser dominado (Green, 1971).

Como realidad social histórica el *currículum*, expresa un modo particular de relación entre los hombres y da cuenta de los conflictos entre ellos (Young, 1971), es el ámbito donde se reproducen y desarrollan todo tipo de movimientos, intereses y relaciones de dominación (Williams, 1976), por medio de contenidos escolares de carácter ideológico, que transmiten determinadas visiones de ciencia y de realidad social (Apple, 1986), susceptibles de ser cambiados desde una pedagogía emancipadora y dialógica y la participación activa del estudiante en el aprendizaje (Freire, 1980). Una construcción histórica que presupone una determinada visión del mundo, un artefacto de naturaleza social concebido por y creado para alcanzar objetivos humanos deliberados, que genera debate y conflicto por lo mismo y que se define, redefine y negocia a diversos niveles y en muchos campos (Goodson, 1991), por lo que se constituye en el área de mayor interés sociológico, ya que no solo legitima los conocimientos que una sociedad considera como válidos, sino que asigna tiempos a las diferentes disciplinas y establece sus posiciones respectivas y relaciones de poder y control social (Bernstein, 1998).

Como realidad propia de la escuela es un proyecto abierto y flexible que sólo puede desarrollarse a partir de la experimentación/deliberación de los profesores. Es el medio a través del cual el saber pedagógico del profesor se expresa, se pone a prueba y se transforma según los resultados. El *currículum* expresa, toda una visión de lo que es el conocimiento (Stenhouse, 1991). Es lo que determina lo que pasa en las aulas entre profesores y estudiantes y que permite la transformación de la enseñanza (Gimeno Sacristán, 1991), al presentarse como un elemento mediador entre profesores que enseñan y estudiantes que aprenden (Porlán y Rivero, 1998).

Teniendo en cuenta el panorama anterior, la noción de *currículum* es también una convención artificial, que de la misma manera que las nociones de clasificación, disciplina y disciplina escolar corresponden a determinadas visiones del mundo,

propuestas y legitimadas fundamentalmente por la cultura y la clase dominantes en una gran variedad de ámbitos y niveles, que en varias ocasiones ha representado una lucha entre grupos de diversa índole con intereses diferentes, un ejemplo es el referido por Franklin (1991), que al realizar la historia del *currículum* en Estados Unidos, muestra que en su desarrollo y constitución hacia 1950, al menos estuvieron implicados cuatro puntos de vista completamente diferentes: los *humanistas* defensores del currículo clásico y la doctrina de las “disciplinas mentales”; los *evolucionistas* que abogaban por utilizar el estudio del niño como medio para desarrollar un *currículum* más adecuado, los *meriolistas*³³, para los que el *currículum* era un instrumento para enmendar las desigualdades de la sociedad moderna y un grupo que propugnaba la doctrina de eficiencia social que debía evidenciarse en un *currículum* que mezclará los roles de adulto trabajador y ciudadano.

Ahora bien, en la consolidación de los planes de estudio del *currículum* se han dado diferentes tendencias para organizar los contenidos a enseñar, que llevan implícitos concepciones particulares sobre el conocimiento general y particular, el estudiante, el aprendizaje, la enseñanza y el profesor, de forma que se tienen versiones de currículos disciplinares tradicionales, integrados, interdisciplinares y transdisciplinares.

8.3.1. Currículos disciplinares tradicionales (CDT)

Son el modelo predominante entre el profesorado en activo (Porlán, 1989). Los CDT se organizan en torno a las materias escolares tradicionales, caracterizándose por la transmisión verbal de los contenidos. Constituyen un tipo de “academicismo” donde las rutinas y los principios están determinados por una combinación de saber académico enciclopédico, saber ideológico autoritario y saber didáctico transmisivo (Valbuena, 2007), de carácter dominante que beneficia no se sabe con claridad si a los grupos profesionales, a los grupos culturalmente dominantes o al capital financiero o industrial (Goodson, 1991). En estos currículos, subyacen aspectos implícitos tanto epistemológicos como metateóricos (Calvo y Cascante, 1999):

- **Aspectos epistemológicos:** epistemología de Toulmin, que define las disciplinas como procesos de innovación conceptual, procedimiento y selección de las innovaciones más aptas, por parte de una comunidad de especialistas que no

³³ Doctrina anglosajona ni optimista ni pesimista, que indica una actitud frente al mundo orientada a la esperanza de lo mejor y la voluntad de realizarlo. El Meliorismo es la posición opuesta al pesimismo. En <http://symploke.trujaman.org/index.php?title=Meliorismo>.

consideran la influencia de los valores o intereses de un determinado momento histórico social. Las disciplinas escolares deben ser un reflejo de las disciplinas científicas y académicas que permiten desarrollar seres racionales.

- **Aspectos metateóricos:** a partir de la cosmovisión del pensamiento liberal burgués de la ilustración que propendía por la confianza en la razón, la ciencia, el progreso basado en la ciencia y la educación como desarrollo de la razón, a través del conocimiento de las disciplinas científicas y la democracia representativa para la solución de problemas sociales. Responde a la lógica capitalista de fordización y taylorización del trabajo.

El CDT, apuesta por unos ideales de hombre, sociedad, ciencia y educación basados en la razón y el conocimiento verdadero, absoluto, homogéneo, abstracto, eterno y universal, que va más allá del tiempo y del espacio cuyo fundamento es el sujeto (el yo), pero un sujeto desprovisto de cuerpo y de territorio, “un sujeto sin rostro”, que nadie tiene en cuenta puesto que no tiene ninguna relación dialógica con otros seres humanos (Grosfoguel, 2006).

Los CDT en la escuela colombiana siguen imperando por la comodidad y funcionalidad que representan sus métodos, evidenciados en aspectos como los siguientes:

- Los contenidos a enseñar se planifican, organizan y enseñan siguiendo la lógica interna de las disciplinas científicas, lo que representa una economía de tiempo y de trabajo intelectual para el profesor.
- En los libros de texto editados por las casas editoriales, una comunidad de expertos ya ha realizado las transposiciones didácticas necesarias, del saber sabio al saber que el profesor necesita enseñar, por lo que no queda mucho por hacer.
- Los roles de profesor y estudiantes están completamente definidos, el primero es un portavoz activo de una ciencia y poseedor de un conocimiento verdadero, los segundos son sujetos pasivos, ignorantes y receptores del conocimiento disciplinar que sigue la lógica del discurso científico.
- La enseñanza se limita a la transmisión fidedigna de conceptos y el aprendizaje a la repetición perfecta de los mismos.
- El éxito de la evaluación radica en que el estudiante conteste correctamente a una serie de preguntas estereotipadas.
- Las disciplinas se enseñan y aprenden descontextualizadas de la realidad.
- Se basa en el disciplinamiento de los sujetos, como dispositivo de poder y control.

8.3.2. Currículos integrados transversales (CIT)

El CIT se refiere a un planteamiento curricular que no se desarrolla en disciplinas y que nace como alternativa al CDT. Se conoce también como currículo globalizado, asociado, multidisciplinar, emergente, de campo amplio. Los proyectos curriculares integrados no son nuevos, su génesis según Calvo y Cascante (1999) se remonta a los Centros de Interés de Decroly (1907), el Método de Proyectos de Kilpatrick (1918), el *Humanities Curriculum Project* de Stenhouse y colaboradores (1967-1970), el *Man: A Course of Study* (MACOS) de Bruner y colaboradores (1963-1975), la enseñanza dialogística de Freire, la propuesta C/T/S/A, el Proyecto Investigación y Renovación Escolar (IRES), las Unidades Didácticas Integradas de Torres (1998), hasta los proyectos transversales de nuestros días.

Los CIT están organizados en torno a intereses e inquietudes de la juventud y plantean el tratamiento de la compleja problemática social (ambiental, sanitaria, de consumo, política, económica, social, ética), desde nuevas formas de selección, secuenciación y organización del conocimiento que van más allá de los límites de las disciplinas (Travé y Pozuelos, 1999). Mientras la perspectiva disciplinar privilegia la lógica de cada asignatura, el enfoque integrado es el primer intento por integrar el estudio de los problemas sociales impregnándolos de los referentes disciplinares.

Los aspectos implícitos en los CIT, de acuerdo a Calvo y Cascante (1999), son igualmente tanto de tipo epistemológico como de tipo metateórico.

- **Aspectos epistemológicos:** epistemología de la complejidad de Morín, la ciencia es una empresa compleja y dinámica que admite metodologías pluralistas según la disciplina y la realidad es algo que no se puede abordar desde un solo punto de vista reduccionista, simplificado y parcelado, sino que es necesario estudiarla desde múltiples puntos de vista, puesto que los límites disciplinares impiden el desarrollo de una educación real, integral, permeada por el caos y la incertidumbre. Se reconoce el conocimiento escolar como otro tipo de conocimiento inmerso en un marco socio-histórico específico, construido por personas con intereses y en constante lucha por los mismos, de forma tal que las disciplinas escolares no son una copia o reducción de las ciencias o de la cultura.
- **Aspectos metateóricos:** inspirado en el liberalismo radical del pensamiento pragmático, que pretende borrar las fronteras entre arte, ciencia y filosofía,

presentando la idea de una inteligencia resolvidora de problemas socialmente relevantes, que dote de significado a las cosas, que reforme la sociedad en términos de democratización, solidaridad, participación dialogada. El CIT está influenciado por diferentes modelos: el toyotista de organización del mundo laboral, la sociología crítica, el marxismo cultural y el neocapitalismo.

Los CIT pueden partir de tópicos, ideas o temas de la vida cotidiana, de integración disciplinar a través de conceptos clave, períodos históricos, espacios geográficos, instituciones o colectivos humanos, relacionadas con descubrimientos o inventos (Torres, 1998), o desde las siguientes modalidades: un tema, un proyecto productivo, un problema práctico, una actividad, un relato, un tópico generador, la formulación conjunta de un problema teórico fuerte, común a varias disciplinas, que debe ser solucionado con la participación de todos los campos del conocimiento apoyándose y cuestionándose los unos a los otros (Vasco, 2000, citado por Chona *et al.* 2009:33).

Intentar sin embargo llevar a la práctica los CIT genera polémica por las siguientes razones (Calvo y Cascantes, 1999):

1. Para los defensores del CDT, la integración de varias materias escolares en una sola lección supone una reducción en los contenidos del currículo de las diversas áreas programadas para un curso. Acabar con las disciplinas conlleva a la pérdida de conocimientos propios de la disciplina científica: objeto de estudio, metodología, filosofía e historia, porque las asignaturas son fundamentales para el diseño curricular ya que organizan lógicamente los contenidos y constituyen la herencia cultural de la humanidad. Así mismo al rebasar el ámbito disciplinar de las asignaturas, se dan limitaciones por parte de los profesores, tanto a nivel conceptual como en el esfuerzo y el tiempo de dedicación.
2. Los partidarios del CIT lo justifican porque se utiliza eficazmente el tiempo, al relacionar los contenidos escolares con los saberes de la realidad cotidiana se fomentan actitudes activas hacia el aprendizaje significativo, es un instrumento para la formación permanente del profesorado que favorece el intercambio y la comunicación entre los profesores, evita repeticiones de temas y conceptos, hay un cambio en el rol del profesor *de especialista a mediador* y en el de los alumnos de receptores primarios a trabajadores en grupo, se utilizan recursos y materiales variados, se tiene en cuenta la diversidad sociocultural. "... El CIT, plantea un

punto de vista diferente, que privilegia además de la razón, la acción, el sentimiento, los valores, el contexto, la cultura, las relaciones sociales, la diversidad, la temporalidad de los sistemas explicativos, la localización epistémica, la pluriversalidad del conocimiento, el otro concreto con sus capacidades y limitaciones” (Vasco, 2000, citado por Chona *et al.* 2009).

Los CIT en el contexto colombiano según el artículo 36 del Decreto 1860 de 1994, propenden por “... la integración y relación directa de la formación académica en conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores desarrollados en las diversas áreas con la vida cotidiana y sus problemas ambientales, sociales, culturales, científicos...”, para lo cual propone proyectos de alcance transversal, que sean abordados por todas las disciplinas, de acuerdo al artículo 14 de la Ley 115 de 1994:

Artículo 14. Enseñanza obligatoria. En todos los establecimientos oficiales o privados que ofrezcan educación formas es obligatoria en los niveles de la educación preescolar, básica y media, cumplir con:

- a) El estudio y la comprensión de la constitución y la instrucción cívica [...].
- b) El aprovechamiento del tiempo libre, el fomento de las diversas culturas, la práctica de la educación física, la recreación y el deporte formativo [...].
- c) La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales [...].
- d) La educación para la justicia, la paz, la democracia, la solidaridad, la confraternidad, el cooperativismo y, [...] la formación en los valores humanos.
- e) La educación sexual [...].

No obstante que los proyectos pedagógicos son de carácter integrado o transversal, en donde deberían confluir todas las disciplinas de conocimiento, su ejercicio se hace desde la disciplinariedad, a cada área de formación se le delega la planeación, organización y ejecución de un proyecto de forma aislada y separada de las demás áreas de manera que la solución de los problemas que debería ser integral, se reduce una vez más a la mirada de una o unas pocas disciplinas.

8.3.3. Currículos Interdisciplinares (CID)

Los CID responden a la necesidad de inevitables cambios en la enseñanza, sus problemas y tendencias innovadoras, relacionados con la urgente introducción de la

práctica interdisciplinaria, por ser ésta una de las características esenciales de la actividad investigadora y del desarrollo social actual, así como la revisión y cambio de las concepciones sobre la formación de los profesores, ya que una de las premisas para lograr las transformaciones educativas es su adecuada preparación, puesto que ellos son los principales encargados de ejecutarlas (Perera, 2004).

En los dos modelos curriculares anteriores se conciben las materias como la base fundamental del *currículum*, sin ningún tipo de relación entre los contenidos de las mismas. Sin embargo, en la medida que la educación debe entenderse como un proceso que contribuya a transformar la propia realidad social y no como un mero proceso reproductor de la cultura dominante, debe basarse en la comprensión del conocimiento para su utilización en la vida cotidiana, planteando preguntas y abordando problemas que posibiliten el relativismo científico a través del diálogo y la negociación entre las diferentes interpretaciones del mundo, reconstruyendo una racionalidad adecuada para el proceso de emancipación personal y social, que ayude a profesores y estudiantes a pensar de forma autónoma y crítica, contribuyendo no sólo a disminuir las desigualdades que se generan en la vida escolar sino también las condiciones que las crean (Travé y Pozuelos, 1999).

Dadas las particularidades de la realidad actual (confusa, dinámica, incierta, glocal³⁴), el tratamiento de los problemas debe hacerse desde planteamientos interdisciplinarios y sistémicos basados en las relaciones del saber, desde la disciplinariedad o desde la transversalidad, pero siempre teniendo en cuenta la integración y la complejidad, ya que no hay soluciones simples, únicas, últimas y verdaderas. Los CID proponen un modelo educativo que rechaza la fragmentación curricular de las materias, la incomunicación entre ciencias y saberes, el exceso de especialismos que dispersa y distorsiona la realidad, la manipulación y uso intencional y sectario de la cultura, desde un enfoque basado en la conjunción de distintas perspectivas relacionadas entre sí, que permiten participar conscientemente en las comunidades locales, teniendo presente sus repercusiones en lo nacional y lo internacional.

El CID es una forma que permite la práctica de la interdisciplinariedad (Álvarez, 1999), al contemplar en su diseño los “interobjetos”, “problemas límite” o “nodos interdisciplinarios” que se pueden abordar desde el punto de vista de varias disciplinas

³⁴ Expresión que hace referencia a pensar globalmente y actuar localmente, superando la óptica reducida y simplificadora del localismo y el aspecto difuso del generalismo.

y de acuerdo con las capacidades diversas de profesores y estudiantes, a través de actividades caracterizadas por su carácter realista y abierto, su naturaleza compleja, el trabajo colectivo, la utilización de múltiples fuentes de áreas distintas, el empleo de procedimientos y recursos complejos y diversos. Su práctica en la escuela representa las siguientes ventajas (Perera, 2004):

- Formar grupos pedagógicos en la institución escolar.
- Adquirir visiones más generales de la realidad, para situar y vincular problemas.
- Transferir conocimientos y métodos a marcos disciplinares más tradicionales.
- Aplicar conocimientos, métodos y procedimientos aprendidos para detectar, analizar y resolver problemas nuevos.
- Aumentar la motivación al abordar temas interesantes.
- Formar en hábitos de búsqueda de nuevos saberes, independencia y creatividad.
- Contribuir a la formación ideológica y de valores.
- Un nuevo estilo de relaciones interpersonales entre sujetos, el profesor no sólo enseña y dirige, sino que acompaña al otro en la construcción de conocimiento y el estudiante asume el rol de sujeto activo de su aprendizaje.

Para llegar a un currículo que posibilite la interdisciplinariedad, se precisa de un conjunto de condiciones de acuerdo a Ander-Egg (1993):

- Que cada profesor participante tenga una “buena” formación en su disciplina.
- Que todos los profesores tengan un real interés para llevar a cabo una tarea interdisciplinaria, y no tan solo por cumplir una formalidad impuesta por otros.
- Que los estudiantes se encuentren motivados para realizar un trabajo de esta naturaleza, lo que requiere del entusiasmo de los profesores y de su capacidad para proponer un tema lo suficiente atractivo e interesante.
- Que todos los profesores interioricen los aspectos sustanciales que comporta una concepción y enfoque interdisciplinario.
- Que como tarea previa se elabore un marco referencial en el que se integren, organicen y articulen los aspectos fragmentarios que han sido considerados desde cada una de las asignaturas/disciplinas implicadas, que permita una adecuada coordinación y articulación.
- Elegir un tema interdisciplinario pedagógico, teniendo en cuenta que profesores y estudiantes no son científicos.

- No partir del supuesto de que hay que integrar todas las asignaturas, sino solo aquellas que puedan aportar de manera significativa al tema o problema escogido.
- Realizar una metodología de varias etapas: lectura introductoria, discusión del marco referencial común y del enfoque para perfilar los grupos de estudiantes que trabajaran los temas concretos conforme a intereses y capacidades.

Los CIT como metodología de enseñanza propenden por una integración conceptual de diferentes tipos, que permite un aprendizaje significativo al tener en cuenta ideas, procesos, metodologías, actividades y tiempos de encuentro, sin embargo en la práctica como forma de relación entre las disciplinas de conocimiento no supera lo esencialmente básico, lo temático, lo cotidiano, el contexto inmediato, lo integral, lo fáctico, dejando de lado aspectos como la complejidad y la sistemicidad de la realidad y del conocimiento, no logrando además superar la especificidad de las disciplinas, al no permitir establecer sus límites explicativos.

En la práctica los CIT, son confundidos con la integralidad y la transversalidad, cuando no caen en la multidisciplinariedad, atentado contra sus principios fundamentales. Aún cuando muchos de los contenidos interdisciplinarios acordados en los equipos de profesores o propuestos en las políticas estatales, se abordan en las materias de enseñanza, el trabajo no se realiza desde todas las áreas y disciplinas del plan de estudios, principalmente porque sigue imperando tanto la supremacía de unas disciplinas sobre otras, como el celo profesional que lleva a defender el tratamiento de los contenidos exclusivamente desde la disciplina de formación académica, lo que lleva a reducir la interdisciplina al mero encuentro fortuito e informal de disciplinas.

8.3.4. Currículos Transdisciplinarios (CTD)

En el caso de los CTD, su principal aporte radica en la puesta en práctica de los tres pilares transdisciplinarios, que conlleva a considerar la complejidad como método no tanto para conocer, sino para comprender la realidad desde diferentes niveles de explicación, que considera la participación inclusiva de diversos actores con epistemologías y cosmovisiones así mismo diferentes, sobre la(s) realidad(es). El CTD incluye y organiza tanto los conocimientos como los saberes, con miras a integrarlos y complementarlos, guardando no obstante la precaución de no negar el conocimiento socialmente válido, construido por las comunidades académicas, ya que la

transdisciplinariedad necesita de las aportaciones científicas y cotidianas, por lo que en función de la temática objeto de estudio, reconoce y valora igualmente otros contenidos no necesariamente académicos, para una formación integral y emancipatoria, sin despreciar el valor de las disciplinas, sino más bien colocando al conocimiento científico como otro más y no como el máximo absoluto, difuminando las fronteras de las áreas tradicionales y conectándolas con la realidad (Yus, 1997).

El CTD asume en primera instancia que la ciencia es un medio para comprender los problemas de la sociedad y nunca un fin en sí mismo, en segundo lugar sostiene que los objetos de estudio no tienen por qué ser los problemas científicos, sino los problemas socioambientales reales y cotidianos que la sociedad, los profesores y los estudiantes consideren relevantes, que resultan más interesantes, porque estimulan la curiosidad, la búsqueda de información, la construcción de nuevos conocimientos.

El CTD considera también la multiculturalidad, tanto por su tendencia al crecimiento, como por la diversidad de culturas implicadas en el flujo migratorio entre las diferentes naciones del mundo, por lo que plantea la necesidad de revisar los contenidos que se enseñan, para ampliar y diversificar las experiencias y formas de entender, observar y explicar la naturaleza y la tecnología, al tener en cuenta las aportaciones de otras culturas diferentes a la occidental, la secuenciación de contenidos de acuerdo al trasfondo cultural, los estilos de aprendizaje de los estudiantes y la importancia de lo multicultural en el mundo globalizado, que permita comprender las relaciones entre los fenómenos naturales, sociales y culturales (Carmen, 2010b).

A pesar de las aparentes bondades de los CTD, su aplicabilidad en el aula colombiana está por desarrollarse, por dos razones principales, una, porque el concepto como tal en sus pretensiones teóricas resulta paradójicamente complejo, confuso y utópico y, otra, porque llevar a la práctica los principios transdisciplinares, conlleva ir más allá o tal vez desligarse de la linealidad disciplinar, lo que origina diverso tipo de tensiones relacionadas no solo con los contenidos conceptuales y procedimentales a enseñar, sino con los otros contenidos actitudinales, axiológicos, espirituales, sociales y culturales susceptibles de ser enseñados, que implican reconocer la existencia de una realidad compleja con diferentes niveles de organización que permite diferentes formas de explicación, situación que se opone a la mirada disciplinar que solo acepta un punto de vista universal, objetivo y verdadero.

De la misma manera otros factores como la oposición por parte de los defensores del *curriculum* tradicional, las políticas educativas estatales de conveniencia o presión social que cambian constantemente a merced de los factores económicos y sociales, la resistencia y falta de motivación de los mismos profesores a desarrollar otras metodologías por la comodidad y funcionalidad que representan las que ya conocen, la falta de recursos didácticos diferentes a los libros de texto escolar, el inadecuado equipamiento de los centros escolares, el poder disciplinario que sólo concibe el orden, la obediencia y la sanción como dispositivos de control en la escuela y la demanda del sector productivo, dificultan la puesta en marcha de la transdisciplinariedad.

9. LA METADISCIPLINA: otra forma de vinculación de las disciplinas

“Se piensa en términos de formación integral de los alumnos y en el desarrollo de sus capacidades básicas, pero en la intervención concreta se da información de manera parcelada para el aprendizaje progresivo de las disciplinas científicas. Se concibe a los alumnos como futuros ciudadanos que han de resolver problemas globales, pero se actúa como si fueran a ser, exclusivamente expertos que resuelven problemas disciplinares”. Porlán y Rivero (1998)³⁵.

El presente apartado aborda la metadisciplina desde cuatro puntos de vista, en primer lugar se expone la metadisciplinariedad como una forma diferente de relacionar las disciplinas, luego se aborda la idea del Conocimiento Escolar como metaconocimiento dada su naturaleza particular, posteriormente se presenta la hipótesis del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, como conocimiento metadisciplinar que rebasa las posibilidades de lo disciplinar y por último se discute la posibilidad de pensar la didáctica como metadisciplina de conocimiento.

9.1. La metadisciplinariedad

Es la etapa superior a la interdisciplina que consiste en un planteamiento epistemológico donde se intenta superar todo entrecruzamiento e interrelaciones entre disciplinas; al borrar los límites entre ellas construye una nueva instancia científica que está más allá de cada una de las disciplinas, siendo la única relación que logra lo *inter* (Piaget, 1979). Su base teórica se sustenta en la psicología de la Gestalt³⁶ (Genovese y Podestá, 2002) de forma que en la metadisciplina la realidad no está organizada de la misma manera que las disciplinas de la ciencia, las cuáles se consideran sólo como puntos de vista que deben manejarse integradamente.

La metadisciplina, es un concepto cercano al de transdisciplina, que no pretende explicar la forma de vincular las diferentes disciplinas, es decir, no implica ninguna relación entre ellas, sino que es una manera de concebir o ver el conocimiento prescindiendo de las estructuras disciplinares. Es una forma de acercarse al conocimiento, una filosofía, punto de vista o perspectiva sobre cualquier situación u objeto, que intenta desprenderse de la servidumbre o de los condicionantes *a priori* de

³⁵ Porlán, R y Rivero, (1998:78). *El conocimiento de los profesores*. Capítulo 2. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 9. Sevilla: Díada Editora S.L.

³⁶ La realidad es percibida en su totalidad, como forma o configuración global y no como mera suma de sus partes constitutivas aisladas.

unas disciplinas que son el fruto de la fragmentación irreal del saber (Zabala, 1999).

La metadisciplinariedad ha sido conceptualizada por Bertalanffy (1968), en términos de conocimiento metadisciplinar lo que implica una clara convergencia conceptual, de tal forma que disciplinas diferentes pueden presentar conceptos generales muy similares, por ese motivo es de suma importancia buscar los principios subyacentes a los diferentes conocimientos y contar con *generalistas* que hagan tal trabajo. El desarrollo de estructuras cognoscitivas generales y de gran poder estructurante diferencia a los genios de los que no lo son:

“La diferencia fundamental entre los genios y nosotros los mortales corrientes estriba en que los genios han estructurado sus conocimientos en la memoria a largo plazo de forma que puedan trabajar con grandes “trozos”, o sea, potentes conceptos, principios o teorías. Su poder creativo procede de su capacidad para utilizar conceptos y proposiciones de “orden superior” al procesar las informaciones nuevas y de una inclinación emotivo para hacerlo” (Novak, 1991, citado por Porlán y Rivero, 1998).

Hablar de conocimiento metadisciplinar implica así mismo, considerar los siguientes elementos (Rivero, 1996; Porlán y Rivero, 1998):

1. Conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos disciplinares y el análisis histórico, sociológico y epistemológico de los contenidos: evolución de paradigmas, obstáculos epistemológicos, interacciones Ciencia-Ideología-Sociedad.
2. Cosmovisiones ideológicas³⁷ que determinan sistemas de ideas que orientan el para qué y el porqué de las decisiones que se toman tanto en el ámbito científico, como en el cotidiano o en el escolar, ya que la ciencia no es una actividad neutra.
3. Cierta ontología, que supone la existencia de entes complejos, que pueden describirse mediante nociones que son comunes a diversas disciplinas y que poseen un fuerte carácter estructurador de los diferentes campos de conocimiento, desde metodologías transversales y transdisciplinares.

La metadisciplinariedad de esta forma, corresponde a un conjunto de perspectivas que permiten *conocer el conocimiento*, desde una visión global, no fragmentada, por lo que supone un alto grado de integración analógica de conceptos provenientes de otras parcelas del saber, de integración interdisciplinar que origina nuevas disciplinas y de

³⁷ “Las ideologías científicas son sistemas explicativos cuyo objeto es hiperbólico, en relación con la norma de cientificidad que se aplica en el medio de origen. En el campo en el que acabe erigiéndose una ciencia, siempre hay una ideología antes que la ciencia” (Canguilhem, 1977, citado por Astolfi 2001:90).

integración generalista que a partir de criterios de homología, demuestra que todos los sistemas tanto físicos, biológicos o sociales comparten dimensiones y categorías comunes (Porlán y Rivero, 1998).

El conocimiento metadisciplinar es también un conocimiento académico, en tanto que organizado, pero distinto al de otras disciplinas, que permite el análisis crítico del resto de conocimientos formalizados, con su concurso se pueden distinguir diferentes tipos de conocimientos, de paradigmas y, sobre todo, de presupuestos epistemológicos y ontológicos que están insertos en las teorías y métodos con los que operan las disciplinas (Rozada, 1996, citado por Porlán y Rivero, 1998), por lo que participa de las perspectivas constructivista, compleja, multidimensional, diversa, sistémica y crítica de la realidad, que permiten concebir al conocimiento no como algo absoluto, estático y aditivo, sino como algo relativo y evolutivo, que se puede estructurar a partir de conceptos generales.

En la medida en que los alcances de la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza, no van más allá de los aportes de algunas disciplinas (ecología, marxismo, estructuralismo), no existe ningún conocimiento científico capaz de atender, por sí solo, las exigencias de una intervención global en la realidad del aula de clases (Zabala, 1999). Ante esta situación emerge la metadisciplinariedad como una propuesta para el contexto educativo, como una opción, una manera de mirar, una “caja de herramientas”, una acción para acercarse a los objetos de estudio y a la realidad compleja desde lo global, intentando reconocer su esencia y alejándose de las limitaciones parciales que constituyen los marcos explicativos de cada una de las disciplinas. La metadisciplina considera la relevancia y la inclusión de diferentes contenidos en el curriculum y en los planes de estudio, sin importar su procedencia estrictamente científica o académica, en la medida en que las disciplinas no son el punto de partida sino el medio del que se dispone para conocer la realidad, se les considera instrumentos para conseguir los objetivos que se pretenden alcanzar.

Situar la metadisciplina en el ámbito escolar, requiere considerar dos perspectivas, una relacionada con el Conocimiento Escolar, que se abordará en lo que sigue y otra que tiene que ver con el Conocimiento Profesional del Profesor que se tratará luego.

9.2. El conocimiento escolar como metaconocimiento

Para comenzar, se defiende la idea de que la escuela es tal vez uno de los pocos lugares en los que converge variedad de situaciones y de personas de diferentes clases sociales, con formas diversas de ser, pensar, hacer, decir, sentir, ver y concebir la realidad; es el caldero donde confluyen y se mezclan culturas, religiones, personalidades, estilos de vida, conocimientos, tradiciones, formas de crianza, proyectos de vida variopintos que lentamente se conjugan para originar algo distinto a lo conocido. "... La escuela es el lugar que posibilita el encuentro de conocimientos y de saberes, donde se puede generar nuevos sentidos que potencien la creatividad y la crítica como capacidades imprescindibles para desmontar lo obvio [...], para descubrir las diferentes vetas de significados capaces de interrogar la cotidianidad y llevar a comprender que es posible otro mundo y otras formas de vivir y relacionarse con el conocimiento..." (Ghiso, 2012:13,14).

Así las cosas se pone de manifiesto que en el contexto escolar se encuentran dos visiones del mundo, una cotidiana y una científica (García, 1998):

1. **El conocimiento cotidiano (CC)**, conocimiento que configura las ideas que tienen los sujetos, que se ha construido a partir de sus experiencias vividas en el entorno inmediato, los estereotipos sociales adquiridos, las ideas transmitidas, las creencias; supone una aproximación muy simple al mundo, que no capacita a las personas para gestionar su vida y su entorno pero que determina, en gran medida, las ideas que tienen los sujetos sobre la realidad, así como las creencias que se manifiestan en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Es el conocimiento común sobre los fenómenos naturales adquirido por la mayoría de las personas en la vida diaria y en las primeras etapas de escolarización, antes de llegar a un estudio más sistemático de la ciencia (Reif y Karkin 1991, citados por García, 1998).
2. **El conocimiento científico (Cco)**, conocimiento científico y tecnológico organizado en disciplinas tradicionales que presentan un carácter fuertemente absolutista, reduccionista y fragmentado de la realidad.

En este contexto particular las disciplinas científicas y académicas por procesos de transposición didáctica penetran y se transforman en disciplinas escolares que a través de su evolución configuran un conocimiento epistemológicamente diferenciado y situado de las demás formas de conocimiento, el Conocimiento Escolar (CE). Este

tipo de conocimiento desempeña un papel fundamental en la transición del conocimiento cotidiano, hacia una perspectiva más sistémica de la realidad, que permite descentrar, relativizar, interpretar, intervenir, controlar el propio conocimiento y su aplicación en la resolución de problemas y que se caracteriza por (García, 1998):

- Suponer una mejora del conocimiento cotidiano a partir de la integración de aportaciones de muy distintas formas de conocimiento.
- Ser una apuesta didáctica para cambiar la escuela en su forma actual.
- Considerar la naturaleza cultural, social e ideológica de los contenidos escolares.
- Incorporar otros enfoques alternativos al tradicional para la enseñanza de los contenidos que superen lo lineal-reduccionista y la falsa neutralidad de la ciencia.
- Integrar otras formas de conocimiento que enriquezcan el Conocimiento Científico desde la perspectiva de la continuidad entre las diferentes formas de conocimiento, lo cotidiano, lo científico, lo simple y lo complejo y desde un *enfoque mediacional*, que integra lo reduccionista-atomista con lo holístico-organicista, donde es posible la existencia de principios y mecanismos específicos que guían la construcción del conocimiento en distintos dominios –o disciplinas-, que no invalidan, la existencia de mecanismos generales, de forma que se considera tanto el todo como las partes y tanto la unidad como la diversidad de conocimientos
- Propiciar una modificación de las didácticas, que permita cambiar las interacciones que se dan en la escuela, así como superar la discontinuidad, la compartimentación rígida, general y descontextualizada propia de las disciplinas.
- Dotar a las personas y los grupos sociales de una visión de conjunto del mundo que les permita comprender, juzgar e intervenir la realidad en que viven, de manera responsable, justa, solidaria, democrática y respetuosa.
- Presentar el conocimiento a los profesores, de una forma ideológicamente no neutral, donde la construcción social del mismo se da por procesos de conflicto, debate, negociación y consenso.
- Girar en torno de los contenidos escolares que se identifican por (Carmen, 2010a):
 - a) La confluencia de las relaciones entre el conocimiento científico y el cotidiano.
 - b) No reducir las ciencias de la naturaleza a la física.
 - c) No reducir las ciencias sociales a las ciencias naturales.
 - d) Aceptar la existencia de conceptos, problemas, tecnologías y saberes, de muy difícil ubicación en la clasificación tradicional, que sólo se pueden estudiar desde la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la metadisciplinariedad

y que cuentan tanto con un fuerte componente de conocimiento cotidiano como con las aportaciones del conocimiento científico.

- e) Oponerse al reduccionismo fiscalista, que no diferencia los entes físicos de los biológicos o geológicos y que al no considerar su contexto y su historia, impide una adecuada interpretación de sus propiedades o cualidades.
- f) Aceptar en su génesis, construcción, desarrollo y definición precisa y clara las perspectivas sistémica, y compleja y la interacción con otros conceptos.
- g) Tener como primer punto de referencia para su determinación, los problemas socioambientales cotidianos que afectan la vida de las personas, que por ser de carácter abierto son muy diferentes a los problemas científicos, no siendo susceptibles de ser tratados y solucionados por el método científico tradicional, sino por otras formas de conocimiento.
- h) Tener un orden, selección, secuenciación y forma de presentación justificados que permitan hacerlos comprensibles y significativos.
 - i) Ser complejos.
 - j) Presentar obstáculos epistemológicos.
- Revisar el papel de la ciencia en la determinación de los contenidos escolares, no tanto para sustituir el CC por el Cco, sino como un medio para democratizar su uso social y político.
- Mediar la clase de cosas que se enseñan en los cursos de ciencias, con la clase de ciencia que se puede leer en el periódico o ver en la televisión, de forma que se pueda debatir el uso actual y futuro del conocimiento científico (Hunt, 2006).

Los elementos anteriores dan muestras de las diferencias del CE con respecto a las otras formas de conocimiento, que lo constituyen en una construcción exclusiva de la cultura escolar que toma distancia tanto del conocimiento de las comunidades científicas como del conocimiento cotidiano de la vida diaria. Ésta situación permite pensar que sólo desde la perspectiva del CE es que puede llevarse a la práctica la metadisciplinariedad, en la medida en que el mismo rebasa los límites impuestos tanto por el conocimiento científico agrupado en las disciplinas académicas, como en el conocimiento cotidiano expresado en los diferentes saberes.

9.3. El Conocimiento Profesional del Profesor como conocimiento metadisciplinar

Comenzar a hablar del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC) como metaconocimiento, implica tener en cuenta a grandes rasgos las finalidades de la actividad docente, ya que existe un prejuicio tradicional de que se “nace educador”, de que se es profesor “por la gracia de Dios”. Muy a menudo la gente imagina que para ser un buen profesor basta con tener talento o conocimientos (Compayré, 1994).

“... La habilidad y la maestría en pedagogía se adquieren con grandes esfuerzos, es necesaria una larga práctica, el ejercicio, la experiencia adquirida incluso gracias a los errores que se cometan, y al mismo tiempo un trabajo continuo de reflexión y de estudio filosófico de las leyes de la educación. El educador, debe preparar su inteligencia y su corazón por medio de la meditación, de la reflexión y de la investigación, para estar en disposición de concebir, de sentir y de juzgar convenientemente los casos particulares y los casos especiales que le esperan en la carrera de la enseñanza...” (Herbart 1806/1835, citado por Compayré, 1994:33).

Para Carmen (2010a), el trabajo de los profesores corresponde a dos referentes claros, uno, relacionado con la selección cultural que cada sociedad mediada por los centros de poder, considera necesarios para vivir e integrarse plenamente a ella, que se concreta en el *currículum* oficial; y el otro, que implica una responsabilidad con los niños y adolescentes que le son confiados para que desarrollen, mediante una *orientación experta*, los aprendizajes esenciales para vivir, progresar, trabajar y ser felices y libres en el lugar y momento histórico que les ha tocado vivir. Esto conlleva a que la profesión docente tenga una importancia que va más allá de las habilidades o facultades concretas que se posean como individuo, es necesario contar con un tipo específico de conocimiento no innato, ni ligado necesariamente a la vocación, que corresponde a procesos de formación que por su naturaleza y características redundan en un mejor desempeño profesional.

En el contexto colombiano el profesor es en definitiva

“... la persona que tiene a cargo la enseñanza y como tal actúa como posibilitador de la transformación intelectual, afectiva y moral de los estudiantes, y como mediador de toda información que conduce a la percepción del estudiante como individuo y como

grupo. [...] El profesor es un trabajador y comunicador de la cultura, del saber social (científico, tecnológico, pedagógico y didáctico), intérprete de las necesidades del estudiante y orientador del joven en su propia formación...” (MEN, 2004:74)

En un sentido más restringido se tiene que “... el profesor de CN es privilegiado dentro de los profesores, es el encargado de despertar el interés de sus estudiantes por las maravillas de la naturaleza y desarrollar su capacidad de asombro frente a ellas...” (Dougnaç, 1989:6), es quien forma a los estudiantes para que lean el mundo con las lentes de la ciencia (Guevara, 2012). En la educación básica primaria y secundaria el profesor de CN induce a los niños y adolescentes a educar su mente en forma lógica e integrada y a satisfacer sus curiosidades innatas en lo referente a la naturaleza (Dougnaç, 1989), ya en la educación media tienen además que ver con la motivación de los estudiantes hacia la escogencia de carreras relacionadas con las ciencias biológicas, químicas o físicas (Olvera, 2012).

De este modo su responsabilidad en la enseñanza de las CN tiene que ver con los siguientes objetivos según lo planteado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2004), Olvera (2012) y Guevara (2012):

- Ampliar y profundizar los conocimientos previos con los que cuenta el estudiante sobre los mecanismos que rigen la vida, el entorno y el cuidado de sí mismo.
- Ofrecer una explicación de los fenómenos naturales y sus repercusiones socioeconómicas y ecológicas a través del conocimiento y el análisis de la estructura de la materia y la energía.
- Fomentar la curiosidad, el espíritu investigativo, la creatividad y el trabajo en equipo para proponer soluciones a los problemas de la realidad.
- Conectar la enseñanza académica con el entorno sociocultural.
- Formar en valores éticos y sociales de la ciencia.
- Motivar a los estudiantes a construir conocimiento sobre el mundo natural, desde el pensamiento crítico, la incertidumbre y la apertura mental.
- Educar para el ejercicio de una vida responsable ante el medio ambiente, para el ejercicio de una vida pública informada y responsable para la sociedad y tolerante con la diversidad.
- Crear comunidades con lazos de solidaridad, sentido de pertenencia y responsabilidad frente a lo público y lo nacional.

De igual modo, algunos de los aspectos abordados en los apartados precedentes, dan cuenta entre otras cosas, que uno de los requisitos necesarios para llevar a cabo en la práctica currículos alternativos a los tradicionales disciplinares, está relacionado con el conocimiento de los profesores, puesto que elaborar e implementar prácticas interdisciplinares, transdisciplinares y metadisciplinares en la escuela "... exigen de un profesor con una postura diferenciada, ya que planear, desarrollar y realizar un acompañamiento continuo, presupone una figura docente reflexiva, con un bagaje cultural y pedagógico importante para poder organizar un ambiente y un clima de aprendizaje coherentes con una filosofía subyacente a este tipo de propuesta curricular..." (Torres, 1998:124).

Sin embargo, existe una deficiente preparación diferente a la estrictamente disciplinar de los profesores de CN en Iberoamérica, de acuerdo a los resultados del Diagnóstico sobre la Formación Inicial y Permanente del Profesorado de Ciencias y Matemática en los Países Iberoamericanos realizado en Madrid en 1994. En tal estudio se concluye que "... se revela una estructuración de la formación del profesorado como un modelo sumativo de saberes específicos (de la materia a enseñar) y conocimientos generales sobre psicología y pedagogía, pensando quizás que la integración entre ambos se va a producir de manera espontánea..." (Carrascosa, 1994:15).

Intentar cambiar tal perspectiva, hace necesario pensar que el CPPC no puede ser ni estrictamente disciplinar, ni tampoco de carácter multi y pluridisciplinar, propongo ha de ser de naturaleza interdisciplinar, transdisciplinar o metadisciplinar. En lo que sigue se analizará el CPPC desde las relaciones en las disciplinas de conocimiento.

Un conocimiento del profesor *de tipo disciplinar*, implica pensar en el mismo como un portavoz de la ciencia, poseedor de un tipo de conocimiento que se reduce a tener disciplinas puras, abstractas, muy trabajadas, perfectamente acabadas en cuerpos de conocimiento encerrados en programas y libros de texto y susceptibles de funcionar sin dificultad y sin sorpresas a poco que se cumplan las instrucciones de empleo, sin pensar en la realidad de los sistemas educativos que pone de manifiesto problemas entre los objetivos educativos y las enseñanzas (Chervel, 1991). Las disciplinas científicas se constituyen en "... un saber superior que solo se encuentra al alcance de unos privilegiados, los científicos que tienen capacidad para tomar decisiones que afectan a toda la humanidad, gracias a que la ciudadanía cree que lo que está

demostrado científicamente es incuestionable...” (Cañas y Martín, 2010:80). Una imagen que se ha construido con base en factores como la poca relación que guardan los contenidos científicos con la vida diaria, consecuencia de una enseñanza academicista alejada de los intereses del alumnado, que muestra a la ciencia en un contexto que no guarda relación con lo cotidiano y que no utiliza problemas que puedan interesarle en los cuales se aplicable el conocimiento científico, que tiene un lenguaje altamente especializado, abstracto, complejo, deshumanizado y desconectado de la actividad humana, con expresiones universales lejanas a los lenguajes coloquiales, que aunque necesario no es suficiente para saber ciencia, puesto que no representa sujetos activos, sino seres pasivos sin mayor oportunidad de intervención en su realidad y finalmente el escaso conocimiento de la naturaleza de la ciencia, que la presenta como algo objetivo, sin tener en cuenta que es una construcción social.

Un conocimiento del profesor basado en la multidisciplinariedad, da cuenta en un *currículum* o plan de estudios, exclusivamente de su disciplina, al centrarse en la lógica disciplinar de la misma, privilegia unos contenidos conceptuales y procedimentales sobre contenidos de otro tipo, sin mayores posibilidades de interrelación en integración ni entre la misma disciplina, ni menos con otras disciplinas. Al yuxtaponer los contenidos en asignaturas, temas o unidades, la realidad se parcela, se divide en fragmentos simples que desconocen la multiplicidad y complejidad de la misma, y que llevan al ver el detalle pero no la totalidad; por estar concentrada la multidisciplinariedad en el árbol solitario, deja de ver el bosque en su inmensidad.

Un conocimiento del profesor que gire alrededor de la pluridisciplinariedad, aunque tiene la ventaja de agrupar conocimientos de disciplinas cercanas, sigue circunscrito a la disciplinariedad. En el caso de las CN, la pluridisciplinariedad permite explicar una temática de estudio desde la química, la biología, la física, la ecología o las ciencias de la tierra, pero de forma exclusiva no inclusiva, es decir cada una aporta a una explicación general, pero desde su punto de vista sin tener en cuenta las relaciones con las demás disciplinas del área y menos con las otras áreas de conocimiento.

Por otro lado, se tiene que aunque el profesor de CN ha sido formado en una disciplina particular, en su práctica pedagógica y didáctica debe abordar la enseñanza de *todas* las disciplinas naturales, pero desde la lógica de cada una por separado, sin integrar

conceptos, ideologías, metodologías, procedimientos, actitudes y valores; de este modo lo que se enseña y aprende en una disciplina rara vez sirve para la otras.

Finalmente si bien es cierto que al estudiar la realidad desde diferentes puntos de vista de carácter más general como las áreas de conocimiento, se sobrepasan los límites disciplinares de cada asignatura, si no se logra establecer conexiones entre los diferentes contenidos, se termina confundiendo la pluridisciplinariedad con la interdisciplinariedad.

Un conocimiento de *tipo interdisciplinar*, implica considerar la interdisciplinariedad como vía importante que hace la enseñanza grata y vinculada a la vida, crea motivos e intereses hacia el aprendizaje que permiten adquirir estrategias para resolver problemas reales (Álvarez, Núñez y Perera, 2004). Es indudable entonces, que su éxito radica en el saber del profesor, el que no debe reducirse al conocimiento académico y formal de una disciplina concreta, sino que debe organizarse en esquemas de conocimiento teórico-prácticos de carácter integrador, que favorezcan un mejor desempeño profesional al superar el tradicionalismo y la rutina, empleando métodos de enseñanza más acordes con las exigencias actuales, que permita adquirir hábitos y habilidades, orientar y dirigir conscientemente la conducta del estudiante, por eso es imprescindible que el profesor:

- Comprenda la esencia de la interdisciplinariedad, de forma que deje de lado los marcos disciplinares rígidos en los que fue formado y las ideas de sentido común de enseñar cómo le enseñaron y de que la formación profesional presupone tácitamente una formación interdisciplinar.
- Conozca su disciplina a profundidad, pero además los conceptos, metodologías, valores, actitudes y lenguajes esenciales de otras disciplinas y otras formas de conocimiento, de manera que propicie tanto un incremento en la integración de los conocimientos, más que en la cantidad de información disciplinar y fragmentaria, como una unidad de las relaciones entre las disciplinas y los problemas de la profesión docente.
- Tenga una concepción epistemológica acerca de las CN, para que su conocimiento disciplinar no sea neutral y absoluto, sino condicionado a la historia, la sociedad y la práctica.
- Domine el contexto en que actúa, estableciendo relaciones entre su disciplina, los distintos fenómenos y los problemas socioambientales, para poder actuar sobre la

realidad desde una visión interdisciplinar del mundo, de forma que propicie no solo un cambio conceptual, sino también metodológico y actitudinal.

- Supere la idea de que los alumnos aprenden escuchando y memorizando, a partir del diseño de actividades que favorezcan la investigación y privilegien la participación, desde la visión contemporánea de la ciencia y en contravía de la rigidez y el absolutismo de la ciencia clásica.
- Mantenga una actitud abierta a nuevos métodos de abordaje de la realidad y una convicción y disposición para efectuar cambios, que permita al momento de la acción enfrentarse y resolver los problemas de la realidad.
- Domine los nexos y relaciones que existen entre las disciplinas a partir del conocimiento de los objetivos educativos comunes, las potencialidades que brindan los contenidos para el desarrollo de la personalidad, las posibles formas de organizar la docencia, los métodos de enseñanza particulares, las concepciones en el sistema de evaluación y los medios de enseñanza.
- Posea un espíritu de colaboración para propiciar un trabajo en grupo colegiado, democrático y eficaz, que conlleve la determinación de áreas conjuntas, la coordinación de un lenguaje común, el análisis de las potencialidades de cada una de las disciplinas, los conocimientos básicos metodológicos y científicos que permitan establecer nodos interdisciplinarios y discutir.
- Valore el proceso educativo como un sistema complejo que forma parte de una totalidad, de forma que sea capaz de asumir críticamente su actividad, alcances y consecuencias.
- Comprenda que la interdisciplinariedad no es una “varita mágica” que resuelve todos los problemas de formación del individuo, sino una necesidad para estructurar el complejo sistema de influencias encaminado a lograr ese objetivo.

Un conocimiento del profesor que tenga como derroteros los principios de la transdisciplinariedad, permite realizar una práctica pedagógica y didáctica desde la complejidad, lo que implica considerar diferentes niveles de realidad, variados puntos de vista para su explicación y diversas formas de generalización de los fenómenos que se suceden en ella. Con la transdisciplinariedad, el profesor puede integrar tanto los conocimientos organizados en disciplinas como los saberes, dando paso al desarrollo de sistemas explicativos integrales, incluyentes, respetuosos de la diversidad y la heterogeneidad que permitan dar a comprender que la ciencia tanto natural como social es una construcción colectiva, que corresponde a contextos específicos.

Por el contrario un CPPC *basado en la metadisciplinariedad* implica configurar una nueva teoría del desarrollo personal y social que puede dar soporte a procesos rigurosos de renovación sobre todo en el campo de la educación (Porlán *et al.* 1996). En la medida en que la metadisciplina es la máxima relación en las disciplinas, tiene un papel muy importante en la configuración del conocimiento profesional, al proporcionar un marco general en función del cual se pueden establecer relaciones entre diferentes contenidos formativos parciales, haciendo posible la construcción de reinterpretaciones originales (García, 1998).

El metaconocimiento permite abordar el conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos, respecto a la escuela y la asignatura, a los fines y objetivos que han de conseguirse (Bromme, 1988). De esta forma define el marco de orientación en el que se valoran los conocimientos y su relación con la propia profesión. Es un conocimiento que permite responder de forma apropiada a contextos específicos, asumiendo por un lado una posición crítica ante la aplicación de currículos prescritos por otros profesionales y cumpliendo por otra un papel protagónico en la construcción de currículos pertinentes e innovadores. Los saberes metadisciplinarios tienen “efectos muy concretos sobre la práctica didáctica”, ya que contribuyen a establecer relaciones adecuadas entre los diferentes tipos de conocimientos que intervienen en la formulación de los contenidos escolares en cuanto estudian el conocimiento y la realidad en general o algunos ámbitos particulares muy relevantes, dotándolos de un alto grado de organización interna (Porlán y Rivero, 1998).

El conocimiento metadisciplinar llevado al campo de la educación se constituye en un eje que integra, articula y orienta la selección, formulación y organización del conocimiento escolar, un instrumento intelectual para el análisis de los contenidos que se pretenden enseñar, desde la perspectiva de conceptos, procedimientos, valores y actitudes estructurantes y desde el establecimiento de grados de generalidad y complejidad de los contenidos para que puede ser aprendidos (García, 1998). Los metaconocimientos ayudan al profesor a definir una serie de núcleos organizadores que contribuyen a describir la realidad natural del aula, a organizar su funcionamiento, a interpretar la relación entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento cotidiano, a comprender las ideas de profesores y alumnos en la construcción de conocimiento escolar, a proponer acciones que permitan concebir currículos alternativos (Porlán y Rivero, 1998). Así mismo ayudan a comprender los procesos por los que se genera el

conocimiento, los obstáculos epistemológicos a los que se enfrenta en su desarrollo, los criterios sociales que hacen posible su validación y legitimación, las relaciones que se pueden establecer entre las diferentes disciplinas y entre los contenidos de su área y los problemas socialmente relevantes (García, 1998; Zabala, 1999).

Los saberes metadisciplinares en tanto teorías generales y cosmovisiones que posibilitan la integración de tipo generalista mediante reflexiones y conceptualizaciones sobre el conocimiento en general, son importantes porque actúan como categorías organizadoras del Conocimiento Profesional (Porlán y Rivero, 1998). Son "... un primer nivel de integración epistemológica y de transformación de significados que facilitan la formulación de contenidos del conocimiento práctico profesional...", conllevan por tanto un "grado de complejidad de las ideas acerca de la naturaleza de los conocimientos, de sus formas de organización y cambio, y del papel que pueden jugar en el conocimiento del sistema cognitivo, estas mismas metaideas" (Porlán *et al.* 1996:28). "... Este grado de complejidad puede favorecer, en cierta medida procesos de generalización, transferencia e integración entre ámbitos parciales del conocimiento personal...". (Porlán *et al.* 1997:156).

Analizar el CPPC, desde lo metadisciplinar implica *en primer lugar* asumir que el mismo, se produce a partir de las interrelaciones entre diferentes saberes, que surgen de los problemas relevantes de la práctica profesional y no de la lógica disciplinar, ni la acumulación de experiencias (Porlán *et al.* 1997). En *segundo lugar*, al ser un tipo de conocimiento particular que posee el profesor y que lo distingue de otros profesionales, -aún de aquellos con quienes comparte la formación disciplinar-, no es un conocimiento espontáneo, ni natural, sino que demanda procesos de formación. Es un conocimiento sumamente complejo en la medida de la actividad que desarrolla el docente, la cual conlleva gran variedad de problemas, por ejemplo, preparar un solo tema de la clase puede llevar horas a un buen profesor. No se trata únicamente de pasar la vista someramente por algunos libros de texto que traten el problema al que el profesor va a enfrentarse con los estudiantes, sino de comprender a fondo las múltiples implicaciones que tiene su aprendizaje (García y Garritz, 2006). Para el profesor el conocimiento del contenido que va a enseñar está inseparablemente unido con el proceso de cómo enseñarlo (Sánchez y Valcárcel, 2006).

El conocimiento metadisciplinar debe necesariamente comprender elementos de

carácter pedagógico, contextual, disciplinar y didáctico, donde cada uno de ellos implica un quehacer específico del profesor, que muestra que la profesión docente no es una actividad sencilla, así se tiene que

1. *En lo pedagógico*, al considerar que los depositarios de los cuerpos de conocimiento son niños, niñas y jóvenes con características definidas, que asisten a centros educativos organizados a partir de currículos con determinados fines y estructuras, el profesor debe responder a estas situaciones, administrando y gestionando su enseñanza consecuentemente. Los elementos pedagógicos estudian la relación con el saber en cuanto su adquisición, integración y remodelación, las formas de poder en el aula en términos de aceptación, denegación, negociación y la lógica de la tarea escolar de acuerdo a su realización, autodefinición y contrato (Astolfi, 2001).
2. *En lo contextual*, se asume que en la escuela y en el aula, convergen actores de diferentes condiciones socio-culturales, por lo que se generan relaciones, códigos comunicativos, comportamientos, sistemas de creencias, valores, actitudes y afectos, que desembocan en situaciones, problemas particulares y múltiples tensiones que requieren por parte del profesor tomar decisiones acertadas para su tratamiento y que redunden en soluciones puntuales determinadas.
3. *En lo disciplinar*, el conocimiento apropiado de una disciplina científico-académica o mejor de una disciplina escolar, da idoneidad para la enseñanza de la misma. Al conocer la estructura de la materia que se enseña, tanto en sus contenidos concretos, como en la forma como están organizados, es posible establecer relaciones y redes con otros conceptos, a través de la identificación de conceptos estructurantes que permitan definir objetivos, contenidos y actividades de enseñanza (Porlán, 2003). El conocimiento disciplinar es necesario, ya que le posibilita al profesor establecer relaciones entre los conceptos que se enseñan; identificar los principios fundamentales de la disciplina para seleccionar, priorizar, secuenciar y transformar los contenidos de enseñanza; identificar las aplicaciones de los mismos en la cotidianidad de los alumnos; realizar síntesis de contenidos; diseñar, implementar y/o adaptar prácticas de laboratorio; formular preguntas y problemas con niveles de complejidad acordes con los propósitos de la enseñanza; abordar y resolver problemas; detectar las ideas de los alumnos; evaluar y seleccionar textos escolares (Gess-Newsome, 1999b, citado por Valbuena, 2007). Además de los contenidos y la estructura de las disciplinas, se requiere tener conocimiento de sus características históricas y epistemológicas,

que aportan elementos importantes para la enseñanza, como las condiciones y obstáculos en la producción del conocimiento, así como la identificación de conceptos integradores.

Sin embargo a pesar de la importancia del conocimiento disciplinar, no se puede ignorar que las maneras de interpretar la ciencia constituyen un obstáculo relevante para la progresión y mejora del CPPC deseable. Frecuentemente se plantean visiones del conocimiento científico como algo superior, objetivo, neutral y descontextualizado, que no guarda relación con la realidad ni con otros tipos de conocimiento, al presentarse en el aula como una estructura pura, dura e infranqueable cuyos límites explicativos únicos son suficientes para estudiar el mundo, su funcionamiento, las posibilidades de vivir en él, la solución a los problemas y la transformación de la realidad, se evidencia que a pesar de que el profesor tenga una muy buena formación en una disciplina, la misma no es suficiente para tener éxito en su enseñanza (Martínez Aznar *et al.* 2001). Se precisa entonces que el conocimiento disciplinar no sea exclusivamente sobre una disciplina académica³⁸, sino que involucre conocimientos generales que permitan integrar e interrelacionar los conocimientos específicos, así como conocimientos sobre la propia historia de la disciplina escolar que se enseña y sobre la didáctica inherente a la misma que configura y determina su enseñanza en la escuela, además de conocimientos sobre las relaciones inter y transdisciplinares que plantean los contenidos escolares, o las problemáticas socioculturales.

4. *En lo didáctico*, ya que el profesor es quien se encarga de mediar el Conocimiento Científico con el Conocimiento Cotidiano a través de adecuadas y sucesivas transposiciones didácticas, que dan lugar a un Conocimiento Escolar epistemológicamente diferenciado y situado, debe contar entre sus conocimientos profesionales con conocimientos sobre didáctica de la asignatura. Señala Bromme, (1988:26), que

“... la estructura de la asignatura no permite por sí decisiones. Para encontrar formas válidas de presentarla, para determinar la sucesión temporal de los temas, para sopesar qué temas han de tratarse más intensivamente, son necesarios conocimientos

³⁸ Cada disciplina científica -Biología, Química, Física, Geología, Astronomía-, tiene una naturaleza diferente y unas particularidades epistemológicas e históricas, por lo que se hace completamente necesario comprender su objeto de estudio, los principios, leyes y teorías más relevantes, así como los límites explicativos de cada una.

de didáctica de la asignatura. Los conocimientos didácticos tienen un carácter especial: son mixtos en cuanto que informaciones psicológico-pedagógicas y experiencias del propio profesor se aúnan con los conocimientos disciplinares [específicos]. Esta mezcla supone la transposición de la estructura lógica de los contenidos en una sucesión temporal, que hace además necesario cambiar la estructuración e importancia de conceptos y reglas. Lo que desde el punto de partida de la teoría ocupa un puesto central, tiene desde la didáctica menos importancia”.

A pesar de esto indica Bromme, que el proceder profesional, sigue en parte una lógica no necesariamente consciente para sus usuarios. Tal es el caso del rígido reparto de los contenidos en asignaturas, que aunque permite la práctica del pensamiento especializado, dificulta la visión de conjunto que sólo puede lograrse por medio de esfuerzos conscientes o muy determinados pasos organizativos como la clase por proyectos o centros de interés que requieren un conocimiento didáctico menos disciplinar y más interdisciplinar, que integre los conceptos y los problemas en dinámicas del conocimiento menos reduccionistas y más complejas. En tales circunstancias el conocimiento didáctico adquiere un papel no limitado sólo a hacer enseñables y saber enseñar unos cuerpos conceptuales determinados por agentes y factores externos al entorno escolar, sino que implica la posibilidad de intervenir en la construcción misma del conocimiento escolar determinando la génesis, adaptación, acomodación o desaparición de contenidos escolares, de acuerdo a las necesidades pedagógicas y didácticas del contexto.

Concretar un CPPC de tipo metadisciplinar, no equivale a considerar que el profesor en general y el profesor de CN en particular debe para enseñar, contar con una formación en las diferentes disciplinas científicas, tener conocimientos sobre ecología, ciencias sociales, ciencias de la educación, así como algo de matemática, humanidades y artes. Un profesor con tales características intelectuales estaría más cercano al pandidascolo³⁹ de Comenio o al déspota ilustrado de Montaigne, maestros con muchos conocimientos, sobre el mundo, las personas y sus cosas, con grandes valores y virtudes, encargados de transmitir fidedignamente a sus pupilos el legado cultural de la humanidad, que a un profesor con conocimientos profesionales superiores que le permiten organizar su práctica a través del contraste, la integración y la reconstrucción de diferentes contenidos formativos, dirigidos a una intervención intencional en los diferentes ámbitos sociales. Un CPPC que pretenda ser

³⁹ Maestro pampédico que sabe formar a todos los hombres en todas las cosas para volverlos totalmente perfectos.

metadisciplinar debe ir más allá de aspectos específicos relacionados con el contexto, la pedagogía y la didáctica, para centrarse en las metateorías que dirigen la ideología, las acciones y las expectativas de los profesores, dado que la actividad docente es una realidad compleja, cambiante, incierta y caótica, insertada en un sistema abierto, influenciado por múltiples factores. Así mismo debiera considerar cuestiones como

- Los profesores metadisciplinares no pueden ser los generalistas de Bertalanffy, que buscan los conceptos estructurantes subyacentes en todos los conocimientos, o los didactas de Chevallard que hacen la transposición didáctica de los contenidos disciplinares para que los profesores puedan “enseñar más fácilmente” la disciplina en la escuela, ni tampoco eruditos ávidos de sabiduría y cultura general que por mera diversión se dedican a buscar las cosas comunes a las diferentes ciencias, ni profesionales de distintas disciplinas que escriben los libros de texto de los cuáles se nutre el profesor para realizar su práctica, sino profesores formados en las facultades de educación bajo la perspectiva del conocimiento metadisciplinar que no solo aprenden fenómenos, datos, fechas y eventos importantes sino que los interrelacionan entre sí de numerosas, diversas y creativas formas.
- La formación de un profesor en la metadisciplinariedad, al ser una empresa compleja ¿debe privilegiar la formación en las diferentes disciplinas científicas de tal manera que el trabajo de buscar y encontrar los conceptos claves en cada una de ellas sea más fácil porque se tiene el conocimiento de cada una de ellas?, ¿o debe privilegiar la formación didáctica y pedagógica, para poderlos enseñar a los estudiantes sin detrimento de la disciplinariedad, pero con la posibilidad de poderlos pensar, integrar y utilizar en el contexto particular de cada uno de ellos? .
- Las perspectivas epistemológicas que fundamentan la metadisciplinariedad, deben extenderse no sólo a las disciplinas académicas sino también a las disciplinas escolares, en los términos propuestos por Goodson y Chervel, de tal manera que sea posible abordar su origen, su historia, su evolución, su sociología y su ontología como sistemas constituyentes de la cultura escolar.
- Las cosmovisiones deben considerar tanto las ideologías presentes en el conocimiento socialmente construido y por tanto influenciado por el contexto de quienes lo construyen, como de los profesionales que lo legitiman, validan y promueven según sistemas culturales de creencias y valores, lo que conlleva una gran complejidad y responsabilidad ética sobre la producción, distribución,

consumo, utilización y manipulación del conocimiento de acuerdo a determinadas relaciones de poder de *unos sobre otros* o de *los unos con los otros*. Los profesionales del conocimiento metadisciplinar, no sólo deben comprender la disciplina en la que trabajan y se desarrollan, sino además pensar críticamente sobre las implicaciones de la misma en las demás esferas de la realidad, desde una perspectiva sistémica en donde las acciones u omisiones en una parte tienen repercusiones en otra.

- En el contexto nacional colombiano y local de Bogotá⁴⁰ y de acuerdo a la experiencia de la investigadora en la enseñanza de las CN, un CPPC metadisciplinar debe contribuir también a que los docentes
 - Reconozcan los territorios que habitan, en términos no sólo biológicos sino geográficos, históricos y culturales, que permitan valorarlos, desarrollando sentido de pertenencia e identidad hacia los mismos y oponiendo resistencias de diferente índole a las invasiones que atenten contra su pérdida.
 - Identifiquen la variabilidad y diversidad de los recursos bióticos y abióticos del territorio colombiano para poder determinar su unicidad, especificidad y vulnerabilidad ante factores naturales (fenómenos naturales, evolución o extinción del reservorio genético) y sociales (globalización de la economía, conflictos armados, contaminación, migración, explotación de los recursos).
 - Valoren la idiosincrasia del pueblo colombiano en todas sus manifestaciones, sin detrimento de razas, etnias, dialectos, religiones, clase social, ideologías, género, orientación sexual, opinión, filiación política, que permita acabar con ideas referentes a la superioridad de especies, razas y clases sociales, allanando caminos para la construcción de un estado pacífico.
 - Restauren el valor y el respeto por la vida en todas sus manifestaciones, desde las más sencillas hasta las más complejas, formando seres humanos que toleren otros valores alternativos a los tradicionales como la diferencia, la heterogeneidad, la fealdad, la discapacidad, la malformación, el error.
 - Concilien homogeneidad con heterogeneidad, subjetividad con objetividad, autoridad con obediencia, libertad con voluntad, disciplina con autonomía, sencillez con complejidad, de tal forma que siendo individuos únicos en su especie, comprendan que hacen parte de un(os) sistema(s) más grandes en los que sus acciones y omisiones tienen incidencia.

⁴⁰ El Acuerdo 02 de 1992 del Consejo de Bogotá, dividió a la ciudad en veinte localidades. Una localidad corresponde a una clasificación geográfica interna que divide el territorio estableciendo límites, asignando funciones administrativas y presupuesto autónomo y reconociendo derechos políticos.

- ❑ Cuestionen los impactos de la ciencia, tanto positivos como negativos, a nivel personal, familiar, comunitario, local, regional, nacional, mundial y planetario y en las diferentes escalas evolutivas de la vida.
- ❑ Entiendan el papel de la ciencia no solo en términos generales de desarrollo de la humanidad, sino en la solución efectiva y eficaz de pequeños y grandes problemas de la vida diaria: alimentación, enfermedad, aseo, embellecimiento, vestimenta, tecnología, comunicaciones, transporte, recreación, construcción.
- ❑ Realicen conexiones e interrelaciones entre las diferentes disciplinas del currículo escolar y los diversos contextos, que permitan abordar, trabajar y solucionar de manera integrada los problemas que se presentan.
- ❑ Consuman responsablemente al contar con suficiente información y conocimiento para seleccionar, adquirir, utilizar y desechar bienes, servicios y tecnologías, que satisfagan ante todo necesidades primordiales más que gustos, caprichos, modas, marketing o persuasión publicitaria de los medios de comunicación masivos.
- ❑ Cuiden, conserven y preserven el patrimonio biológico de los ecosistemas locales y nacionales, aprovechando adecuada y sustentablemente los recursos naturales renovables y no renovables de los mismos y analizando los beneficios y perjuicios de su explotación en la economía, la geopolítica, la población y el ambiente.
- ❑ Preserven la salud y prevengan enfermedades, a través de la teorización y práctica en hábitos de higiene y aseo, dieta alimentaria, cultura física, vacunas, métodos anticonceptivos, enfermedades de transmisión sexual, desastres naturales, contaminación auditiva y visual, tenencia y cuidado de mascotas, sustancias químicas, drogas legales e ilegales, educación sexual.
- ❑ Realicen una buena disposición final de productos de desecho, recuperando los materiales reciclables y aprovechado mejor las sustancias biodegradables, propiciando espacios más armónicos y saludables para la supervivencia.
- ❑ Realicen prácticas amigables con el medio ambiente al utilizar racionalmente los servicios públicos, considerando tanto la postura del ahorro de dinero por su buen aprovechamiento, como la posibilidad de su agotamiento al constituirse en fuentes limitadas no renovables, cuya pérdida implica consecuencias irreversibles para el sostenimiento de la vida terrestre.
- ❑ Identifiquen desde las perspectivas de la globalidad y el pensamiento sistémico, la conexión e interrelación entre las especificidades particulares de

las comunidades barriales, locales y ciudadinas con las generalidades complejas regionales, nacionales, continentales y mundiales.

- Reconozcan, protejan y defiendan los bienes y espacios públicos como componentes de los ecosistemas sociales, que permiten la estancia, bienestar y desarrollo de las comunidades humanas.
- Analicen críticamente la información científica circulante en los medios de comunicación, la televisión, el cine, la publicidad, la literatura, de manera que puedan cuestionar conceptos, procedimientos, valores, actitudes, ideologías.
- Dimensionen las posibilidades de desarrollo científico y tecnológico y de crecimiento económico de Colombia a partir de un desarrollo humano sostenido, que posibilite un país menos dependiente de la Comunidad Internacional y más autónomo en la toma de decisiones políticas, económicas, sociales y educativas.

9.4. La didáctica como metadisciplina

Las cuestiones consideradas en los apartados precedentes, ponen de manifiesto la emergencia de la didáctica como disciplina de la enseñanza, lo que implica dos cosas, una relacionada con el posicionamiento de la didáctica como disciplina de conocimiento y otra que tiene que ver con reconocer el objeto particular de estudio de la didáctica. Para comenzar, se precisa señalar que el término *didáctica* tiene dos usos (Astolfi, 2001), de lo que depende su campo y sus posibilidades de acción, uno como adjetivo -más antiguo-, que hace referencia a lo sistemático, lo lineal, lo progresivo de la enseñanza y otro como sustantivo que involucra la existencia de una disciplina que estudia y analiza los fenómenos de enseñanza-aprendizaje en relación con un contenido de aprendizaje bien especificado.

El origen de la didáctica, se sitúa en la crítica a ocho supuestos (Camilloni, 2007):

1. Todas las formas de influencia sobre las personas, pueden ser consideradas modalidades legítimas de educación.
2. Todas las formas y modalidades de enseñanza que existen tienen el mismo valor y son igualmente eficaces para el logro de los propósitos de la educación.
3. La enseñanza debe transmitir los conocimientos con la misma lógica con la que se descubrieron y con la que se organizaron y justificaron en cada disciplina.

4. Las cuestiones curriculares básicas: para qué aprender y qué aprender en cada ciclo de la vida y en cada contexto, ya han sido resueltas y no es imprescindible someterlas a crítica alguna.
5. Los aprendizajes son iguales para todos, consecuencia de la democratización escolar en todos los niveles educativos.
6. El destino de los alumnos está fatalmente determinado y la acción del profesor se limita exclusivamente a identificar cuáles son los alumnos capaces de aprender y cuáles no pueden superar sus incapacidades naturales.
7. La aplicación de las leyes educativas vigentes logra resolver los problemas que plantea la evaluación que hace el profesor de lo que el alumno sabe.
8. Enseñar es fácil, el profesor nace o no con talento y su intuición natural es suficiente para resolver los problemas que presenta su trabajo.

Y en la esperanza manifestada en los siguientes ideales:

1. Siempre se podrá enseñar mejor, por lo que es necesario revisar los currículos, seleccionar y usar bien las estrategias, crear nuevas formas de enseñar y evaluar.
2. Todos los alumnos pueden aprender y construir saberes indispensables para su vida personal, sus relaciones sociales, ciudadanas y laborales.
3. Integrar los aportes de las diferentes disciplinas y realizar investigaciones para reflexionar y fundamentar seriamente las decisiones y prácticas pedagógicas.

A pesar de lo anterior, durante buen tiempo se ha puesto en tela de juicio la científicidad de la didáctica que permitiría considerarla una disciplina de conocimiento, con frecuencia ha sido considerada como una "teoría práctica" sin estatus científico (Camilloni, 2007). Tal situación ha ido cambiando por situaciones tales como (Astolfi, 2001; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002 y Mosquera, 2008):

- La disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser enseñada a su vez, tiene como condición necesaria la existencia de una estructura de coherencia propia, transponible y difundible, que le permite constituirse como un estudio fundamentalmente dirigido a la educación, desarrollo e instrucción de las nuevas generaciones, tutelado por un personal especializado formado para ello.
- En la educación superior hay una instalación creciente de titulaciones en el área.
- Se centra en un campo conceptual claro y con problemas delimitados: identificación del estado de los discursos y de las prácticas asociadas con la

enseñanza de las disciplina, orientación de la enseñanza según las especificidades epistemológicas de las disciplinas, consideración de la enseñanza de los conocimientos en el contexto de la cultura.

- Trabaja a partir de la idea de que los contenidos de la enseñanza no son revelaciones ni descubrimientos casuales del mundo que vienen dados de antemano por un programa, sino que quedan, en gran medida, por construir.
- Se ha dado una integración de sus llamados *registros* teóricos epistemológico, psicológico y pedagógico, de los que surge una genuina perspectiva didáctica independiente, cada vez menos deudora de las fuentes externas. Esta alta especificidad epistemológica le permite constituirse como comunidad académica y ser reconocida desde el exterior.
- Es una disciplina autónoma, de carácter sistémico y científico, centrada en los contenidos de las ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje, esto es, una disciplina de basamento mayormente *epistemológico*, y nutrida por los hallazgos de otras disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje como la psicología y las del área de la ciencia cognitiva.
- Es una disciplina compleja pero con carácter propio, dotada de una perspectiva teórica autónoma, que está conectada con otras, que no es el resultado de la confluencia de la didáctica general y la psicología educacional con las ciencias mismas, a modo de campo interdisciplinar de enlace y que no se limita a constituir un conglomerado de saberes ni una aplicación de modelos teóricos externos a situaciones de aula particulares.
- Presenta conexiones teóricas con otras disciplinas: epistemología, historia de la ciencia y psicología de la educación Se relaciona además con las disciplinas sociales. Y establece relaciones cada vez más profundas con las otras didácticas específicas, como la didáctica de la matemática y la de las ciencias sociales.
- Realiza aportes al conocimiento al crear conceptos nuevos para el análisis de los procesos de aprendizaje y para construir contenidos de enseñanza de acuerdo al estado del conocimiento en un momento histórico, las prácticas sociales de los alumnos y su relación con el saber, las metas de la institución educativa y las finalidades de la profesión docente.
- No tiene fronteras perfectamente delimitadas, por lo que admite la interdisciplinariedad, en casos como la *ciencia cognitiva*, cuya configuración actual es suficientemente difusa que abarca las relaciones entre neurociencia, inteligencia artificial, teoría de sistemas y la psicolingüística y la *educación*

científica, cuyo campo de problemas es estudiado por didactas de las ciencias, pedagogos, psicólogos, epistemólogos, lingüistas y otros profesionales.

Ahora bien establecer la importancia de la didáctica como sistema de explicación de la práctica educativa, es relevante a la hora de posicionarla como disciplina de conocimiento. Tal importancia radica en las siguientes características definidas por Astolfi (2001), García (2002), Furió y Carnicer (2002) y Caminolli (2007):

- Es una teoría que se nutre de la práctica, para describir, explicar y establecer normas para la acción de enseñar. Es una fuente de conocimientos destinada a apoyar la tarea del profesor, a ayudarlo a tomar decisiones en su acción con grupos específicos de alumnos que deben realizar aprendizajes especiales en contextos particulares y en momentos determinados.
- Es un *metadiscurso* que habla y se dirige a determinados individuos de la población: los docentes.
- Es el resultado del esfuerzo analítico de teorización de las acciones y situaciones del proceso de enseñanza y aprendizaje, para resolver problemas concretos que se presentan en la práctica social de la educación.
- Tiene un carácter significativamente político, comprometido con la formación de un modelo de hombre y la constitución de un tipo de sociedad.
- Es una reflexión sobre los contenidos de la enseñanza.
- Es una práctica de intervención que se centra en las dificultades de aprendizaje de los contenidos y una práctica de formación que amplía el alcance de la interpretación y la intervención de los profesores, que renueva las metodologías, mejora las condiciones de aprendizaje, concreta los objetivos de la enseñanza, elabora conocimientos nuevos sobre la enseñanza de las disciplinas escolares.
- Es una disciplina teórica práctica que se ocupa de estudiar la acción pedagógica, las prácticas de enseñanza; teniendo como misión descubrirlas, explicarlas y fundamentarlas, enunciando normas para la mejor resolución de los problemas que tales prácticas plantean a los profesores.
- Es una teoría comprometida con las prácticas sociales orientadas a diseñar, implementar y evaluar programas de formación, a diseñar situaciones didácticas y a orientar y apoyar a los alumnos en sus procesos de aprendizaje con miras a mejorar los resultados de todos los alumnos en todas las instituciones.
- Es una disciplina integradora que involucra tanto la teoría de la enseñanza como

la teoría sobre el aprendizaje.

- Es un cuerpo de conocimiento orientado no solo a la guía de la acción pedagógica, sino al reconocimiento de los poderes -y deberes- de los practicantes en la orientación de su actuación.
- Es un conocimiento sobre cómo unas personas (los educadores) pueden ayudar institucionalmente a otras (los aprendices) a construir un conocimiento personal y colectivamente significativo.
- Es el núcleo vertebrador de la formación docente, que prepara al profesor no sólo para enseñar ciencia, sino para comprender la realidad en la que está inmerso, concretando los conocimientos que necesitan los profesores sobre la didáctica específica y que tienen que ver con conocer y cuestionar el “pensamiento docente de sentido común”, adquirir conocimientos sobre el aprendizaje de las ciencias, una crítica fundamentada de la enseñanza habitual, saber preparar programas de actividades, saber dirigir las actividades, evaluar, investigar e innovar.

Puesto que la didáctica se concibe como metadiscurso, es importante analizar las posibilidades de la misma como metadisciplina, de acuerdo a los planteamientos de Granger (1986), Porlán (1995) y Camilloni (2007).

1. Como toda metadisciplina, la didáctica es digna de legítima sospecha sobre su científicidad. Sin embargo se puede justificar su propósito de ser, si se le asigna un sentido y se le reconocen sus límites.
2. Una metadisciplina habla sobre sistemas de *signos*, sobre su funcionamiento, en tanto que son realidades de segundo grado en relación con las realidades de primer grado a las que remiten. En el caso de la didáctica las realidades de primer grado sobre las que trata, tienen que ver con la enseñanza. Enseñar es “dar a conocer mediante signos”, consiguiendo que, en el acto pedagógico, la disciplina se convierta en un conjunto significativo, cuyo valor será representarla y cuya función será hacerla asimilable.
3. La metadisciplina supone un sistema simbólico, mediador de una experiencia que no la enfoca directamente, pero que tampoco enfoca, la experiencia de manipulación de ese sistema simbólico, ni se propone describir la naturaleza de ese sistema tomado como objeto de experiencia. La didáctica como metadisciplina si bien tiene como tema un sistema de signos, se obliga primero a considerarlo como objetos de experiencia, muy particulares, ya que se trata de una obra

humana deliberada⁴¹, una actividad “muy superior” dada su complejidad. Al considerar su tema de estudio como objeto, construye a partir de él, modelos abstractos explicativos, manipulables y explorables a manera de estructuras conceptuales, que le da un estatuto diferente al del mero conocimiento de objetos; al proponerse como teoría, legitima su campo de acción.

4. Como metadisciplina, es muy reflexiva en su discurso, al contrario del de la teoría, el sujeto no está totalmente neutralizado, el mismo permanece esencialmente presente -aunque de forma virtual-, como reproductor de los actos simbólicos de los cuales examina sus productos. Presencia que no está tematizada como manifestaciones o propiedades de un ser, sino como señal, en el sistema de signos, de las condiciones mismas de su funcionamiento y de posibilidad.
5. La didáctica como metadisciplina es *trascendental*, en la medida en que sus desarrollos formales obligan a plantear y a formular problemas de suma importancia, al considerar la enseñanza como una actividad inseparable de las circunstancias económicas, sociológicas, epistemológicas e ideológicas que forman su contexto, no sólo delinea y describe la realidad, sino que la organiza conceptualmente para descubrir su significación propia, sus condiciones de posibilidad, sus lagunas, y sus contradicciones eventuales.
6. La didáctica es una metadisciplina que tiene un estatus epistemológico diferenciado, *un nicho conceptual genuino*, constituido a partir de la naturaleza de sus problemas, su componente interdisciplinar y [transdisciplinar], su dimensión práctica y su carácter intencional, teleológico y de intervención social que posee.
7. La didáctica como metadisciplina que tiene como objeto de conocimiento la enseñanza, se funda sobre teorías tomadas de diversos campos científicos y filosóficos, que relacionan todas las disciplinas tanto teóricas como prácticas, tanto duras como blandas.
8. Como metadisciplina está también estrechamente relacionada con los proyectos educativos y sociales, al tener un carácter político, comprometido con la formación de un modelo de hombre y la constitución de un tipo de sociedad.

A pesar de todo lo anterior si la didáctica cambia su naturaleza y se transforma en una metodología puramente descriptiva de los procedimientos y procesos implicados en la enseñanza, pierde su *estatus* de metadisciplina como lo manifiesta Granger (1986).

⁴¹ La enseñanza no es una actividad exclusivamente humana, pero el *homo sapiens* es la única especie que enseña voluntariamente, en contextos diferenciados en los que el conocimiento que se transmite se usará (Basabe y Cols, 2007).

10. CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a los objetivos y a las características metodológicas de la investigación, se presenta la síntesis de los argumentos presentados a lo largo del documento que dan cuenta de las principales generalizaciones conceptuales que explican el problema formulado.

- Las clasificaciones del conocimiento que se manifiestan en las disciplinas científicas y académicas, son construcciones artificiales elaboradas por el hombre, de acuerdo a sus condiciones sociales, culturales, ideológicas, ontológicas, epistemológicas, pragmáticas, económicas, políticas y hasta religiosas y militares; éstas disciplinas presentan una visión particular, socialmente válida, sobre la realidad del mundo por lo que se han especializado en un segmento de la misma para explicar en detalle su estructura, composición, interacción y transformación.
- Las disciplinas en su evolución histórica han pasado por diversos momentos que han determinado su carácter en ocasiones holístico, reduccionista, integrador, sistémico o complejo, que se evidencia en las diferentes relaciones que se proponen para las disciplinas, disciplinariedad, pluridisciplinariedad, multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, sin que en ningún momento se haya llegado a establecer por completo cuál es la más indicada o completa para explicar la realidad, dado el carácter temporal y dinámico de las disciplinas, que hace que en su misma evolución los marcos teóricos y metodológicos se vayan ajustando a los nuevos descubrimientos, inventos y condiciones socioculturales del momento.
- Las relaciones en las disciplinas de conocimiento son flechas de un solo y mismo arco: el del conocimiento, que aunque cada una de ellas tiene implicaciones de diversa índole, pueden llegar a complementarse de tal manera, que sin negar las particularidades de las otras, permiten explicaciones más complejas de la realidad general y de la realidad educativa, que redundan en soluciones integrales para la solución de los problemas que éstas presentan en su desarrollo.
- Las relaciones en la disciplinas llevadas al ámbito escolar adquieren otros matices de interpretación, dadas las características propias de la escuela, del conocimiento escolar, de las disciplinas escolares y del profesor, que ameritan un tratamiento diferente al considerado en el campo epistemológico de las comunidades científicas, puesto que se trata de realidades, actores y relaciones diferentes.

Mientras en las comunidades científicas y académicas el fin de las disciplinas y de las relaciones que se puedan establecer entre ellas es la búsqueda de conocimiento, la excelencia del saber y la originalidad de las investigaciones, en las comunidades educativas y en la escuela, las relaciones disciplinares se centran en la enseñanza de dicho conocimiento desde diferentes perspectivas didácticas.

- El *currículum* y los planes de estudio son construcciones igualmente artificiales, acordes con el contexto sociocultural en que emergen, de forma que en su desarrollo están presentes no sólo una concepción de hombre y sociedad, sino una visión de conocimiento sobre la realidad, por lo que pensarlos desde la perspectiva disciplinar limita sus posibilidades de acción desde la integración.
- Las relaciones en las disciplinas de conocimiento como la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, complementan el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, en cuanto establecen una visión global del conocimiento que contribuye a seleccionar, organizar, planificar y enseñar los conceptos científicos desde la interrelación, interacción, complejidad y proximidad de la vida cotidiana, para desarrollar un pensamiento, que permita adaptarse a los cambios del contexto local y mundial, asumir actitudes críticas y responsables ante las diversas políticas contemporáneas y abordar, resolver y trabajar problemas de interés relevante, desde la óptica de varias disciplinas escolares.
- El profesor de CN, es un profesional único con gran responsabilidad en la formación de seres humanos no sólo desde la perspectiva de una disciplina científica que explica el mundo físico, sino desde la perspectiva humanista que forma personas comprometidas con el entorno natural y social en el que viven, por lo que es importante entonces que su conocimiento profesional vaya más allá de los límites que impone la parcelización del conocimiento, para dar paso a relaciones más integrales en sus alcances de comprensión del mundo, que involucren la complejidad, la diversidad.
- La profesión del profesor de CN en la escuela, en una relación específica con el conocimiento, el conocimiento escolar, lleva a considerar que la problemática relacionada con la enseñanza, no es, con el conocimiento en sí, sino con las didácticas generales y específicas, dado que su problema es la transposición didáctica de la lógica disciplinar del saber sabio de las comunidades científicas, a la lógica del saber enseñado a través de disciplinas escolares y no el descubrimiento de leyes y teorías científicas. La ciencia natural escolar tiene una naturaleza y unas finalidades diferentes a las de la empresa científica y

académica, por lo que requiere de un profesor con un conocimiento de tipo metadisciplinar, capaz de superar los problemas típicos de las disciplinas hacia problemáticas más complejas relacionadas con su enseñanza en diferentes realidades.

- La actividad del profesor se encuentra influenciada por diferentes aspectos, pero el principal a tener en cuenta debe ser su conocimiento profesional, que si es de naturaleza metadisciplinar, le permite abordar el conocimiento de los fenómenos naturales, no desde la perspectiva academicista de las disciplinas científicas, sino desde la mirada externa del metaconocimiento que da cabida a otras miradas de la realidad, más completas e incluyentes que permiten observarla y explicarla desde ángulos generales e interrelacionados entre sí.
- La didáctica es tanto una disciplina de conocimiento científico académico, con un objeto específico de estudio, la enseñanza (didáctica general), como una disciplina escolar, que ha emergido y evolucionado en el contexto particular de la escuela (didácticas específicas), con posibilidades de pensarla como una metadisciplina de conocimiento en cuanto su carácter generalista y trascendental, que precisa para su estudio de varias formas de conocimiento.

En la medida en que el tema de investigación de esta tesis de Maestría, se constituye en un punto de discusión dentro de muchas posibilidades como se evidenció en el Cuadro 1, es posible proyectar otras perspectivas de investigación relacionadas con:

- El tema de las disciplinas escolares, particularmente las CN escolares, al ser ellas el objeto de enseñanza, queda la posibilidad de rastrear su origen, nacimiento, consolidación, desarrollo y evolución en el contexto colombiano.
- El análisis de los textos escolares utilizados en la Educación Básica y Media para la enseñanza de las CN, para hacer un seguimiento a la conceptualización y tratamiento de las relaciones en las disciplinas de conocimiento.
- El análisis de la formación de profesores de CN para la Educación Básica y Media en Colombia a partir de las relaciones en las disciplinas de conocimiento, particularmente la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y/o la metadisciplinariedad.
- La caracterización de las disciplinas de las CN, que se enseñan en la escuela en los diferentes niveles de educación formal.

- La caracterización de los profesores de CN de Educación Básica y Media, licenciados y no licenciados, con formación disciplinar o integral, teniendo como modelo de referencia la investigación de Becher.
- El diseño de planes de estudio para la enseñanza de las CN en Educación Básica y Media, cuando menos de tipo interdisciplinar que hagan posible la integración de las disciplinas de conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (3), 130-140.

Álvarez, M. (1999). *La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. En: http://200.10.23.169/educacion/ed_ciencias_interdisciplinariedad.pdf

Ander-Egg, E. (1993). *Interdisciplinariedad en educación*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de La Plata.

Arnaldich, L. et al. (1964). *La Santa Biblia*. (13ª edición). Madrid: Ediciones Paulinas.

Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 17. Sevilla: Díada Editora S.L.

Augusto, T. y Caldeira, A. (2009). A interdisciplinaridade em foco. Concepções de profesores em formação continuada. En: Marini, P y Castilho (orgs). *Ensino de Ciências. Pesquisas e pontos em discussão*. (167–189). Campinas SP: Komedi.

Basabe, L. y Cols, E. (2007). La enseñanza. Camilloni, A. et al. (2007). (comp). *El saber didáctico*. (125-169). Buenos Aires: Editorial Paidós SAICF.

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

Beltrán, J. y Delgado, B. (1998). Interdisciplinariedad y realidad en el proceso educativo. *Colección Dialógica. Ensayos*. México: UNAM. En: http://books.google.com.co/books?id=cAEW5G3jmQ8C&pg=PA93&lpq=PA93&dq=la+multidisciplinariedad+seg%C3%BAn+Piaget&source=bl&ots=to06FZLhcP&sig=G0tfcTyRP09CBv_JDojyK9r5xM&hl=es&sa=X&ei=uXZoUYTkLle88wSuqoDQCA&ved=0CDcQ6AEwAw#v=onepage&q=la%20multidisciplinariedad%20seg%C3%BAAn%20Piaget&f=false

Bernstein, B. (1996). Conocimiento oficial e identidades pedagógicas. *Ensayos de pedagogía crítica*, 11 - 27.

Bertalanffy, I. (1968). *General Systems Theory, Foundations, development*,

applications. Nex York: george Braziller. [Trad. cast. Teoría General de los sistemas. Fundamentos, desarrollo y aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica. 1976].

Besse, J. (1989). *Decroly: una pedagogía racional*. México: Editorial Trillas.

Biglan, A. (1973a). The characteristics of subject matter in different scientific areas. *Journal of Applied Psychology*, 57 (3), 195-203.

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

Calvo, A. y Cascante, C. (1999). Algunas cuestiones sobre la polémica curriculum disciplinar o currículum integrado. *Investigación en la escuela*, 37, 99-108.

Camilloni, A. *et al.* (2007). (comp). *El saber didáctico*. Buenos Aires: Editorial Paidós.

Cañas, A. y Martín, M. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado?. *Alambique*, 66, 80–87.

Carmen, L. (2010a). La secuenciación de contenidos: mucho ruido y pocas nueces. *Alambique*, 66, 36–47.

_____. (2010b). Las actividades prácticas en contextos multiculturales de la educación infantil y primaria. *Alambique*, 66, 19–27.

Carrascosa, J. (1994). Análisis de la formación continuada y permanente del profesorado de ciencias. *La formación continuada y permanente del profesorado de ciencias en Iberoamérica*. 5, 7 - 44.

Chervel, A. (1991). Historia de las disciplinas escolares. Reflexiones sobre un campo de investigación. *Revista de Educación*, 295, 59 - 111.

Chomsky, N. y Foucault, M. (2003). *La naturaleza humana: justicia versus poder. Un debate*. Katza Editores.

Chona, G. et al. (2009). *El problema es que uno no habla con el colega. Huellas de un recorrido hacia propuestas de currículo interdisciplinario*. Bogotá: UPN – SED.

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

Cols, E. (2007). Problemas de la enseñanza y propuestas didáctica a través del tiempo. En: Camilloni, A. et al. (comp). *El saber didáctico*. Buenos Aires. 125-169

Comenio, J. (1992). *Pampaedia* (Educación Universal). Madrid: UNED.

Compayré, G. (1994). *Herbart et l'education par l'Instruction*. [Trad. cast.: Herbart: la educación a través de la instrucción. México: Editorial Trillas].

Cuéllar, L.; Gallego, R.; Pérez, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford: del saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 43-52.

Denzin, N. y Lincoln, Y. (1994). *Manual de investigación cualitativa 1. Introducción Ingresando al campo de la investigación cualitativa*. Traducción: Mario E. Perrone.

Dougnac, H. (1989). *Ciencias Naturales. Quinto año básico. Guía para el profesor*. Chile: Editorial Andrés Bello.

Durkheim, E. (1996). *Clasificaciones primitivas (y otros ensayos de antropología positiva)*. Barcelona: Ariel.

Elzinga, A. (1987a). *Internal and external regulatives in research and higher education systems*. Premfors, R (comp.). *Disciplinary Perspectives on Higher Education and Research*. Report No 37. Estocolmo: University of Stockholm GSHR.

_____. (1987b). *Politicization of science and epistemic drift*. Mimeo: Dalarö, International Conference, Swedish National Board of Universities and Colleges, Research on Higher Education Program.

Engels, F. (1979). *Dialéctica de la naturaleza*. Barcelona.

Esteban Navarro, M. (1995). Los lenguajes documentales ante el paso de la organización de la realidad y el saber a la organización del conocimiento. *Scire*, 1,2, Universidad de Zaragoza En: <http://ibersid.eu/ojs/index.php/scire/article/download/1043/1025>.

Fairclough, N. (1999). El análisis crítico del discurso como método para la investigación en ciencias sociales. En: Wodak, R. y Meyer, M. (2003). *Métodos de análisis crítico del discurso*. (179-203). Barcelona: Gedisa Editorial.

Fazenda, I. (1994). *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus
_____. (2001). *Didáctica e interdisciplinaridade*. 6ª edición. Campinas: Papirus.

Fernández, M. (1994). *Las tareas de la profesión de enseñar*. Siglo Veintiuno de España. Editorial S.A.

Foucault, M. (2003). *El poder psiquiátrico. Curso en el Collège de France (1973-1974)*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.

Franklin, B. (1991). La historia del *curriculum* en Estados Unidos. Status y agenda de investigación. *Revista de Educación*, 295, 59–111. Madrid: MEC.

Furió, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 47-73.

Galán, M. (2011). *Metodología de la investigación*. En http://manuelgalan.blogspot.com/2011/09/la-investigacion-documental_1557.html

Gallego, R. y Pérez, R. (1999). *El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

García, A. y Garriz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 111-124.

García, J. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 8. Sevilla: Díada Editora.

Genovese, C. y Podestá, B. (2002). Transversalidad y contenidos transversales. En: Waisman, E. et al. *La educación transversal: un desafío a la eficacia pedagógica*. Argentina: Universidad Nacional de San Juan.

Gianella, A. (2006). Las disciplinas científicas y sus relaciones. *Anales de la educación común*. Tercer siglo, 2 (3), 1-9. Filosofía política de la enseñanza. En: <http://joplin.cienciasbasicas.cl/upload/files/1315228889.pdf>

Gimeno, J. (2002). De las clasificaciones ilustradas al paradigma de la transdisciplinariedad. *El Catoblepas. Revista crítica del presente*, 10. Diciembre, 13-31. En: <http://www.nodulo.org/ec/2002/n010p13.htm>

Giobellina, F. (1997). Del saber antropológico. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, IV, 10, 17-27. En: <http://www.redalyc.org/pdf/138/13810402.pdf>

Goodson, I. (1991). La construcción social del *currículum*. Posibilidades y ámbitos de investigación de la historia del currículum. *Revista de Educación*, 295, 7–37. Madrid.

Granger, G (1986). ¿Qué es una metadisciplina?. *Diánoia*, 32 (32), 103 – 117. [Trad. Castellana de Marcela Cinta]. En http://dianoia.filosoficas.unam.mx/files/2713/6987/4813/DIA86_Gaston_Granger.pdf

Grosfoguel, R. (2006). Más allá de los uni-versalismos occidentales: pluri-versalidad y transmodernidad como proyectos decoloniales. En: Saavedra, J. y Escobar, A. (comp). (2007). *Educación superior, Interculturalidad y Descolonización*. (125 – 144).

Guevara, J. (2012). *La importancia de la Experimentación en la Enseñanza de la Ciencia: La Experiencia de INNOVEC en la Educación Básica*. III Convención internacional y X nacional de profesores de Ciencias Naturales. México.

Guiso, A. (2012). De saberes y conocimientos y de los derroteros dialógicos de la educación contemporánea. *Aula urbana*, 86, 13-14. Bogotá: IDEP.

Gustín, R. (2006). Aproximaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias a la nueva producción de conocimiento. *Revista Historia de la Educación Colombiana*, 9, 139-161. Pasto: Editorial Universitaria Universidad de Nariño.

Haidar, J. (2006). *Debate CEU-Rectoría. Torbellino pasional de los argumentos*. Mexico: UNAM. En:

http://books.google.com.co/books?id=by1sCZMMP6cC&pg=PA317&lpg=PA317&dq=perspectiva+mereol%C3%B3gica&source=bl&ots=g5dTrEWed-&sig=aqrqGfwp4RQ-PPFc3oziRo3MLV0&hl=es&sa=X&ei=uXJoUb_WNY6O0QH5uoCQBw&ved=0CEsQ6AEwBQ#v=onepage&q=perspectiva%20mereol%C3%B3gica&f=false

Hernández, C. y López, J. (2002). *Disciplinas*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Proyecto estándares mínimos de calidad.

Hunt, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique*, 49, 20-29.

Jäger, S. (1999). Discurso y conocimiento: aspectos teóricos y metodológicos de la crítica del discurso y del análisis de dispositivos. En: Wodak, R. y Meyer M. (2003). *Métodos de análisis crítico del discurso* (61-100). Barcelona: Gedisa Editorial.

Jáuregui, J. (s.f). *Urbanismo y Transdisciplinariedad*. En <http://www.jauregui.arg.br/transdisciplinariedad.html>

Kuhn, T. (1992). *La estructura de las revoluciones científicas*. Bogotá: Fondo de cultura económica.

Kolb, D. (1981). Learning styles and disciplinary differences. Chickering, A. (comp.). *The Modern American College*. San Francisco: Jossey Bass.

Lenoir, Y. y Hasni, A. (2004). La interdisciplinariedad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón. *Revista Iberoamericana de Educación*. 35. OEI.

Kostina, I. (2005). *La didáctica de la lengua extranjera: estado de la discusión en Colombia*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle - ICFES.

Linn, P. (2001). Las ciencias integradas. *Revista de divulgación científica, tecnológica y cultural*, 24, 5. Junio-Julio. Edición de aniversario. En: http://aleph.cs.buap.mxhttp://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/alephzero/archivo/historico/az24/ciencias_integradas.html

Martínez Aznar, M.; Martín del Pozo, R.; Rodrigo, V.; Varela, N.; Fernández, M.; Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87.

Martínez, M. (2007). *Transdisciplinariedad, pertinencia social e investigación*. En: <http://miguelmartinezm.atspace.com/TransdiscPertinSocialInvest.html>

Mellado, J. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.

Mera, A. (2011). *Syllabus Seminario Complejidad y transdisciplinariedad: visiones para la investigación en educación*. Bogotá. UPN. Facultad de Educación.

Ministerio de Educación Nacional (1998). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Lineamientos curriculares*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Serie Guías No 7.

Mosquera, C. (2008). La didáctica de las ciencias. Fundamento del conocimiento profesional de los profesores de ciencias. *Eleducador*. 16-20.

Morín, E. (1993). *El Método*. Madrid: Cátedra (Teorema Mayor).

Morín, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.

Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Capítulo II. Los principios de un conocimiento pertinente*. 14–21. París: UNESCO.

Neira, E. (1985). *Interdisciplinariedad de la ciencia hoy*. En: <http://webdelprofesor.ula.ve/cjuridicas/neirae/pdf/ensayos/14interdisciplinariedad.pdf>

Nicolescu, B. (1998). “La transdisciplinariedad, una nueva visión del mundo” extracto del libro *La Transdisciplinariedad*. Traducción del Francés por Consuelo Falla Garmilla. UNAM. International Center for Transdisciplinary Research. En: <http://perso.club-internet.fr/nico>

Núñez, S. (2004). *Interdisciplinariedad: un reto para el docente*. En: http://200.10.23.169/educacion/ed_ciencias_interdisciplinariedad.pdf

Olvera, G. (2012). *Aprender, enseñar y evaluar. Las Ciencias Naturales en el nivel medio superior*. Estados Unidos de América: Palibrio

Orozco, L. (1990). *Filosofía 1 y Filosofía 2*. Bogotá: Editorial Norma.

Pantin, C. (1968). *The Relations Between the Sciences*. Cambridge.

Perera, F. (2004). *La formación interdisciplinaria de los profesores: una necesidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. En: http://200.10.23.169/educacion/ed_ciencias_interdisciplinariedad.pdf

Pérez de los Reyes, C. (2008). Un modelo didáctico para la integración de las Ciencias Naturales en secundaria básica. *Revista científico pedagógica*, 2, 5, octubre - diciembre. En: <http://www.pr.rimed.cu/sitios/revista%20Mendive/Num5/3.html.3>

Pérez, N. y Setién, E. (2008a). *La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa*. En http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol18_4_08/aci31008.htm

Piaget, J. et al. (1973). *Tendencias de la investigación en ciencias sociales*. UNESCO.

_____. (1979). *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias*. Ponencias publicadas por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior. México.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1995). *Constructivismo y Escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada

Porlán, R. (2003). Principios para la Formación de Profesores de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 23-35.

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

Porlán, R. Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Capítulo 2. Colección Investigación y enseñanza. Serie Fundamentos No 9. Sevilla: Díada Editora.

Rivera, R. (2008). *La investigación documental*. Capítulo 6. En: <http://www.mailxmail.com/curso-investigacion-documental/caracteristicas-investigacion-documental>.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la ESO: un estudio de caso*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

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

Romero, G. (2009). La Pedagogía en la educación. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 15, 1-9. En http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_15/GUSTAVO%20ADOLFO_ROMERO_2.pdf

Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesorado. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, 78 – 86.

Schwartz, P. (2003). *Inevitable surprises: Thinking ahead in a time of turbulence*. New York: Gotham Books.

Scurati, C. y Damiano, E. (1974). *Interdisciplinariedad y didáctica*. La Coruña: Adara.

San Segundo, R. (1992). *Teoría e historia de la clasificación bibliotecaria en España: siglos XIX y XX*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. En:

<http://eprints.ucm.es/1784/1/S3019501.pdf>

Smirnov, S. (1983). La aproximación interdisciplinaria en la ciencia de hoy. Fundamentos ontológicos y epistemológicos. Formas y funciones. En: Apostel, J. et al. (1983). *Interdisciplinarietà y ciencias humanas* (53-70). Madrid: Tecnos-UNESCO.

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

Soneira, A. (2006), La "Teoría fundamentada en los datos" de Glaser y Strauss. En: Vasilachis, I. (coord.). *Estrategias de investigación cualitativa*. (153–170). Barcelona.

Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

Torres, J. (1998). *Globalización e interdisciplinarietà: el curriculum integrado*. (3ª edición). Madrid: Ediciones Morata.

Travé, G. y Pozuelos, F. (1999). Superar la disciplinarietà y la transversalidad simple: hacia un enfoque basado en la educación global. *Investigación en la escuela*, 37, 5-13.

Uribe, J. (2011). La investigación documental y el estado del arte como estrategias de investigación en ciencias sociales. En: Páramo, P. (comp.). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Bogotá: Universidad Piloto.

Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la UPN*. Tesis doctoral.

Yus, R. (1997). La Transversalidad como constructo organizativo del currículo escolar, en la antesala de la globalidad. *Investigación en la escuela*, 32, 43-50.

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