

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**LAS REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS
DE LOS PROFESORES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA
Y SUS IMPLICACIONES PAA LA ENSEÑANZA
Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES
EN LA PERSPECTIVA DEL CAMBIO CONCEPTUAL**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN PEDAGOGÍA

P R E S E N T A :
JOSÉ RAMÍREZ GUZMÁN

DIRECTOR DE TESIS:
DR. FERNANDO FLORES CAMACHO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

10

*A mi esposa Olli,
con gran cariño y gratitud
por su comprensión y respaldo auténtico.*

*A mis hijos: Pepe, Diana, Gabriel y Luis, ellos son
ciertamente uno de los principales motivos de mi
vida. Les dejo este documento como testimonio de
lo que nunca creí posible lograr y decirles que, si
alguna vez se sienten derrotados, me vean a mi y
abran sus ojos ante el testimonio que les dejo como
padre, para que se recobren a sí mismos y puedan
seguir adelante, para que abran su mente y su
corazón y aprendan a volar con firmeza en las alas
de la imaginación, la decisión y el esfuerzo.*

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Dra. Ma. Esther Aguirre Lora, distinguida, ameritada y estimada maestra e investigadora, del claustro de profesores de Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM y el Centro del Estudios Sobre la Universidad (CESU), por el gran apoyo brindado para cursar el Doctorado en Pedagogía, oportunidad que viene a constituirse en un sesgo favorable y reorientador del proyecto de desarrollo de mi vida profesional.

En especial expreso mi más genuino y sincero reconocimiento y agradecimiento al Dr. Fernando Flores Camacho, Tutor director de este trabajo y responsable, en todo momento, de la conducción del mismo, por ayudarme a descubrirme en esta nueva etapa de mi vida, por participar sin interferir anteponiendo su mundo al mío, con firmeza, claridad, conocimiento y tolerancia.

A la Dra. Sara Rosa Medina Martínez, excepcional mujer, franca, directa y sumamente dispuesta a enfrentar el reto del trabajo académico, mi agradecimiento por todas sus atenciones y disposición de siempre.

A la Dra. Patricia Ducoing, le expreso mi agradecimiento y reconocimiento por el apoyo brindado.

A los muy estimados Doctores y Doctoras integrantes de mi Jurado del examen recepcional del Doctorado en Pedagogía: Fernando Flores Camacho, Plinio Sosa, Ma. Esther Aguirre Lora, Ana María Salmeron, Sara Rosa Medina Martínez, Leticia Gallegos y Patria Ducoing, mi gratitud por la paciencia en la lectura del documento, sus votos favorables y sobre todo su tiempo valioso y la comprensión y el apoyo que siempre me dispensaron.

Al Dr. Ángel López y Mota, de la UPN-Ajusco, mi reconocimiento y agradecimiento por su participación corresponsable y sus aportaciones constructivas en el Seminario de Enseñanza de la Ciencia.

Deseo expresar mi gesto de gratitud a cada una de las integrantes del equipo de trabajo que me acompañaron en esta muy amplia, rica y agradable aventura en el Seminario de Enseñanza de la ciencia, a Diana Patricia Rodríguez Pineda (de la Universidad de Caldas, Manizales Colombia), a María Xóchitl Bonilla Pedroza (de la UPN-Ajusco, de México), a María Eugenia Alvarado Rodríguez (de la UNAM, de México), a Norma Ulloa Lugo (de la UPN-Ajusco de México). A todas ellas mis compañeras del grupo de trabajo del Doctorado en Pedagogía en la UNAM y de la UPN, mi más entrañable afecto, consideración y recuerdo por su apoyo, aportaciones y estímulo siempre espontáneo, esforzado y constructivo en lo personal y en lo académico.

A la Secretaría de Educación en Michoacán, por el apoyo que me brindó para la realización de los estudios de Doctorado en Pedagogía, mediante el otorgamiento de una beca-comisión durante el periodo 2000-2003.

Finalmente, no me resta sino agradecer a quienes fueron mis estudiantes de la Maestría en Educación en Ciencia Naturales del IMCED (generación 2000-2002), por su valiosa participación en este estudio, esperando que su contribución a través de mi persona haya servido para mejorar el trabajo de formación con las nuevas generaciones de maestros en este campo.

D

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
Problematización	3
Problema de investigación	4
Objetivos del estudio	4
Sustentación teórica	5
Sistema de categorías de las concepciones epistemológicas	7
Sistema de categorías de las concepciones de aprendizaje	8
Proceso metodológico de la investigación	8
Justificación	10
Estructura de este estudio	10
Capítulo 1 Concepciones epistemológicas de la Filosofía de la Ciencia	13
1.1. La epistemología: Elementos conceptuales	14
1.2. El empirismo inductivo	16
1.2.1. El empirismo clásico en David Hume (1711-1776)	17
1.3. El positivismo: Características	19
1.3.2. El positivismo lógico: El Círculo de Viena	21
1.4. Racionalismo crítico	23
1.4.1. Falsacionismo metodológico de Popper	24
1.4.2. Falsacionismo metodológico sofisticado de Lakatos	25
1.5. Gastón Bachelard: La formación epistemológica (1884-1962)	26
1.6. Relativismo y contextualismo	28
1.6.1. Thomas s. Kuhn (1922-1996)	28
1.6.3. Stephen toulmin (1922-)	33
1.6.4. Larry laudan (1941-)	35
1.7. Construcción de categorías epistemológicas	37
1.7.1. Propósito de las categorías epistemológicas	37
1.7.2. Contextos de organización de las categorías epistemológicas	37
1.7.3. Clasificación de categorías epistemológicas en cada contexto	41
1.7.4. Enfoques epistemológicos: Categorías de análisis	41
1.7.5. Sistema de categorías de concepciones epistemológicas	49
Capítulo 2 Las representaciones del aprendizaje: el cambio conceptual, una concepción de aprendizaje desde el enfoque constructivista	50
2.1. Enfoques y concepciones de aprendizaje	51
2.1.1. Asociacionismo	51
2.1.2. Cognoscitivismo	54
2.1.3. Constructivismo	56
2.2. El cambio conceptual	59
2.2.1. Antecedentes	59
2.2.2. La teoría del cambio conceptual	61
2.3. Sistema de categorías de las concepciones de aprendizaje	65
3.1. Propósitos y objetivos de las investigaciones	68
3.1.1. Posturas y tendencias sobre la filosofía de la ciencia y la educación	69
3.1.2. Concepciones epistemológicas y procesos de enseñanza y aprendizaje	69
3.1.3. Procesos de intervención en la formación y seguimiento	70
3.2. Procesos metodológicos e instrumentos de evaluación sobre la naturaleza de la ciencia	71
3.2.1. Metodologías de trabajo	71

A

3.2.2.	Los instrumentos	73
3.2.3.	Las poblaciones y muestras	78
3.3.	Categorías empleadas en las investigaciones	82
3.3.1.	Estudios con categorías epistemológicas	83
3.3.2.	Estudios con categorías de aprendizaje	87
3.3.3.	Objetivos de la naturaleza de la ciencia	90
3.3.5.	Categorías sobre la naturaleza de la ciencia y la educación	93
3.3.6.	Criterios para la caracterización de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje	94
3.4.	Implicaciones de los trabajos de investigación	97
3.4.1.	En el currículo	97
3.4.2.	En la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia	98
3.4.3.	En los programas de formación permanente	101
Capítulo 4	Diseño metodológico de la investigación y presentación de resultados	103
4.1.1.	Características de los profesores participantes	104
4.4.2.	El currículum de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales	105
4.3.	Proceso metodológico para la obtención de la información	106
4.3.1.	Los instrumentos para recabar la información	106
4.3.2.	Interetapa: Proceso de intervención grupal	110
4.3.3.	Criterio para la caracterización de las concepciones de los profesores	112
4.4.	Análisis de la información y presentación de resultados	112
4.4.1.	Concepciones epistemológicas a nivel individual.....	112
4.4.2.	Análisis grupal de las representaciones epistemológicas.....	114
4.4.3.	Representación gráfica de las concepciones epistemológicas a nivel grupal	115
4.4.4.	Análisis individual de las concepciones de aprendizaje	117
4.4.5.	Análisis grupal de las concepciones de aprendizaje	119
4.4.6.	Representación porcentual de las concepciones de aprendizaje	120
4.4.7.	Estructura del proyecto de investigación	121
4.4.8.	Las concepciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza de los profesores	123
4.5.	Análisis comparativo de las etapas 1 y 2	124
4.5.1.	Análisis de los cambios conceptuales en la caracterización epistemológica	124
4.5.2.	Análisis de los cambios conceptuales en la caracterización de aprendizaje	124
4.5.3.	Análisis de los cambios en la estructura del proyecto de investigación	125
4.5.4.	Análisis de los cambios conceptuales en las representaciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza	125
Capítulo 5	Interpretación de resultados sobre las concepciones epistemológicas y de aprendizaje	127
5.1.	Interpretación de resultados de las representaciones epistemológicas	128
5.1.1.	El Contexto de Descubrimiento	128
5.1.2.	El Contexto de Justificación	140
5.1.3.	El Contexto de Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia	149
5.2.	Interpretación de resultados de las concepciones de aprendizaje	158
5.2.1.	Ámbito: Caracterización	158
5.2.2.	Ámbito: Procesos	164
5.2.3.	Ámbito: Propósitos	169
5.3.	Interpretación de resultados del cambio conceptual en las representaciones epistemológicas	170
5.4.	Interpretación de resultados del cambio conceptual en las representaciones de aprendizaje	174
5.5.	Interpretación de resultados de la concepción del proyecto de investigación	179

A

5.6.	Interpretación de los resultados del cambio conceptual en las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje	180
Capítulo 6	Conclusiones	182
6.1.	De las representaciones epistemológicas	182
6.1.1.	A nivel individual	182
6.1.2.	A nivel grupal	183
6.1.3.	El cambio conceptual en las representaciones epistemológicas	184
6.2.	Las representaciones de aprendizaje	185
6.2.1.	A nivel individual	185
6.2.2.	A nivel grupal	186
6.2.3.	El cambio conceptual en las representaciones del aprendizaje	187
6.3.	Propuesta de formación de maestros en enseñanza de la ciencia	188
6.4.	Corolario: Reflexiones personales del investigador	191
Bibliografía	193
Apéndice	199
1.	Guía de entrevista	199
2.	Guía de entrevista del proyecto de investigación	200
3.	Cuestionario	201
Índice de cuadros y gráficas	203

INTRODUCCIÓN

El objeto de conocimiento elegido para el desarrollo de esta investigación fue el de las representaciones¹ epistemológicas de los profesores en servicio sobre la naturaleza de la ciencia, en el área de las ciencias naturales. Se trató en principio de indagar cuál era la forma en que los profesores pensaban el conocimiento científico, es decir, cómo lo concebían y lo entendían, y a partir de estas representaciones² identificar las relaciones que articulaban estas formas de pensar de los profesores participantes en este estudio, con su expresión en la enseñanza.

El supuesto que subyace a la idea central de esta investigación, es que la forma característica de pensar del profesor sobre la ciencia está arraigada en ciertas perspectivas epistemológicas que la predeterminan y que, consecuentemente, le dan orientación a su práctica de la enseñanza, traducándose ésta en una influencia determinante para el aprendizaje de las asignaturas de ciencias naturales en los estudiantes.

Por lo tanto, fue importante para la perspectiva de esta investigación, caracterizar estos esquemas de pensamiento del profesor, puesto que es la forma en que él se representa el conocimiento de la ciencia, pero al mismo tiempo también fue necesario reconocer su visión del aprendizaje, como una consecuencia que tiene origen y a su vez expresa, como dice Kuhn (1985), los *compromisos básicos* del profesor.

Por tratarse en este caso de representaciones cognitivas, es decir, de representaciones del conocimiento científico en particular, es que la naturaleza misma de estas representaciones se delimitó para su observación, caracterización y análisis, en primer lugar en el campo de la Epistemología³ y, en segundo lugar en el campo de la Psicología,

1. En este estudio, el término *representaciones* se usará indistintamente como visiones o conceptualizaciones. Las representaciones (individuales o colectivas) se refieren al mundo provisto de significado. Son los símbolos que configuran la experiencia y comprensión del mundo, son los instrumentos que posibilitan el representar/ decir social, puesto que incorporan aquellos *sólidos marcos categorías del pensamiento*: espacio, tiempo, totalidad, leyes de identidad y no contradicción, etc. (Kant: las percepciones del mundo así ordenadas se relacionan por medio de conceptos tales como unidad, substancialidad, causalidad y contingencia, cuatro de las 12 categorías del entendimiento). Las representaciones son portadoras de significados sociales, derivados de la producción instituyente de ese *mundo de significados*: normativos, cognitivos, expresivos, etc. Este lenguaje es código de recetas, reglas, procedimiento, por tanto es el decantado de las diversas formas de vida, tradiciones culturales; y por otra parte, es condición de posibilidad de la comunicación humana. Las representaciones constituyen *el acervo de conocimiento socialmente disponible que se despliegan como formaciones discursivas más o menos autonomizadas* (como el discurso de la ciencia/tecnología). Actúan como paradigmas contrafácticos compartidos que contribuyen a la reproducción simbólico cultural. Castoriadis, IIS, 1975, 489-493, en *Representaciones colectivas y proyecto de modernidad* de Josetxo Beriain, p. 14.
2. Para el propósito de este estudio en cuanto al objeto de conocimiento se entiende por *representación* aquellas concepciones, imágenes mentales, ideas o visiones que aluden a los significados que el profesor de ciencias naturales tiene del conocimiento científico, de la naturaleza de la ciencia y que él ha adquirido a lo largo de su formación profesional y en el ejercicio de su quehacer como docente.
3. *Episteme*: ciencia, conocimiento y *logos*: tratado, estudio. Disciplina filosófica que tiene por objeto la crítica de las ciencias y el estudio de los principios es que ha de basarse el conocimiento propio de las mismas. Al respecto, Losse (1997, p. 13) distingue entre hacer ciencia y pensar acerca de cómo debe hacerse ciencia. Ubica tres niveles: el de los Hechos, el de la Ciencia (explicación de los hechos) y el de la Filosofía de la Ciencia (análisis de los procedimientos y de la lógica de la investigación científica). En este último nivel, en el

de tal manera que bien se les puede llamar *representaciones epistemológicas y de aprendizaje*.

Por lo tanto, la cuestión que sirvió de punto de partida a esta investigación tomó las representaciones del conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje del profesor como su centro de referencia y a la enseñanza como su función derivada para tratar de adentrarse en la *comprensión de los problemas inherentes al aprendizaje de los conocimientos científicos y la manera como éstos son incorporados al pensamiento de cada estudiante*, Flores, F. (1994, p. 49).

La razón de elegir este campo problemático se remite a los hechos que se presentan cotidianamente en la práctica docente de los profesores de ciencias naturales. Algunos de los problemas más comunes que aparecen al cuestionar a los profesores sobre las dificultades que ellos observan en sus alumnos para lograr el aprendizaje de la Física, la Química o la Biología, están asociados, en mayor o menor medida, con la dificultad para aprender estas materias, además de la falta de comprensión, es decir, no se logran aprendizajes significativos, así como la falta de interés del estudiante por dichas materias.

Estos problemas requieren ser estudiados minuciosamente con el propósito de mejorar la enseñanza de las ciencias. Al respecto, Flores (1994), quien ha estudiado este campo de conocimiento se cuestiona: *¿En dónde radican entonces las causas de los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de estas materias?*, y apunta hacia dos dimensiones del problema: por una parte, señala, están los contenidos científicos y, por la otra, el proceso enseñanza y aprendizaje. La reflexión de este autor se encamina a dilucidar lo siguiente *Si el conocimiento de las materias de ciencias naturales no es cosa del otro mundo, es decir, es un conocimiento accesible a las capacidades de los alumnos, entonces habrá que cuestionar cómo se enseña y cómo se aprenden estas materias*.

De hecho, él está precisando que el origen del problema radica en la forma en que los maestros enseñan y hacen que el alumno aprenda, comúnmente a base de memorizaciones y repeticiones de ejercicios carentes de significado. Ante el reconocimiento de esta problemática generalizada en cuanto la forma en que se enseña el conocimiento científico, se han venido generando progresivamente investigaciones a partir de la década de los setenta y hasta la actualidad, refiere Flores (1994), cuyos resultados han venido a constituir un nuevo campo de estudio que se reconoce como el campo de la *enseñanza de la ciencia*, el cual comprende en el estado actual del conocimiento una gran diversidad de trabajos relativos a la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza, así por ejemplo, entre otros, Hodson (1986), Aguirre *et al.* (1990), Lederman (1992), Porlan *et al.* (1998), Flores (2000), Mellado (1998), Pomeroy (1983) y Palmquist (1997) ponen de manifiesto que los compromisos epistemológicos y de aprendizaje de los profesores inciden en su práctica docente y que, al producirse

de la Filosofía de la Ciencia, se ubica la epistemología, es decir, se trata de una reflexión crítica de segundo orden o nivel.

un cambio en la visión que los profesores tienen sobre la naturaleza de la ciencia, entonces se puede esperar que ellos transformen su práctica de la enseñanza de las ciencias.

Problematización

Los enfoques, teorías y concepciones de aprendizaje en general se cuestionan por una pregunta central, que es ésta: ¿Cómo adquiere el alumno el conocimiento científico?, y esta pregunta está en función de otra cuestión igualmente relevante, pero en el contexto del conocimiento científico, desde la epistemología ¿cómo se construye el conocimiento científico?, ¿cuál es su validez? Las respuestas a estas cuestiones se explican de manera distinta, desde diferentes posturas paradigmáticas de la filosofía de la ciencia y del aprendizaje. También son el referente para interpretar la perspectiva y el enfoque epistemológico que el profesor puede tener como referencia.

El enfoque epistemológico es determinante porque, dependiendo de cómo el profesor concibe las relaciones sujeto-objeto en la construcción del conocimiento científico, alumno-conocimiento en la adquisición del conocimiento y maestro-alumno en la mediación con el conocimiento, en consecuencia orientará el aprendizaje de la ciencia en el alumno, es decir, lo moldeará de acuerdo con el esquema de sus propias representaciones haciendo uso de su propio conocimiento y autoridad; en otras palabras, el papel del profesor de ciencias bien puede ser el modelo a seguir por el alumno, como lo afirma Camilloni (2001) *representar* (el conocimiento científico) es, *de alguna manera, modelar*.

Al igual que los alumnos, los profesores también tienen conocimientos previos o no reestructurados, perpetuados en la inmovilidad, por esta razón es que se observa la necesidad de un movimiento permanente hacia el cambio (conceptual), para pasar del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, lo que conlleva una serie de cuestionamientos sobre el sentido de dicho cambio, el cual viene a integrarse como uno de los puntos nodales en la reflexión de este estudio.

Integrando entonces elementos de la reflexión anterior y previamente al planteamiento del problema de esta investigación, se formulan algunas preguntas orientadoras en torno a la problemática que toca este estudio, tales como ¿cuáles son las concepciones o las representaciones que tiene el profesor sobre la naturaleza de la ciencia? Y, en consecuencia, ¿cómo concibe el profesor el aprendizaje del conocimiento científico?, por lo tanto, ¿cuál es la idea que el profesor tiene sobre la enseñanza de la ciencia?, ¿tiene el profesor claro bajo qué tipo de orientación epistemológica implícita o explícita dirige la acción de su práctica docente? Si se pueden caracterizar sus representaciones del conocimiento científico y el aprendizaje ¿puede cambiar el profesor su concepción epistemológica y de aprendizaje bajo la influencia de nuevas ideas que modifiquen las ideas preexistentes?, entonces ¿qué condiciones se requieren para lograr dicho cambio, y en qué sentido?.

En consecuencia, resulta evidente la necesidad de llevar a cabo una indagación puntual del tipo de representaciones que estructuran la mente del profesor, puesto que estas concepciones ponen de manifiesto sus compromisos epistemológicos y de aprendizaje, y por lo tanto, su incidencia en la práctica docente, de tal manera que la pregunta fundamental de esta investigación se enuncia en los siguientes términos:

Problema de investigación

¿Cuáles son las representaciones epistemológicas de los profesores sobre el conocimiento científico y qué implican éstas en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la perspectiva del cambio conceptual?.

Objetivos del estudio

En cuanto a los objetivos, éstos son cuatro y resumen la finalidad general de la investigación:

1. Fundamentar la construcción de un sistema de categorías de análisis desde la Filosofía de la Ciencia y la Psicología.
2. Caracterizar las representaciones sobre la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje de los profesores de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación (IMCED).
3. Analizar los enfoques o tendencias que en este momento existen sobre la enseñanza de las ciencias, tanto a nivel bibliográfico como de investigación sobre el estado del conocimiento en este campo, con base en un conjunto de categorías para la interpretación de los aportes de las investigaciones.
4. Analizar la manifestación de cambios conceptuales de las representaciones sobre la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza a partir de una intervención en los proyectos de investigación de los estudiantes del V Semestre de la MECN.

Uno de los puntos fundamentales que le dan sentido a esta investigación es la idea de que, para mejorar la enseñanza de la ciencia, se requiere la transformación estructural y/o conceptual del profesor, de modo que él acceda a los cambios en sus representaciones que vengan a modificar sus compromisos básicos a partir de los conocimientos previos que él posea, volviéndose consecuentemente consciente del sentido que tienen tales cambios para el aprendizaje de sus alumnos.

Este cambio sería un cambio hacia la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual del profesor, el cual implica el reconocimiento de cuál es la concepción que él tiene actualmente, esto es, cómo piensa la ciencia y el aprendizaje. La idea es que al tomar conciencia el profesor de esta situación, pueda entrar en un conflicto cognitivo que lo involucre en la búsqueda de alternativas viables de cambio de sus conocimientos previos.

En términos de la finalidad que persigue esta tesis y de la aportación innovadora que se plantea, su importancia radica en varios aspectos:

1. Conocer qué es lo que se ha hecho y estudiado en este campo de investigación en los últimos años.
2. Tener una visión panorámica a nivel internacional del estado del conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje.
3. Detectar algunos de los problemas y limitaciones categoriales que acusan las investigaciones analizadas.
4. Desarrollar una propuesta de categorías de análisis pertinentes al objeto de estudio.
5. Dar pauta en este estudio para la búsqueda de las concepciones o representaciones sobre la naturaleza de la ciencia que tienen los profesores de ciencias dentro del contexto latinoamericano y, más particularmente, en una pequeña población de docentes en servicio en México.
6. Observar cómo se reflejan conceptualmente estas formas de pensar de los profesores en la enseñanza y el aprendizaje.
7. Analizar los cambios de tipo conceptual operados en los profesores a partir de una intervención académica a través de un curso de Seminario-taller.

Para alcanzar estos propósitos, el trabajo de análisis sobre el Estado del Conocimiento en el campo de la enseñanza de la ciencia permitió dimensionar la ubicación de este estudio dentro de un contexto histórico inmediato y actualizado, con una cobertura internacional más amplia y completa dentro del ámbito de la investigación, lo cual permitió observar sus resultados a la luz de nuevos enfoques en los campos teóricos de la filosofía de la ciencia y la psicología.

Sustentación teórica

La sustentación teórica de este estudio se enmarcó en dos grandes campos de conocimiento: la filosofía de la ciencia, en donde se estudian los enfoques epistemológicos de la filosofía de la ciencia clásica y de la nueva filosofía de la ciencia, y el campo de la psicología. En el campo de la filosofía de la ciencia, las teorías del conocimiento o epistemologías que se revisaron para la interpretación de las representaciones que el profesor tiene del conocimiento científico, fueron tomadas de un acercamiento a: el empirismo clásico a partir de las ideas del empirismo inductivo de David Hume; el logicismo de Bertrand Russell y Whitehead; el positivismo lógico (del Círculo de Viena) en particular la filosofía analítica de Wittgenstein. Hasta aquí se pudieron clarificar, con variantes particulares, una gama de lo que se define como enfoques empiristas, desde la visión clásica de Hume hasta el neopositivismo, entendido como un empirismo más estricto, centrado en lo general en la idea de que el conocimiento

científico se construye y se valida mediante la contrastación empírica de los enunciados científicos. Por otra parte, se revisaron y desarrollaron la corriente epistemológica del racionalismo crítico del falsacionismo metodológico de Karl R. Popper y el falsacionismo sofisticado de acuerdo a los Programas de investigación de Imre Lakatos. En estos enfoques epistemológicos, se substituye la contrastación por las conjeturas y la falsación para la aceptación y/o refutación o rechazo de las teorías, ya sea con base en el referente empírico solamente (caso de Popper) o con el referente empírico y/o la teoría misma (en el caso de Lakatos). Las posturas del relativismo y del contextualismo sirvieron de base a esta investigación para situar una posición crítica desde la filosofía de la nueva ciencia hacia los enfoques epistemológicos tradicionalistas, particularmente con las aportaciones de Thomas S. Kuhn, Stephen Toulmin, Paul Feyerabend y Larry Laudan.

En el campo Psicológico fueron examinados los aportes de los enfoques asociacionista, cognoscitivista y constructivista, que dan origen a las teorías del aprendizaje del Conductismo, del Pragmatismo, la Teoría de la Asimilación de David Ausubel y las teorías del enfoque constructivista, a saber: la Teoría Psicogenética de Jean Piaget, la Teoría del Socioconstructivismo de Lev Z. Vigotzky y la Teoría del Cambio Conceptual de G.J. Posner, K.A. Strike, P.W. Hewson W.A. Gertzog, esta última como la perspectiva en que se ubica la línea de sustentación psicológica de este estudio.

Se eligió el cambio conceptual como enfoque teórico de aprendizaje en este estudio, por- que en este enfoque de aprendizaje se trabaja el cambio conceptual en ciencia y, en particular, se intenta ver *cómo los conceptos cambian con el impacto de las nuevas ideas o de las nuevas informaciones*, Posner, Strike, Hertzog y Hewson (1997, p. 90). El cambio conceptual según se concibe en esta teoría constituye una actividad racional (centrada en qué es el aprendizaje, no sobre de qué depende), es decir, aprender es, fundamentalmente, llegar a comprender y aceptar las ideas, al ser éstas inteligibles y racionales. Por tanto, según estos autores, *aprender es investigar, de algún modo. Los estudiantes deben hacer sus valoraciones partiendo de la evidencia de que disponen. El aprendizaje se preocupa por las ideas, su estructura y su evidencia. No es la simple adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o de un conjunto de conductas; aprender, al igual que investigar, debe ser considerado más como un proceso conceptual que sucede sobre el fondo de los conceptos del que aprende* (de donde parte el proceso del cambio). Esta teoría distingue dos fases diferenciables en el cambio conceptual en ciencia. A la primera se la denomina cambio conceptual por *asimilación* y a la segunda cambio conceptual por *acomodación*. Esta segunda fase sólo se presenta cuando los compromisos centrales o paradigmas de los estudiantes son modificados, según Kuhn (1972).

En suma, con estos aportes teóricos se construyó el sistema de categorías de análisis de tipo epistemológico y de aprendizaje, así como las definiciones conceptuales que orientan el punto de vista y los supuestos que sirven de partida para la interpretación del problema de estudio sobre lo que son las representaciones o concepciones de los profesores de la MECN participantes en este estudio.

Sistema de categorías⁴ de las concepciones epistemológicas

En el sistema de categorías elaborado para trabajar el análisis de los distintos enfoques epistemológicos seleccionados en este estudio, se tomó como referencia la distinción básica entre los dos grandes contextos clásicos para el desarrollo de la investigación científica, el primero referido al *contexto de descubrimiento*, el segundo al *contexto de justificación* y además se incluyó un tercer contexto relativo a *la naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia*. La distinción entre los tres contextos referidos supone una mayor clarificación para tratar de entender los conceptos claves y el lenguaje distintivo de cada enfoque epistemológico y lograr de esta manera aportar mayor claridad al proceso de interpretación. Se pretendió que las categorías organizadas en cada contexto aportaran una visión de conjunto viable para la clasificación de las respuestas de los maestros y su caracterización. Los dos primeros contextos marcan una distinción tajante en los procesos de producción del conocimiento científico. Entre el *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación* se encuentra el núcleo de las concepciones clásicas de la filosofía de la ciencia y el enfoque relativista. Dichos contextos se toman como base para establecer las diferencias substanciales entre las concepciones epistemológicas de la filosofía de la ciencia clásica y la que se ha denominado la nueva filosofía de la ciencia. El tercer contexto alude primordialmente a los aspectos de tipo conceptual, por lo que intencionalmente se abstraigo de ambos contextos y se incluyó adicionalmente a propósito del objetivo de este estudio, en el que se pretende observar cómo conciben los profesores la naturaleza de la ciencia. Se presentan aquí el nombre asignado a cada categoría, así como la ubicación en su respectivo contexto:

1. Contexto de descubrimiento:

- 1.1. La observación
- 1.2. Papel del experimento
- 1.3. Papel del científico
- 1.4. Origen del conocimiento
- 1.5. Relación sujeto-objeto
- 1.6. *Proceso metodológico para la generación del conocimiento*

2. Contexto de justificación:

- 2.1. La observación
- 2.2. Papel del experimento
- 2.3. Validación
- 2.4. Correspondencia con la realidad
- 2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)

4. La recopilación de los documentos sobre el Estado del Conocimiento, su análisis e interpretación, la formulación de propuestas y elaboración de síntesis en los cuadros para la construcción del sistema categorial de análisis de esta investigación, tanto en lo correspondiente a las concepciones epistemológicas como de aprendizaje, así como las categorías que sirvieron de base para el análisis del contenido que trata sobre el Estado del Conocimiento actual en el campo de la enseñanza de las ciencias, fue trabajado en el equipo del Seminario de *Enseñanza de la Ciencia*, conducido por el Dr. Fernando Flores Camacho (UNAM), con el auxilio del Dr. Ángel López y Mota (UPN-Ajusco). Dicho curso se llevó a cabo en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM. El equipo de trabajo estuvo formado por: Diana Patria Rodríguez Pineda, Norma Ulloa Lugo, María Xóchitl Bonilla Pedroza, María Eugenia Rodríguez Alvarado y José Ramírez Guzmán. Este trabajo se llevó a cabo en el período de 2001 a 2003.

3. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia:

- 3.1. Concepción de conocimiento científico
- 3.2. Concepción de ciencia
- 3.3. Finalidad
- 3.4. Niveles de organización
- 3.5. Desarrollo de la ciencia

Sistema de categorías de las concepciones de aprendizaje

En el campo psicológico el sistema de categorías se organizó a su vez en tres ámbitos, que se articulan procesualmente en torno al aprendizaje. Así, se distinguieron los ámbitos de *Caracterización*, del *Proceso* y del *Propósito* del aprendizaje. En cada ámbito se organizaron las categorías que a continuación se enuncian.

1. Ámbito de caracterización:

- 1.1. En qué consiste
- 1.2. Rasgos generales
- 1.3. Papel del sujeto
- 1.4. Objeto del aprendizaje

2. Ámbito de proceso:

- 2.1. Procesos cognitivos
- 2.2. Origen y elementos
- 2.3. Verificación

3. Ámbito de propósito:

- 3.1. Para qué aprender.

Con base en este sistema de categorías teóricas sobre los enfoques epistemológicos y de aprendizaje, se elaboraron los instrumentos para el registro de la información

Proceso metodológico de la investigación

El proceso para la captación de la información empírica de esta investigación se llevó a cabo en el periodo comprendido de septiembre de 2001 a enero de 2002. Los sujetos que participaron en esta etapa fueron 15 profesores del V y último Semestre de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales del Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación. La Maestría a que se refiere este estudio está estructurada en cinco Semestres y cuenta con tres campos terminales de formación disciplinaria: Química, Física y Biología. Está dirigida a profesores en ejercicio profesional, con formación heterogénea a nivel licenciatura, en donde destaca el hecho de que la mayoría ejercen la docencia sin tener formación profesional específica para la enseñanza, por lo que recurren a esta Maestría buscando resolver una necesidad de aprender a enseñar de mejor manera los conocimientos y contenidos de las materias científicas que ellos vienen atendiendo en diferentes niveles educativos.

El enfoque metodológico de este trabajo permite caracterizarlo como un estudio de tipo descriptivo, empírico, estructural y cualitativo prioritariamente. Se consideró que las representaciones mentales de los profesores podían identificarse mediante la expresión directa del pensamiento de dichos profesores en relación con una serie de cuestionamientos sobre el significado que tiene para ellos la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza, por lo cual la orientación metodológica de tipo cualitativo fue valorada como una estrategia adecuada para el fin perseguido, por lo tanto, se eligieron una serie de recursos técnicos para recabar la información, tales como: una entrevista en profundidad, un cuestionario de respuesta abierta, un cuestionario sobre el proyecto de investigación, y se recabaron los documentos del proyecto de investigación de los profesores tanto al inicio como al final del proceso de intervención que se siguió durante el V Semestre de la MECN.

El procedimiento metodológico para el registro de la información se dividió en dos etapas: La primera etapa consistió en aplicar a todos los participantes en la investigación una entrevista en profundidad, la cual fue grabada y se complementó con una guía de una entrevista adicional sobre el proyecto de investigación que los profesores venían desarrollando con el fin de conocer cuál era el avance que hasta el IV Semestre habían logrado. Además, se recabó el documento escrito sobre el proyecto de investigación. Enseguida se llevó a cabo un proceso de intervención en el grupo, el cual se desarrolló con dos procesos paralelos entre sí. Por una parte se llevó a cabo una secuencia de asesoría sobre los proyectos de investigación de cada profesor, la cual duró un semestre y, por otra, se desarrolló un curso de Seminario-Taller con el mismo tiempo de duración. La segunda etapa, se llevó a cabo al término del proceso de intervención y se aplicó un cuestionario para valorar los cambios conceptuales de los profesores operados en las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje. Esta actividad hizo posible una contrastación entre el bloque de las concepciones iniciales y el bloque de las representaciones finales. También se recabó el documento escrito del proyecto de investigación final.

El propósito que se persiguió en la primera etapa fue obtener una caracterización a nivel individual y grupal de los profesores derivada de las 16 categorías sobre la naturaleza de la ciencia, así como de 8 categorías sobre el aprendizaje y una radiografía de los elementos básicos del proyecto de investigación del profesor, con base en la entrevista al principio del semestre y el documento inicial del proyecto de investigación. En la segunda etapa, la información recabada con el cuestionario y el documento escrito del proyecto de investigación final hizo posible el análisis comparativo para la detección específica de los cambios conceptuales operados en algunas de las categorías de la caracterización individual de los enfoques epistemológicos y de aprendizaje, así como los cambios estructurales que sufrieron los proyectos de investigación. También fue posible saber qué cambios se manifestaron en los profesores en cuanto a sus concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje. Como parte de esta estrategia metodológica en su conjunto y tomando en cuenta la intervención particular sobre los proyectos de investigación de los profesores, es necesario destacar como resultados importantes de este estudio el haber podido obtener una caracterización epistemológica

y de aprendizaje de cada profesor, con matices específicos por categoría. Igualmente destaca el hecho de que fue factible observar los cambios que sufrieron los proyectos en cuanto a sus elementos estructurales, pero no sólo eso, sino también analizar de qué manera fueron afectados los profesores en sus concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje al término del semestre de intervención, puesto que, finalmente, uno de los aspectos más importantes de la investigación consistió precisamente en saber qué tan posible era llevar a cabo un cambio conceptual en la forma de pensar de los profesores.

Justificación

Las razones que sirvieron de impulso a la realización de este estudio, se fueron clarificando a lo largo del proceso de la investigación misma. Algunas de estas razones tienen que ver con las posibilidades que abre el propio campo de conocimiento que se está abordando y que se encuentra en proceso de desarrollo, así es que algunos de los aportes que se derivan de esta investigación se asocian a la necesidad de iniciar o ensayar cambios o innovaciones en el currículo de enseñanza de ciencias; contribuir a formular estrategias de formación de docentes, con miras a impulsar el cambio conceptual de los profesores, mediante el aporte e incorporación de este tipo de cambio en los procesos de formación de los profesores en el ámbito de las ciencias naturales, integrando un punto de vista diferente a la concepción tradicionalista, con un enfoque de tipo constructivista, es decir, que el profesor se asuma dentro de un proceso de reconstrucción y transformación de su pensamiento hacia un mayor nivel de estructuración mental, en su ciclo evolutivo de desarrollo profesional; considerar el cambio conceptual como un referente teórico en la fundamentación y el desarrollo del proceso de la investigación; adquirir y consolidar esquemas de pensamiento referenciales para la interpretación de los diferentes tipos de pensamientos y prácticas docentes en el ámbito de las ciencias naturales; contribuir en el diseño de modelos didácticos de formación docente; potenciar el proceso de aprendizaje significativo de los alumnos en el área de las ciencias naturales a partir del cambio en los profesores; aproximarse a la explicación de la naturaleza de la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales; identificar los distintos enfoques epistemológicos que sirven de orientación al conocimiento científico y que modelan las prácticas de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, consecuentemente es factible aportar una visión nueva, más amplia e informada sobre la naturaleza de la enseñanza de la ciencia y la búsqueda de soluciones a los problemas que atañen a este campo del conocimiento.

Estructura de este estudio

La secuencia lógica que da coherencia a esta investigación se desarrolló en seis capítulos cuyos contenidos se describen enseguida de manera sintética.

En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos que aporta la filosofía de la ciencia en sus dos grandes perspectivas conocidas: la filosofía de la ciencia clásica y la nueva filosofía de la ciencia. De estas dos perspectivas se sintetizaron los enfoques

epistemológicos del empirismo inductivo, del positivismo lógico, del racionalismo crítico y del relativismo/contextualismo, cada corriente con sus respectivos filósofos y sus principales tesis. Este capítulo sirve de base a la integración del sistema de análisis categorial de análisis teórico para la interpretación de las representaciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia.

El segundo capítulo contiene los fundamentos de tipo Psicológico, en los enfoques del asociacionismo, del cognoscitismo y del constructivismo. De aquí se desprenden las teorías del conductismo, del pragmatismo, de la asimilación y la familia de teorías del enfoque constructivista, a saber: la psicogenética, el socioconstructivismo y la del cambio conceptual. Cada teoría da origen, a su vez, a las concepciones del aprendizaje mecanicista, por descubrimiento, aprendizaje significativo y aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual. De este conjunto de elementos teóricos se formuló el sistema de análisis categorial para la interpretación de las representaciones de los profesores sobre el aprendizaje.

El tercer capítulo contiene la revisión y análisis del estado del conocimiento actual en el campo de la enseñanza de la ciencia, un trabajo de análisis minucioso basado en estudios de investigación recientes en este campo. La clasificación y ordenamiento de la información de los artículos reportados fueron analizados mediante las siguientes categorías:

1. Propósitos.
2. Metodologías de trabajo
3. Categorizaciones epistemológicas y
4. Implicaciones de las investigaciones en cuanto a: el currículo, el proceso enseñanza-aprendizaje y los programas de formación permanente de los maestros.

La información aportó elementos indispensables para el entendimiento de la problemática que se aborda en las líneas de investigación actuales sobre la enseñanza de la ciencia, sus referentes categoriales, teóricos, metodológicos e instrumentales sobre las investigaciones esenciales para nutrir el proceso de esta investigación. Además abrió un amplio panorama sobre lo que está sucediendo en el mundo en el debate actual en este campo.

El cuarto capítulo presenta la descripción de todo el proceso del diseño de esta investigación a través de la estrategia metodológica para la captura de la información, el procesamiento, su presentación y el análisis e interpretación de la misma. Constituyó, para este trabajo, el punto neurálgico pues dio como resultado una estructura de articulación lógica entre el conjunto de los elementos categoriales de corte analítico y sus referentes contrafácticos para que dieran congruencia y expresión significativa a la descripción del objeto de estudio.

El quinto capítulo resume la labor de interpretación y develamiento de los significados implícitos en el capítulo anterior sobre los resultados de la investigación. Su estructura contiene el registro de los contextos de investigación científica, con sus respectivas categorías, la definición a su vez de cada categoría. Se consigna también la narrativa de cada profesor en respuesta a las preguntas de la entrevista y se recoge el pensamiento del profesor, enseguida se realiza un análisis crítico de lo expresado por los profesores y una resignificación en función de los contenidos de las citas de los autores que permiten afirmar o contradecir el sentido de las ideas de los profesores.

Finalmente el sexto capítulo contiene el conjunto de las conclusiones que surgieron del proceso de análisis e interpretación de los resultados, cerrando con la aportación de algunos elementos para la formulación de una propuesta destinada a la formación de maestros de ciencias naturales en la perspectiva del cambio conceptual. Esta propuesta surge de las limitaciones encontradas para producir el cambio conceptual en los profesores participantes en esta investigación. Esta propuesta viene a tratar de enfrentar el reto y a abrir horizontes hacia la búsqueda de evidencias del aprendizaje y del cambio conceptual de los maestros que, como se pudo observar en este trabajo, se pudieron apenas percibir, pero aún sin el alcance suficiente de cambios sólidamente consolidados, tanto en los cambios de puntos de vista como en los compromisos básicos de los profesores, según se demuestra en las conclusiones de esta tesis.

CAPÍTULO 1

CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS DE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

En otras palabras, me parece que la existencia de la ciencia se define como un progreso del saber, que la nada simboliza con la ignorancia

G. Bachelard (1973), p. 21

En este capítulo se abordan las concepciones de la filosofía de la ciencia que sirven de referente para la interpretación del pensamiento epistemológico sobre el conocimiento científico. Un punto de partida se aboca a indagar en *qué consiste el problema de la teoría del conocimiento*, y al cual cada enfoque epistemológico del conocimiento científico aporta su propia concepción, por el énfasis que dan a la bifurcación entre los dos elementos centrales de toda teoría del conocimiento, a saber, el sujeto y el objeto. Una manera sugerente de entender esta relación del ser humano con el mundo la dibuja metafóricamente Piaget como una figura circular. Según Piaget, *toda epistemología supone a su vez un círculo. Este círculo de las ciencias se recorre en uno o en otro sentido: se reduce el objeto al sujeto o el sujeto al objeto*⁵. Esta relación entre el sujeto y el objeto cobra sentido entonces, dependiendo de la perspectiva desde la cual se le observe, ya sea que primen la realidad, los hechos, sensaciones y experiencias en el sujeto, o por el contrario, sea la razón la que determine a los hechos. Bachelard (1971) ilustra de manera clara este pasaje cuando habla del *Espectro filosófico* y dice:

*Indiquemos únicamente las dos perspectivas de pensamiento debilitado que conducen por un lado del racionalismo al idealismo ingenuo y por otro, del materialismo técnico al realismo ingenuo: idealismo, convencionalismo, formalismo, racionalismo aplicado y materialismo técnico, positivismo, empirismo y realismo.*⁶

Si bien el análisis que se hace aquí, para los propósitos de esta investigación, no abarca todas las tendencias de la filosofía de la ciencia descritas por Bachelard, sí al menos cuatro posturas epistemológicas que son consideradas como las más representativas tanto en la filosofía clásica, como en la nueva filosofía de la ciencia. Estas son: el empirismo inductivo, el positivismo lógico, el racionalismo crítico y el relativismo/contextualismo. Del empirismo inductivo, en particular, se analiza el pensamiento de David Hume como antecedente inmediato del positivismo lógico

Del positivismo lógico, se revisa la expresión del Círculo de Viena, vertiente ésta que tiene como denominador común la búsqueda de un lenguaje lógico-matemático, cuyos enunciados guarden correspondencia objetiva con la realidad empírica. Del racionalismo crítico, se examinan las posturas de filósofos de la ciencia como Karl R. Popper e Imre Lakatos, quienes producen un salto epistemológico con respecto al positivismo lógico. Por otro lado, se analizan los planteamientos críticos en el contexto de la filosofía de la ciencia en contra de las tendencias del empirismo inductivo, positivismo lógico y

5. Piaget, Jean. *Pensamiento matemático*, p. 75.

6. Bachelard, Gaston. *Epistemología*, p. 138.

racionalismo crítico, las cuales comparten compromisos básicos comunes, según afirma la tendencia del contextualismo relativista en donde se ubican filósofos tales como T.S. Kuhn, Gaston Bachelard, Paul Feyerabend, Stephen Toulmin y Larry Laudan. En las cuatro perspectivas epistemológicas se persigue como fin señalar los rasgos característicos que modelan, a su vez, formas típicas de pensar en los profesores, pues el supuesto básico que subyace en la indagación sobre el tema es que, para transformar la práctica docente, es necesario transformar los compromisos epistemológicos del docente (Kuhn, 1985). Para esto se hace necesario un trabajo teórico que permita detallar las imágenes de ciencia de los maestros, a fin de contar con elementos para su transformación. Es por eso que, como una actividad metodológica antecedente a la elaboración de instrumentos de observación, se desarrolló un cuadro de concepciones y categorías epistemológicas y, el análisis comparativo, a su vez, de tales enfoques epistemológicos, mismo que se presenta al final de este capítulo.

1.1. La epistemología: elementos conceptuales

Dado el hecho de que esta investigación aborda un problema cuyo sustento teórico se ubica en el campo de la reflexión sobre la ciencia, se hacen necesarias algunas precisiones de tipo conceptual para responder a cuestiones tales como ¿qué es la epistemología?, ¿qué diferencia existe entre la ciencia, la epistemología y la filosofía de la ciencia? Una base para esta sustentación la da Blanché (1973). Él describe que el origen de la palabra epistemología se encuentra en la palabra alemana *Wissenschaft*⁷ y se refiere a Berhard Bolsano quien fue el que consideró que, en un sentido más concreto, la palabra *Wissenschaft* que él tradujo como ciencia, designaba propiamente al conocimiento científico.

Una obra fundamental en este campo, y a la que recurre Blanché, fue la *Filosofía de las ciencias inductivas* de William Whewell (1840). En esta obra, se llama metaciencia al estudio que va *después* de una ciencia y que trata de ella, tomándola a su vez como objeto y preguntándose en un nivel superior sobre sus principios, fundamentos, estructuras, condiciones de validez, etcétera. La epistemología, que es una reflexión sobre la ciencia, con este título entra a formar parte de la metaciencia. El sentido que se puede interpretar en esta concepción de Blanché lo aporta Piaget (1971) en una dimensión más amplia, y lo expresa así:

Hemos de clasificar las teorías del conocimiento en tres grandes categorías:

1. *Las que parten de una reflexión sobre las ciencias y tienden a prolongarla en una teoría general del conocimiento;*
2. *Las que, apoyándose en una crítica de las ciencias, procuran alcanzar un modo de conocimiento distinto del conocimiento científico (en oposición con éste y no ya como prolongación de él), y*
3. *Las que permanecen en el interior de una reflexión sobre las ciencias. Llamaremos metacientíficas a las teorías del conocimiento del tipo 1), paracientíficas a las del tipo 2) y científicas, lisa y llanamente, a las del tipo 3).*⁸

7. Blanché, Robert. *La epistemología*, pp. 5-9.

8. Piaget, Jean. *Tratado de lógica y conocimiento científico*. p. 23.

En síntesis, Piaget define a la epistemología como *el estudio de la constitución de los conocimientos válidos*.⁹ Por su parte, Blanché, al hablar sobre la relación entre la ciencia y la epistemología, afirma que esta última, en relación con la ciencia, es un poco más amplia y todavía conserva, a pesar de sus esfuerzos por atenuarlo, un carácter filosófico más o menos marcado. Esta idea se entiende en un sentido más amplio, como Filosofía de la Ciencia, es decir, dentro de la categoría 1, como el proceso reflexivo sobre la ciencia que se prolonga en una teoría general del conocimiento. Sin embargo, es preciso aclarar que, no existe un acuerdo pleno sobre la naturaleza de la filosofía de la ciencia. Al respecto, Losee (1997) emplea un esquema analítico útil, y aplicable para los fines de este estudio, para entender la idea del conocimiento epistemológico, el cual refiere en los siguientes términos:

En un nivel 0 están los hechos; en un nivel 1 está la ciencia (disciplina), que explica los hechos; en un nivel 2 está la Filosofía de la ciencia (disciplina), cuya función es analizar los procedimientos y la lógica de la explicación científica.

En consonancia con esta idea, para ubicar las tendencias que se manifiestan en el campo de la filosofía de la ciencia, Losse establece cuatro puntos de vista:

un primer punto de vista es el de que la filosofía de la ciencia consiste en la formulación de cosmovisiones que sean compatibles con, y en algún sentido se basen en, las teorías científicas importantes. Un segundo punto de vista es que la filosofía de la ciencia consiste en una exposición de los presupuestos y predisposiciones de los científicos. Un tercer punto de vista es el de que la filosofía de la ciencia es una disciplina en la que se analizan y clasifican los conceptos y teorías de las ciencias. Un cuarto punto de vista es que la filosofía de la ciencia es una criterología de segundo orden. El filósofo de la ciencia busca respuestas a preguntas tales como ¿qué características distinguen a la investigación científica de otros tipos de investigación?, ¿qué procedimientos debe seguir el científico al investigar la naturaleza?, ¿qué condiciones debe satisfacer una explicación científica para ser correcta?, ¿cuál es el rango cognoscitivo de las leyes y principios científicos? Formular estas preguntas es asumir una posición ventajosa, alejada un paso de la propia práctica científica. Se ha de distinguir entre hacer ciencia y pensar acerca de cómo debe hacerse ciencia. El análisis del método científico es una disciplina¹⁰ de segundo orden, cuyo objeto son los procedimientos y estructuras de diversas ciencias.

Así pues, a partir de esta diferenciación general, el cuarto punto de vista señalado en la cita anterior se acerca más estrechamente a la idea de este estudio para identificar los niveles en los que se ubica la reflexión de los maestros sobre las ciencias naturales: los fenómenos, la explicación de los fenómenos y la lógica de la explicación científica de los fenómenos naturales.

Las concepciones de la filosofía de la ciencia que sirven de demarcación a este análisis son, como ya se anticipó, las de la filosofía de la ciencia clásica por una parte y por la otra, la que se denomina la nueva filosofía de la ciencia. En esas concepciones filosóficas se centra el análisis de las tendencias epistemológicas para reconocer sus características distintivas, las cuales se desarrollan a continuación.

9. Piaget, Jean. *Op cit.*, p. 15.

10. Losse, John. *Op. cit.* 11-13

1.2. El empirismo inductivo

Dice G. Bachelard (1973) que *para los empiristas la experiencia es uniforme en su esencia porque todo viene de la sensación; para los idealistas, la experiencia es uniforme porque es impermeable a la razón*.¹¹ El término *empirismo* deriva del griego *empeiria* y que se traduce por *experiencia* –una palabra que tiene muchos sentidos, como bien lo señala Bachelard–. Suelen considerarse dos aspectos en el empirismo, según indica Ferrater Mora (1981), uno de ellos, afirma que:

*todo conocimiento deriva de la experiencia y, en particular, de la experiencia como información proporcionada por los órganos de los sentidos o vivencia. Según el otro, mantiene que todo conocimiento debe ser justificado recurriendo a los sentidos, de modo que no es propiamente conocimiento a menos que lo que se afirma sea confirmado (testificado) por los sentidos. La acepción más común de 'experiencia' en relación con el empirismo es la primera de las dos citadas. Estos dos sentidos han estado a menudo estrechamente relacionados. A veces se ha llamado al primero sentido psicológico y al segundo epistemológico.*¹²

Para la corriente del empirismo inglés (Locke, Hobbes, Berkeley y Hume) -aclara Ferrater Mora- el empirismo es considerado *como una doctrina o una actitud racionalizada mediante una teoría de carácter epistemológico, esto es, relativa a la naturaleza del conocimiento*.¹³ Por otra parte, se denomina empirismo inductivo, por su alusión al método que se sigue en la investigación para llegar al conocimiento. Con el método inductivo, la investigación científica sigue el camino de las observaciones progresivas a partir de los hechos o fenómenos particulares, para inducir los principios generales explicativos de tales hechos. En relación con la inducción aristotélica, Losse (1997) señala que *En el proceso inductivo la explicación es una transición desde el conocimiento de un hecho, hasta el conocimiento de las razones de ese hecho*¹⁴, y aun cuando se pueden observar coincidencias en lo general, este autor apunta algunas diferencias significativas en este modelo, en varios de sus exponentes. Así, Aristóteles sostenía que las generalizaciones sobre la forma se extraían de la experiencia sensible, por medio de la inducción.

Herschel (1792-1871), por su parte, hace una importante aportación a la filosofía de la ciencia al distinguir entre el *contexto de descubrimiento y el contexto de justificación*. Es en el *contexto de descubrimiento* en el que Herschel apunta que hay dos modos distintos en los que el científico puede pasar de las observaciones a las leyes y teorías. El otro es la formulación de hipótesis. De igual manera, Whewell (1794-1896), con una visión de tipo histórico en relación con el desarrollo de la ciencia, concibió una etapa a la que denominó *El patrón de descubrimiento científico*, que es una progresión en tres tiempos que comprende un preludio, un tiempo inductivo y una conclusión. El preludio consiste en una colección y descomposición de hechos y en una clarificación de conceptos. *El tiempo inductivo* surge cuando se agrega a los hechos un esquema conceptual particular. Y su conclusión es la consolidación y extensión de la integración

11. Bachelard, Gaston. *Op. cit.* p. 13

12. Ferrater, Mora. *Diccionario de filosofía*, pp. 920-925.

13. Ferrater, Mora. *Op. cit.*, p. 920.

14. Losse., John. Cita el modelo de inducción de Aristóteles en *op. cit.*, pp. 15-16.

así conseguida. En el caso de J.S. Mill (1806-1863), el inductivismo es un punto de vista que destaca la importancia que para la ciencia tienen los argumentos inductivos. Mantiene una tesis que abarca tanto el contexto de descubrimiento como el de justificación. Con respecto al contexto de descubrimiento, la posición inductivista dice que la investigación científica es una cuestión de generalización inductiva a partir de los resultados de observaciones y experimentos. Con respecto al contexto de justificación, la posición inductivista dice que una ley o teoría científica queda justificada solamente si los elementos de juicio a favor suyo se ajustan a un esquema inductivo. Estos métodos llegaron a ser conocidos como *Métodos de Mill* de la investigación experimental, de tal manera que pudo proclamar que todas las leyes causales científicas conocidas han sido descubiertas *mediante procesos reducibles a uno o a otro de estos métodos*. Como se puede apreciar, en general los principales filósofos del empirismo contemplan los dos procesos básicos de la búsqueda del conocimiento, es decir, el proceso inductivo (primero se observa el fenómeno y luego se enuncia la proposición) y el deductivo como elemento esencial de la explicación científica (se parte de la teoría y se contrasta con la observación empírica).

1.2.1. El empirismo clásico en David Hume (1711-1776)

Los dos problemas centrales de la teoría del conocimiento son los problemas del significado y de la verdad, y el enfoque empirista de dichos problemas recibió su forma clásica en la obra de David Hume –como menciona Brown (1984)-; éstos son: impresiones, ideas y lenguaje.

El libro primero de *El tratado de la naturaleza humana* comienza con el enunciado *Todas las percepciones de la mente humana se reducen a dos clases distintas, que denominaré impresiones e ideas*.¹⁵ Las impresiones son los objetos inmediatos de conciencia de los que tenemos experiencia cuando percibimos o hacemos introspección. Las ideas son los objetos de los que tenemos conciencia en todas las actividades mentales, diferentes de la percepción y la introspección -continúa diciendo Hume-. Impresiones e ideas proporcionan un inventario completo de los objetos de conciencia, pero no constituyen conocimiento alguno, ¿Cómo concibe entonces Hume el conocimiento? Él plantea que *todo conocimiento se formula en proposiciones*¹⁶, y respecto a las proposiciones plantea las dos cuestiones centrales de la epistemología: el significado y la validez del conocimiento. En primer lugar se cuestiona: ¿cómo determinar si una presunta proposición es significativa?, y, en seguida ¿cómo determinar qué proposiciones significativas son verdaderas?. El problema del significado del conocimiento, así como el de la validez del mismo, es explicado por Hume por medio de la relación entre la unidad básica de significado que es el término, del cual dice que:

un término posee significado sólo si hay una idea que le corresponda, a su vez, un individuo sólo puede conocer el significado de un término, si ha tenido experiencia de las impresiones

15. Brown, I, Harold. Cita a Hume en la *La nueva filosofía de la ciencia*, p. 17.

16. *Op. cit.*, p. 18.

*necesarias para la formación de la idea correspondiente (...), más allá de la experiencia posible es un mero sonido o marca sin significado*¹⁷

Por lo tanto, el conocimiento es experiencia y así Hume reafirma su tesis, cuando dice que *el ámbito del lenguaje significativo se encuentra limitado al ámbito de la experiencia posible*.¹⁸ Hume habrá de dividir las proposiciones significativas en dos grandes clases: relaciones de ideas (*a priori*) y cuestiones de hecho. En el caso de las proposiciones significativas de relaciones de ideas, clasifica el conocimiento en verdadero y falso. Es verdadero si los enunciados verdaderos de relaciones de ideas son verdades necesarias; son enunciados falsos, si las ideas se contradicen a sí mismas (es el caso de las matemáticas).

Los enunciados de cuestiones de hecho, los refiere Hume al mundo de la experiencia, y su valor de verdad viene determinado por su referencia a la experiencia. Esto quiere decir que todo enunciado de cuestiones de hecho se remite a qué clase de impresiones tienen lugar en el sujeto, y tales impresiones se comprueban observando si éstas tienen o no tienen lugar, ya que se busca la correspondencia del enunciado con su referente empírico. Uno de los conceptos clave de la tesis o idea central de la teoría de Hume es el de las impresiones, ya que, según él, *el único mundo que puede ser conocido es el de las impresiones*¹⁹, sin embargo toda impresión es ontológicamente distinta de cada una de las demás, es decir, cada impresión es singular en sí misma, no se repite como tal. Esta tesis suscita grandes problemas acerca de la naturaleza de nuestro conocimiento del mundo de la experiencia -observa Brown-, ya que:

*desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia, esto plantea la cuestión capital de los fundamentos para aceptar cualquier proposición universal. Toda proposición universal entraña predicciones acerca de la experiencia futura, pero, si no hay conexión necesaria alguna entre las impresiones que hayan acontecido juntas en el pasado, entonces no existe garantía alguna de que continúen acaeciendo juntas en el futuro.*²⁰

Otra idea importante de la teoría de Hume es la repetición, basada en la *similitud* o la *semejanza*. Este enfoque, consecuentemente, no es adecuado para los propósitos de la filosofía de la ciencia, cuyo problema es *encontrar la fundamentación racional de la aceptación de leyes científicas universales*²¹, entendiendo por *racional* los enunciados lógicos del conocimiento, cualquier intento de reemplazar dicha fundamentación racional por meros hábitos comportaría el rechazo de la racionalidad de la ciencia, *Pues lo*

17. Es un objeto conceptual, son constructos que satisfacen algún cálculo proposicional y que, por añadidura, pueden ser evaluados en lo que respecta a su grado de verdad. Bunge, Mario. *Epistemología*, p. 55.

18. Brown, I. Harold. Op. cit., p. 18.

19. Op. cit. p. 18

20. Op. cit. p. 19

21. ¿Cómo obtenemos realmente nuestro conocimiento, como hecho psicológico, si la Inducción es un procedimiento que carece de validez lógica y es racionalmente injustificable? Hay dos respuestas posibles: 1. Obtenemos nuestro conocimiento por un procedimiento no inductivo. Esta respuesta habría permitido a Hume adoptar un cierto tipo de racionalismo. 2. Obtenemos nuestro conocimiento por repetición o inducción y, por lo tanto, por un procedimiento que carece de validez lógica y es racionalmente injustificable, de modo que todo aparente conocimiento no es más que una creencia: creencia basada en el hábito. Popper. *Conjeturas y refutaciones*, p. 9

*decisivo no es la cuestión del origen psicológico del conocimiento, sino la de su valor lógico.*²²

Para Hume no existe un conocimiento necesario de la naturaleza, pues esto supondría el conocimiento de la conexión necesaria entre los sucesos, origen de la causalidad, de la secuencia de la relación causa-efecto. Más bien Hume se inclinó por creer que el conocimiento de las cuestiones de hecho *viene dado* por las impresiones sensibles como un conocimiento contingente, por semejanza entre acontecimientos, que se debe a los hábitos.

La posición de Hume, al negar la posibilidad de un conocimiento necesario de la naturaleza y afirmar que no son verdades necesarias, que son verdades contingentes, implica que él se mantuvo fiel a la concepción empirista de que la ciencia comienza con impresiones sensibles, por lo tanto no es posible lograr un conocimiento demostrativo de las causas a partir de premisas que establezcan cuestiones de hecho, es decir, que son contingentes, que no se dan por necesidad, que no son constantes. Él afirmaba que no había tal conexión necesaria entre los sucesos, lo cual puede concluirse desde el nivel psicológico (de ahí la noción de hábito o costumbre, para afirmar que los hechos no se conectaban por necesidad, sino se sucedían).

Lo que está en juego en él es el principio de constancia o invariante, Hume lo asume desde los hechos mismos y su infinita variación. Fue precisamente a los matemáticos a quienes su postura no dejó satisfechos y serán éstos quienes retomen el problema (el paso metodológico de los hechos de la experiencia sensible a los juicios universales) que dejó abierto Hume, quien constituye el antecedente más cercano al Círculo de Viena, quienes al igual que él dividían las proposiciones significativas en dos clases: proposiciones formales como las de la lógica y las matemáticas puras y proposiciones fácticas que se requería que fueran verificables empíricamente.

1.3. El positivismo: características

El Círculo de Viena²³ surgió a principios de la década de 1920, en torno a Moritz Schlick. El Círculo publica en 1929 un manifiesto en el que expone la postura filosófica del grupo y una reseña de los problemas de la filosofía tanto de las matemáticas como de las ciencias físicas y sociales que les interesa resolver.

Este escrito redactado por Carnap, Neurhat y Hahn muestra cómo se ubicaba a sí mismo el Círculo en la historia de la filosofía. En efecto, se consideraban seguidores de Ernest Mach, Ludwin Boltzmann y Franz Brentano. Al decir de Ayer, la intención

22. Según Wartofsky W. Marx, el desarrollo de la ciencia tiene que ver básicamente con la noción de causalidad. La causalidad da origen a la legalidad en un campo irrestricto de hechos. Al conocer el origen de los fenómenos se puede conocer su relación invariante, esto equivale a tener una ley que rige dichos fenómenos, haciéndolos de esta manera, predecibles y controlables en un mayor número de casos posibles. De hecho, la ciencia trata de someter a leyes lo que en el pasado haya sido impredecible, haciéndolo predecible, en un intento de civilizar a la naturaleza, haciendo que sea cada vez más predecible y controlada. Wartofsky W. Marx. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, pp. 385-407.

23. Ayer, *El positivismo lógico*, p. 9.

original del Círculo de Viena era la de encontrar un modo de *poner a la filosofía en la senda segura de una ciencia*, intención que para los seguidores de esta postura sigue viva. La posición clásica del positivismo se asienta en tres postulados:

1. Rechazo general a la metafísica.
2. Respeto por el método científico, como el canon universal de racionalidad y
3. El supuesto de que, mientras los problemas filosóficos sean auténticos, se pueden resolver definitivamente mediante el análisis lógico.

Lo característico de esta forma de positivismo que incluye al Círculo de Viena y que está asimismo relacionado con el *Convencionalismo*²⁴ y con el *Instrumentalismo*²⁵, es el intento de unir el empirismo (especialmente en la tradición de Hume), con los recursos de la lógica formal simbólica. El objetivo básico en el positivismo consiste en destilar lo esencial del método científico y justificar la confianza en él. Se trata de responder a la pregunta por las reglas metodológicas -aquellas que garantizan la correcta práctica científica y el auténtico conocimiento-. La racionalidad se encuentra, entonces, enclavada en reglas de carácter universal. Los rasgos característicos del positivismo lógico, según Pérez Ranzas (1999), son los siguientes:

1. *Hay un criterio general de demarcación que permite identificar lo que cuenta como ciencia;*
2. *Es posible distinguir con nitidez la teoría de la observación, y siempre existe una base de observación relativamente neutral frente a hipótesis alternativas;*
3. *El desarrollo del conocimiento científico es progresivo en el sentido de que tiende hacia la teoría correcta del mundo.*
4. *Las teorías científicas tienen una estructura deductiva bastante rígida.*
5. *Los términos científicos son definibles de manera precisa;*
6. *Todas las ciencias empíricas, tanto naturales como sociales, deben emplear básicamente el mismo método, y*
7. *Hay una distinción fundamental entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación, y sólo el segundo es importante para dar cuenta del conocimiento científico.*²⁶

24. El *convencionalismo* descansa en el reconocimiento de que supuestos falsos pueden tener consecuencias verdaderas, por lo que algunas teorías falsas pueden tener un gran poder predictivo (...), algunas proposiciones pueden ser ciertas, aunque no hayan sido probadas, otras pueden ser falsas aunque tengan consecuencias ciertas y aun otras pueden ser falsas pero aproximadamente verdaderas. El convencionalismo, tal como lo hemos definido, es una posición filosóficamente correcta. Lakatos, Imre. *La metodología de los programas de investigación científica*, p. 139.

25. El *instrumentalismo* está estrechamente vinculado con el operacionalismo, es la interpretación de las teorías científicas como instrumentos o herramientas prácticas para propósitos como la predicción de sucesos futuros. Es indudable que las teorías pueden ser usadas de esta manera; pero el instrumentalismo afirma que también pueden ser comprendidas si se las considera como instrumentos. Popper. Op. cit., p. 91.

26. Pérez, Ranzas. *Kuhn y el cambio científico*, p. 21.

1.3.2. El positivismo lógico: el Círculo de Viena

El moderno positivismo lógico, en particular el positivismo del Círculo de Viena, es una forma de positivismo que adopta la lógica simbólica de los *Principia Mathematica* de Russell y Whitehead, publicados en 1919, como su principal herramienta de análisis. En esta obra, tanto Russell como Whitehead se propusieron construir y probar una armazón lógica que, a su vez, definiera normas de racionalidad homogénea que garantizaran la cientificidad con base en la formalización matemática. Ellos sostenían que:

*toda matemática pura se ocupa de conceptos definibles en términos de un número muy pequeño de conceptos lógicos fundamentales y todas sus proposiciones son deducibles a partir de un número muy pequeño de principios lógicos fundamentales.*²⁷

En la lógica veritativo-funcional propuesta por Russell, se establece una distinción entre *proposiciones elementales o atómicas* y *proposiciones moleculares*; las proposiciones moleculares son construidas a partir de proposiciones elementales por medio de operadores. Las proposiciones elementales son verdaderas o falsas, y los operadores proposicionales se definen de forma que *el valor de verdad de una proposición molecular esté determinada únicamente por los valores de verdad de las proposiciones elementales que la constituyen*.²⁸

El intento de construir una interpretación veritativo-funcional para todos los operadores proposicionales –como indica Brown- se torna particularmente problemático en el caso de la *implicación material*. El problema consiste en que todo lo *implicado* (lógicamente) por una proposición verdadera tiene que ser verdadero, aun y cuando el antecedente sea falso. Para los matemáticos esto no crea en absoluto dificultades, porque a ellos sólo les interesan las pruebas lógico-formales.

Pero el problema consistió en que los empiristas lógicos extendieron el uso del formalismo matemático más allá de los límites de la matemática pura hacia el ámbito de lo empírico. En las pruebas empíricas hay problema por cuanto los enunciados de juicios universales de una ley científica deben corresponder con su referente empírico. Por otra parte, cuando Russell afirma que *la matemática es lógica y que, por tanto, la matemática es verdadera en la medida en que la lógica es verdadera (...) retrotrae al problema de la naturaleza de la verdad lógica*.²⁹

Consecuentemente, y debido al carácter *tautológico* de la lógica, no se resolvía el problema de la verdad matemática. Para resolver el problema de la *tautología*³⁰, que

27. Brown I, Harold. Cita a Russell en *Op. cit.*, p. 20.

28. *Op. cit.*, p. 21.

29. La matemática debe concebirse como una rama de la lógica, según Frege. Whitehead y Russell confirmaron esta conclusión. Ayer. *Op. cit.*, p. 146.

30. Una tautología es, por consiguiente, una fórmula cuyo valor de verdad no depende ya, no solamente del sentido, sino que ni siquiera del valor de verdad de sus proposiciones componentes, ya que siendo éstas verdaderas o falsas, la fórmula necesariamente es verdadera. Una tautología es verdadera en virtud de su mera forma. Para resumir: debemos distinguir dos clases de enunciados: aquellos que expresan algo acerca de los hechos y aquellos que solamente expresan el modo en que dependen unos de otros. Llamaremos

dejó abierto Russell, Wittgenstein publicó, en 1921, su obra llamada *Tractatus Logico-Philosophicus*, en donde introdujo tablas de verdad y las usó como base para formular la definición de *tautología*. Una tautología consiste en un método para calcular todos los posibles valores de verdad de una proposición molecular. Wittgenstein clasifica las proposiciones en tres tipos: *formas que son verdaderas para algunos argumentos y falsas para otros; formas que son falsas para todos los valores de los argumentos y formas que son verdaderas para todas las formas de los argumentos*. La doctrina del positivismo lógico es la teoría verificacionista del significado, cuya tesis es que *una proposición contingente es significativa si y sólo si puede ser verificada empíricamente, es decir, si y sólo si hay un método empírico para decidir si es falsa o verdadera; si no existe dicho método, es una pseudo-proposición carente de significado*.³¹ Wittgenstein destrabó el problema que había dejado abierto Hume, respecto del sentido psicológico de las *impresiones* trasladándolo por el sentido lógico de los *hechos atómicos*, ya que *no existe necesidad de que una cosa deba acontecer porque otra haya acontecido. Sólo hay una necesidad lógica*.³² Pero ¿cómo se obtiene el conocimiento, desde el enfoque positivista? La tesis de Wittgenstein relativa al conocimiento, en la cual señala el punto de partida, es que:

*El mundo es la totalidad de los hechos, no de las cosas (...) el mundo se divide en hechos y estados de cosas... un estado de cosas es una combinación de objetos (cosas). Un estado de cosas es un hecho lógicamente posible, un hecho es un estado de cosas que da la casualidad de que acaece realmente. Cualquier proposición que corresponda a un estado de cosas tiene significado, una proposición que corresponda a un hecho es, además, verdadera, y una proposición y el estado de cosas al cual se refiere tienen la misma forma lógica.*³³

Para Wittgenstein, las proposiciones atómicas que constituyen el estrato fundamental de nuestro conocimiento empírico son todas lógicamente distintas. La proposición más simple, la proposición elemental afirma la existencia de un hecho atómico. Nuestro conocimiento, por lo tanto, se deriva de los hechos del mundo. Así pues, las proposiciones atómicas son las unidades básicas con significado, de tal manera que Wittgenstein afirma: *La proposición, si es verdadera, muestra cómo están las cosas. Y dice que las cosas están así*.³⁴ Una de las preocupaciones centrales del positivismo lógico es, por lo tanto, la construcción de un lenguaje lógicamente correcto y su base consiste en la teoría verificacionista del significado. Para explicar esta teoría, Wittgenstein divide las proposiciones en cuatro clases: en primer lugar, hay proposiciones puramente formales, tautológicas y contradicciones. Poseen significado y determinamos su valor de verdad examinando su forma. En segundo lugar, hay proposiciones atómicas. También poseen significado y determinamos su valor de verdad observando si se conforman o no a los hechos. Tercero, hay proposiciones moleculares, éstas son funciones veritativas de las proposiciones atómicas, y su valor de verdad se

tautologías a los enunciados de la segunda clase: no dicen nada acerca de los objetos y, por esta misma razón, son ciertos, universalmente válidos e irrefutables por la observación, mientras que los enunciados de la primera clase no son seguros y son refutables por la observación.

31 Brown I, Harold. *Op. cit.*, p. 24.

32. Brown I., Harold, cita a Wittgenstein en *Op. cit.*, p. 26.

33. Brown, H. I. *Op. cit.* p. 27.

34. Wittgenstein Ludwig. *Tractatus lógico-philosophicus*. p. 74

define determinando, primero, los valores de verdad de las proposiciones atómicas constituyentes y aplicándoles luego las definiciones de las constantes lógicas (tablas de verdad), en suma, es el análisis lógico del lenguaje, para definir lo que es falso de lo que es verdadero. Y, finalmente, también hay pseudo-proposiciones sin contenido cognitivo. El valor de verdad de cualquier proposición con significado puede ser determinado, de una vez y para siempre, únicamente por medio de la observación y de la lógica, concluye Wittgenstein. No obstante, los aportes de Wittgenstein, no lograron superar la dificultad central del positivismo lógico como filosofía de la ciencia, la cual radica en que las leyes científicas que son formuladas como proposiciones universales no pueden ser concluyentemente verificadas por conjunto finito alguno de enunciados de observación, según había de refutar precisamente Popper al positivismo.

De acuerdo con esta visión de la ciencia, se puede concluir que el positivismo lógico presenta la imagen de la ciencia como algo acabado, que al final de cuentas está fuera de la historia, y que fundada en el método científico alcanza la racionalidad que le confiere validez universal y absoluta. Se presentan sus resultados sólo como fruto del contexto de justificación y derivados éstos del proceso de reconstrucción lógica del conocimiento.

1.4. Racionalismo crítico^{35, 36}

En el campo de la filosofía de la ciencia, dos autores son los más representativos de este enfoque paradigmático: ellos son Karl R. Popper e Imre Lakatos. Como línea de origen del racionalismo crítico está lo que se conoce como el convencionalismo, en la cual uno de sus exponentes es Pierre Duhem (1861-1916), el ala del convencionalismo conservador y a quien sólo se toca como referencia para el análisis del pensamiento de Karl R. Popper, el cual representa al convencionalismo revolucionario. Ambos autores, tanto Popper como Lakatos, enfocan el tópico de las teorías científicas y postulan sus puntos de vista sobre el desarrollo de la ciencia, es decir, el crecimiento del conocimiento científico.

35. La posición epistemológica que ve en el pensamiento, en la razón, la fuente principal del conocimiento humano, se llama racionalismo (de *ratio*=razón). Según él, un conocimiento sólo merece, en realidad, este nombre cuando es lógicamente necesario y universalmente válido, cuando nuestra razón juzga que una cosa tiene que ser así y que no puede ser de otro modo; que tiene que ser así, por tanto, siempre y en todas partes. Entonces y sólo entonces nos encontramos ante un verdadero conocimiento, en opinión del racionalismo. Hessen, *Teoría del conocimiento*. p. 50.

36. Popper hace alusión al método crítico como el recurso fundamental para la refutación de las teorías científicas, como vía para la falsación de las mismas. La palabra *crítica* proviene de *Krinein*, y quiere decir: *distinguir, hacer salir la figura a la presencia, destacar lo particular manteniéndolo unido*. La verdad crítica (...) rechaza al empirismo, donde lo mismo vale cualquier cosa, pues todo es contingente. El fundamento de validez no se halla entonces simplemente en *lo dado*, característico de las ciencias positivas, sino en las condiciones de posibilidad de lo real, de lo consciente, o de la acción. La verdad crítica, ajena a los absolutos, exige, pues, localizar las condiciones específicas para fundar la validez del conocimiento. Iglesias, S. *Epistemología de lo social*, p. 83.

1.4.1. Falsacionismo metodológico de Popper³⁷

Una de las teorías que se ubican dentro de la perspectiva del racionalismo crítico, consiste en la propuesta del conocimiento de la ciencia de Karl R. Popper, la cual representa un verdadero giro epistemológico en relación con los anteriores enfoques de *todas las reglas del método empírico deben estar de tal forma diseñadas que no protejan a ningún enunciado científico contra la falsación*³⁸, para formular audaces conjeturas y refutaciones de las hipótesis científicas. Aparece como una crítica decisiva contra el modelo del método inductivo-empirista: *obtenemos nuestro conocimiento por un procedimiento no inductivo*, dice Popper-. El problema que se plantea en este enfoque epistemológico es cómo evaluar las teorías científicas, y la pregunta a la que se intenta responder es ¿cuándo debe ser considerada científica una teoría? El punto de partida de Popper consiste en establecer *el criterio de demarcación*³⁹, para ver qué es lo que cuenta como ciencia, ya que la *teoría*⁴⁰, cualquiera que ésta sea, debe cubrir los requisitos de aceptación determinados por este criterio. El otro aspecto a considerar para la aceptación de una teoría científica es que ésta debe ser, en estricto sentido, falsable. Esto quiere decir que la teoría en cuestión entra en *conflicto* con un severo test crítico, que se contiene en la conjetura en la cual se condensan reglas de falsación para realizar los ajustes y planteamiento de hipótesis que lleven, mediante la observación empírica, a la refutación, es decir, a obtener los resultados que determinen si la teoría que se está refutando es falsada, esto es, rechazada o, en su caso confirmada, es decir, aceptada provisionalmente, hasta que se encuentre algo mejor.

En el falsacionismo metodológico, la teoría no se acepta como *lo dado* (como en el caso del positivismo), sino que se cuestiona previamente y se pone en situación de confrontación y de conflicto a través de la refutación. Ciertamente no se prescinde de la observación, en el sentido lógico deductivo, para confirmar los planteamientos hipotéticos a partir de su base empírica (solamente). El requisito empírico es que se produzcan nuevas hipótesis. Desde esta posición epistemológica, el conocimiento científico no es absolutamente *objetivo*, es conjeturable como tal. En este aspecto destaca también el papel que es atribuido al lenguaje científico en la tesis falsacionista relacionada con la deducción como método. Al respecto, dice Popper que la deducción no es válida porque decidamos oelijamos adoptar sus reglas como patrón, o porque

37. El falsacionismo metodológico de Popper es a la vez convencionalista y falsacionista, pero difiere de los convencionalistas (conservadores) al defender que los enunciados aceptados por acuerdo no son espaciotemporalmente universales, sino espaciotemporalmente singulares y difiere del falsacionismo dogmático (caso de Duhem) al mantener que el valor de verdad de tales enunciados no puede ser probado por los hechos, sino que, en algunos casos, puede decidirse por acuerdo. Lakatos, Imre. *Metodología de los programas de investigación científica*, p. 34.

38. Losse, John. *Op. cit.* p.180.

39. Sólo son científicas aquellas teorías (esto es, aquellas proposiciones no *observacionales*) que prohíben ciertos acontecimientos observables y que por ello pueden ser *falsadas* y rechazadas; o dicho de otra forma más breve, una teoría es *científica* o (*aceptable*) si tiene una *base empírica*. Lakatos, Imre. *Op. cit.*, 38.

40. La teoría es una construcción teórica que sirve para explicar los fenómenos. Una teoría consta de un cuerpo teórico que sea entendible, útil y fructífero; elementos de validación, formalismo, mecanismos tecnológicos; requiere tener un ámbito de confrontación; tiene una estructura expuesta. Ninguna teoría es verdadera, o es útil o es viable y nada más. Flores, Fernando. *Seminario de Introducción a la enseñanza de la ciencia*. Agosto-noviembre del 2000.

decretemos que deben ser aceptadas, sino porque adoptan o incorporan las reglas por las cuales la verdad se transmite de premisas (lógicamente más fuertes) a conclusiones (lógicamente más débiles), y por las cuales la falsedad se retransmite de las conclusiones a las premisas en *dirección deductiva*. Esta retransmisión de la falsedad hace de la lógica formal el '*Organon*' de la crítica racional, vale decir, de la refutación.⁴¹ El lenguaje lógico al que se refiere Popper es el lenguaje de las proposiciones y los enunciados que constituyen las teorías científicas, el cual opera con reglas puramente deductivas de argumentación crítica, para poder refutar las teorías y demostrar que éstas son falsas. Éste sería el criterio de validez del conocimiento en última instancia, afirma Popper: una teoría es falsada cuando se somete a las reglas deductivas de argumentación crítica y el resultado del juicio empírico rechaza la explicación teórica si ésta entra en conflicto con la observación; por otra parte, la teoría es aceptada provisionalmente si ésta pasa la prueba de la refutación crítica. Una característica del falsacionismo metodológico popperiano es la de que, finalmente, sigue siendo un tipo de empirismo refinado, pues la base para validar si una teoría es o no falsable recurre a su referente empírico, a través de lo que él llama los *experimentos cruciales*. Popper sólo previó la posibilidad de que la falsación de una teoría se llevase a cabo a partir de un referente empírico y no desde la propia perspectiva teórica.

1.4.2. Falsacionismo metodológico sofisticado de Lakatos

Esta vertiente del racionalismo crítico tiene su base en el falsacionismo metodológico de Popper y se enmarca también desde una perspectiva evolutiva y de crecimiento del conocimiento científico. Según Lakatos, las teorías son entes complejos y altamente estructurados (programas de investigación: progresivos o degenerativos), compuestos por un conjunto de hipótesis generales (núcleo central) y por una serie de hipótesis auxiliares, supuestos subyacentes y enunciados observacionales (cinturón protector), encargados, todos ellos, de proteger el núcleo de la falsación. El problema que se plantea Lakatos consiste en saber ¿cómo evaluar las series de teorías contenidas en un programa de investigación?, es decir, cómo las teorías científicas anteriores son superadas por nuevas teorías científicas dentro de la evolución de los programas de investigación y crecimiento del conocimiento científico. De acuerdo con Lakatos, un programa de investigación *consiste en reglas metodológicas: unas nos dicen qué líneas de investigación hemos de evitar (heurística negativa) y otras, qué líneas de investigación hemos de seguir (heurística positiva)*.⁴² El proceso que Lakatos plantea para alcanzar la falsación de una serie de teorías es a través de dos tipos de reglas:

- 1). Reglas o criterios de aceptación de la nueva teoría.
- 2). Reglas de falsación (ajustes teóricos para salvar la nueva teoría).

Las reglas o criterios de aceptación de las nuevas teorías son dos:

41. Popper, Karl, R. *Conjeturas y refutaciones*. p. 57-93.

42. Lakatos, Imre. *Op. Cit*, pp. 180-216.

- 1.1. Que la nueva teoría tenga exceso de contenido empírico (A1).
- 1.2. Que una parte del exceso de contenido empírico resulte verificado (A2).

Las reglas de falsación son tres y afirman que:

- 2.1. Una teoría (T1) queda falsada si y sólo si otra teoría (T2) ha sido propuesta y tiene las siguientes características: T1 tiene un exceso de contenido empírico en relación con T, esto es, predice nuevos hechos improbables o incluso excluidos por T.
- 2.2. T1 explica el éxito previo de T, esto es, todo el contenido no refutado de T está incluido (dentro de los límites del error observacional) en el contenido de T1.
- 2.3. Una parte del exceso de T1 resulta corroborado.

Se pueden interpretar estas reglas en términos de que la teoría científica anterior tiene menor contenido corroborado que la nueva teoría, por lo tanto, la nueva teoría tiene mayor poder explicativo, este diferencial de poder explicativo (de nuevos hechos), señala Lakatos, entre la teoría precedente y la teoría actual es el indicador del crecimiento. El contenido corroborado de la nueva teoría para explicar nuevos hechos (así como los de la teoría anterior) determina también cambios empíricamente progresivos. El requisito empírico es que se produzcan nuevos hechos (aceptación de la nueva teoría), si los cambios no son teóricamente progresivos, no origina nuevos hechos, ésta se rechaza, esto es, la teoría es falsada. El término de sofisticado, empleado por Lakatos para adjetivar su falsacionismo metodológico, y diferenciarlo del falsacionismo de Popper, se refiere al hecho de que el criterio de validación de la nueva teoría no se restringe a considerar los resultados observacionales del referente empírico como único criterio de validez del conocimiento (básico en los enfoques del empirismo y el positivismo, así como en el falsacionismo metodológico de Popper), considera, además, que una teoría también puede ser falsada mediante la refutación teórica de la misma. Sin embargo, para Lakatos refutar no es sinónimo de rechazar. No obstante, en los ajustes teóricos para salvar una teoría, Lakatos previó agregar cláusulas auxiliares, así como añadir a la misma teoría reinterpretaciones semánticas a los enunciados significativos con sentido de tipo analítico y sintético, que conforman las teorías científicas, todas estas teorías construidas con el lenguaje lógico deductivo de la ciencia.

1.5. Gaston Bachelard: la formación epistemológica (1884-1962)

Una de las obras más importantes de Bachelard es *La formación del espíritu científico*, en la cual realiza un psicoanálisis del proceso de formación intelectual del ser humano dentro del marco de lo que él denomina el nuevo espíritu científico. Su tesis principal consiste en indicar que:

cuando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos, ya que 'es en el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen,

*por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones'. Es ahí donde mostraremos causas de estancamiento y hasta de retroceso, es ahí donde discerniremos causas de inercia que llamaremos obstáculos epistemológicos.*⁴³

De aquí surge la noción de ruptura o corte epistemológico entre el espíritu precientífico y el espíritu científico, que no es otra cosa que la superación de las dificultades por las que atraviesa el sujeto en su transición del conocimiento de lo concreto a lo abstracto, en el camino que se sigue en el proceso de estructuración de la razón. Frente a la pretensión de saberes absolutos, Bachelard destaca la necesidad de atenerse a conocimientos dominados por el aproximativismo y el probabilismo. Para Bachelard la ciencia emerge de cierta práctica que produce conceptos no derivados de la generalización de observaciones, los conceptos científicos son independientes de marcos no científicos y de la propia observación, de aquí surge la noción de la observación cargada de teoría. El pensamiento bachelardiano se emparenta muy de cerca con el pensamiento de Thomas Kuhn, como se puede observar en esta cita:

*¿Ayuda realmente el imaginar que existe alguna explicación plena, objetiva y verdadera de la naturaleza y que la medida apropiada de la investigación científica es la elongación con que nos acerca cada vez más a esa meta final? Si podemos aprender a substituir la-evolución-hacia-lo-que-deseamos-conocer por la-evolución-a-partir-de-lo-que-conocemos, muchos problemas difíciles desaparecerán en el proceso. Por ejemplo, en algún lugar de ese laberinto debe encontrarse el problema de la inducción.*⁴⁴

El problema de la inducción consistió básicamente en suponer que el sujeto no trae ninguna carga teórica al observar los hechos. El cambio fundamental consiste, en el sentido que cobra el proceso de desarrollo y evolución del nuevo espíritu científico, esto es, que el sujeto que se forma intelectualmente lo hace a partir de marcos no científicos, es decir, del sentido común y superando los entorpecimientos, confusiones, estancamientos y retrocesos, causas de inercia llamados obstáculos epistemológicos. Es por eso que Bachelard habrá de señalar que el sujeto pasa por ese penoso proceso de acceso al conocimiento científico a través de diferentes obstáculos epistemológicos como son: el de la experiencia o la observación básica, el conocimiento de tipo general, el obstáculo verbal, el obstáculo substancialista, el obstáculo animista y el obstáculo del conocimiento cuantitativo. Bachelard no sólo devela los obstáculos que enfrenta el sujeto en el trayecto de su formación espiritual (crecimiento intelectual) para alcanzar el conocimiento a través de la razón, sino que esclarece esa dimensión subjetiva del sujeto en el tránsito por ese camino evolutivo *a partir* de lo que el sujeto conoce y no a la inversa, es decir, hacia lo que desea conocer. Es una cuestión que cambia la óptica de ver el problema (de la construcción del conocimiento científico) y de cómo debe encararse. Esta comprensión encierra una gran aportación en la que Bachelard rescata al sujeto epistémico y abre una gran vía a la comprensión del proceso de formación de la razón humana. Una frase habrá de marcar la idea de la separación entre lo real y la razón en Bachelard: *nada es espontáneo, nada está dado, todo se construye.*⁴⁵

43. Bachelard, Gaston. *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*, p.p. 297.

44. Kuhn, citado por Rafael Porlán en *Constructivismo y escuela*, p. 37.

45. Bachelard, G. *Op. Cit.* p. 16

1.6. Relativismo y contextualismo

El contextualismo relativista aparece como un nuevo enfoque epistemológico que viene a constituir una crítica radical al modelo científico imperante en la filosofía de la ciencia clásica. Pérez, R. (1999) advierte la manera en que concebían los positivistas el método de conocimiento científico cuando afirmaban que *las observaciones proporcionan la base firme (la base empírica neutral), los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías.*⁴⁶ En el enfoque del empirismo clásico, como en el empirismo lógico (o positivismo) y el racionalismo crítico, se observa que la base fundamental de su racionalidad, que garantiza la correcta práctica científica y el auténtico conocimiento, radica en el método científico, en las reglas metodológicas que conducen a los cánones universales de racionalidad. La racionalidad se concibe, entonces, como enclavada en reglas de carácter universal, las cuales determinan las decisiones científicas; el énfasis se pone en las relaciones lógicas que conectan las hipótesis con la evidencia y se minimiza el papel de los sujetos. Se tiene una imagen de la ciencia como algo que, a fin de cuentas, está fuera de la historia y que, gracias a su método resulta ser independiente de los sujetos que la producen –de sus intereses, de sus prácticas, supuestos, condicionamientos, interacciones, etcétera- Contra esta concepción surge, en los años sesenta, el movimiento de la nueva filosofía de la ciencia como reacción para reivindicar la dimensión histórica, social y pragmática de la empresa científica, y de explorar su impacto en la dimensión metodológica, en donde los elementos comunes son:

1. *Para comprender una teoría científica es necesario tener en cuenta tanto aquello que se intenta resolver con ella, su uso, como su proceso de evolución.*
2. *La ciencia parte de compromisos y presupuestos (no hay ciencia libre de presupuestos) que comparten la comunidad de especialistas en el campo; por lo tanto, 'las teorías no son unidades básicas de análisis'. Los marcos generales de investigación: paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales, etc., también cambian, de ahí la necesidad de las propuestas de modelos de desarrollo que den cuenta de los cambios más profundos y a largo plazo a nivel de los compromisos básicos.*
3. *Desacuerdo básico con el carácter normativo del análisis metodológico, ya que el objetivo consiste en entender la estructura del desarrollo científico y explicar los cambios que en él se generen y no de codificar los criterios y procedimientos de carácter universal que regulen la correcta práctica científica.*⁴⁷

Son varios los representantes que aquí se analizan en sus principales aportes a este enfoque, entre ellos están: Thomas S. Kuhn, Stephen Toulmin, Paul Feyerabend y Larry Laudan.

1.6.1. Thomas S. Kuhn (1922-1996)

La tesis de Kuhn surge de la investigación histórica y consiste en señalar que, en el desarrollo científico, ocurren cambios profundos, cambios que revolucionan tanto la

46. Pérez, Ranzas. *Op. Cit.* p. 17

47. Pérez, Ranzas (1999). En Kuhn y el cambio científico, cita a Kuhn y aporta una síntesis de los planteamientos centrales que ofrece este filósofo de la ciencia en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*.

perspectiva teórica como las prácticas de una comunidad. A partir de esta tesis, Kuhn intenta mostrar, con base en el estudio de casos de la historia de la ciencia, la incapacidad de las metodologías ofrecidas hasta entonces, tanto inductivistas como deductivistas, para explicar los grandes logros científicos. Kuhn encuentra que buena parte del proceder científico viola las reglas propuestas tanto por los empiristas lógicos como por los racionalistas críticos, y que ello no ha impedido el éxito de la empresa científica. Esta circunstancia establece entonces la controversia entre quienes consideran (los nuevos filósofos) que el objetivo es entender la estructura del desarrollo científico y explicar los cambios que en él se generan, y quienes consideran (los filósofos clásicos) que el objetivo es codificar los criterios y procedimientos, de carácter universal, que regulan la correcta práctica científica. Kuhn piensa que, efectivamente, el objetivo consiste en entender la *estructura* del desarrollo científico. Son varios los conceptos importantes que Kuhn aporta a la reflexión filosófica sobre la ciencia, como son: el de ciencia normal, la noción de paradigma, el concepto de inconmensurabilidad, el de revolución científica, etc. Uno de los conceptos centrales en la obra de Kuhn, es sin duda, lo que él denomina como *ciencia normal* y que desarrolla en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*⁴⁸, el cual se presenta en síntesis en las siguientes etapas características:

Etapla preparadigmática: En esta etapa, compiten diversas escuelas por el dominio de un campo de investigación. Lo característico de esta etapa es que las investigaciones que realizan los distintos grupos no logran producir un cuerpo acumulativo de resultados.

Etapla paradigmática: Aparece cuando el campo de investigación se unifica bajo la dirección de un mismo marco de supuestos básicos. Los investigadores llegan a considerar que uno de los enfoques competidores es tan prometedor que abandonan los demás.

Etapla de la ciencia normal: Una vez consensuado y aceptado el paradigma, el enfoque teórico del paradigma se va haciendo cada vez más preciso y mejor articulado. Es una etapa conservadora, pues el objetivo no consiste en la búsqueda de novedades ni en la teoría ni en los hechos. Se trata de desarrollar al máximo la precisión y el potencial explicativo y predictivo del enfoque teórico vigente. La investigación se realiza básicamente ajustándose a las mismas reglas metodológicas, y los resultados se producen en forma tal que sean claramente justificables ante la comunidad de especialistas.

Etapla de las anomalías: Sin embargo, y contrariamente a sus propósitos, la ciencia normal conduce, tarde o temprano, a la aparición de problemas, llamados *anomalías*, las cuales se resisten a ser resueltos con las herramientas conceptuales e instrumentales del paradigma establecido, lo cual hace pensar que algo anda mal en el fondo y que sólo un cambio en los supuestos básicos permitirá encontrar una solución.

48. Kuhn, T.S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. pp. 51-179. En esta obra adopta este término como la base de su propia investigación. Parte, pues, del consenso en torno a un paradigma y marca el paso a una ciencia madura. El término paradigma se utiliza en dos sentidos: 1. Como logro o realización concreta y 2. Como conjunto de compromisos compartidos (es aquello que presuponen quienes modelan su trabajo bajo ciertos casos paradigmáticos).

Etapa de crisis: Es la etapa en la que se pone en duda la eficacia y la corrección del paradigma vigente. Con la crisis comienza la *ciencia extraordinaria*. Es la propuesta de estructuras teóricas alternativas que impliquen un rechazo o una modificación de los supuestos aceptados hasta entonces. Las crisis se determinan por alguna de las siguientes maneras:

1. El paradigma en tela de juicio se muestra ineficaz de resolver los problemas que provocaron la crisis;
2. Ni los enfoques más radicalmente novedosos logran dar cuenta de las anomalías, por lo cual éstas se archivan en espera de una etapa futura donde se cuente con mejores herramientas conceptuales e instrumentales;
3. Surge un paradigma alternativo que parece ofrecer una solución a las anomalías, y comienza la lucha por lograr un nuevo consenso.

La revolución (científica): Kuhn describe un cambio de paradigma como una revolución. Sus tesis sobre el cambio revolucionario tienen en la mira los modelos tradicionales de evaluación de teorías y, por ende, la noción de racionalidad que éstos presuponen. Al describir un cambio de paradigmas como una revolución, Kuhn está cuestionando que la elección entre teorías rivales –integradas en paradigmas distintos- sea una cuestión que pueda resolverse mediante algún procedimiento efectivo de decisión. Es decir, se trata de un dilema que no se puede resolver apelando solamente a la lógica y a la experiencia neutral (como pretendían los empiristas lógicos), ni tampoco mediante decisiones claramente gobernadas por reglas metodológicas (como pretendían los popperianos). Las diferencias entre paradigmas alternativos impiden el acuerdo sobre lo que cuenta como un argumento decisivo, sea a favor o en contra, de alguna de las teorías en competencia. Otro concepto que es clave en el entendimiento del pensamiento de Kuhn, señalado así por él mismo, es el de *inconmensurabilidad*. En una de sus últimas publicaciones Kuhn declara: *Mi encuentro con la inconmensurabilidad fue el primer paso en el camino hacia la estructura, y esta noción todavía me parece la innovación central que introduje en mi libro*. Y en otro trabajo de los años noventa dice:

*Ningún otro aspecto de la estructura me ha concernido tan profundamente en los treinta años desde que se escribió el libro, y después de esos años emergí sintiendo más fuerte que nunca que la inconmensurabilidad tiene que ser un componente esencial de cualquier concepción histórica o evolutiva del desarrollo del conocimiento científico.*⁴⁹

Cabe aclarar que, en la transición revolucionaria entre paradigmas, entra en escena el concepto de *inconmensurabilidad*. Éste es uno de los conceptos más decisivos acotado al campo semántico, es decir, no son los paradigmas los que se comparan entre sí, sino más bien las teorías y, más precisamente, sus léxicos o vocabularios, ya que *las teorías son inconmensurables cuando están articuladas en lenguajes que no son completamente traducibles entre sí*⁵⁰, es decir, el cambio de paradigma implica el

49. Kuhn, T. S. *Op. Cit.*, p. 86.

50. Kuhn, T. S. *Op. Cit.*, p. 20.

cambio de significados en las teorías involucradas. El concepto de inconmensurabilidad, al poner al descubierto el cambio de significado que acompaña al cambio de paradigmas, obligó a replantear el problema metodológico de la comparación y elección de teorías, renovando con ello la discusión sobre la racionalidad científica.

Ahora bien, lo más importante que se puede concluir de la propuesta de Kuhn, consiste en su aportación a un cambio en la concepción dominante en la filosofía de la ciencia tradicional, que responda al interés por explicar cómo, de hecho, la ciencia cambia y se desarrolla. Su concepción surge, por lo tanto, de una reflexión filosófica muy ligada a los análisis históricos de la práctica científica, tal y como ésta ocurre, en el proceso histórico del descubrimiento científico. Dice Kuhn en su *Introducción: un papel para la historia de La estructura*:

Si se considera a la historia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, puede producir una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia. Esa imagen que fue trazada previamente, incluso por los mismos científicos, sobre todo a partir de los logros científicos llevados a cabo, que se encuentran en las lecturas clásicas y, más recientemente, en los libros de texto en los que cada una de las nuevas generaciones de científicos aprende a practicar su profesión.⁵¹

Su aportación más contundente consistió en poner en duda la existencia de un conjunto de reglas metodológicas del tipo que los filósofos clásicos de la ciencia habían estado buscando.

1.6.2. Paul Feyerabend (1924-)

En el *Tratado contra el método*⁵², Feyerabend habrá de señalar con mucha decisión que, en la búsqueda de la verdad del conocimiento, una constante ideológica se interpone al hombre en su intento. El teólogo persigue la verdad absoluta a través de la fe y el científico también persigue la verdad absolutizando la razón como el recurso fundamental de su búsqueda del conocimiento, diría más bien que con una fe absoluta en la razón. Feyerabend aborda la reflexión directa sobre esta pretensión de los científicos modernos que se han situado en el centro de las decisiones y que han llegado a convertir a la ciencia, el método, las reglas y su establecimiento, incluida la educación científica, como la forma de lavado de cerebro –califica él- que vuelve aséptico el conocimiento y lo deshistoriza eliminando todo el caos, la irracionalidad y subjetividad del cómo surge y se desarrolla el conocimiento científico. La tesis central de Feyerabend se centra en el debate frontal entre los extremos de la relación orden-anarquismo, siendo éstas las premisas que sirven de marco para traer a la ciencia a un juicio crítico, ineludible y necesario para traspasar los límites y bordes de una concepción de ciencia típicamente empirista, dogmática, absolutista, aséptica, objetiva, neutral y ahistórica.

Feyerabend se plantea dos grandes problemas sobre la ciencia:

51. (Kuhn, 1993b, pp. 314-315). Citado por Ranzas, Pérez. *Op. Cit.* p. 83.

52. Feyerabend, Paul. *Tratado contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Ed. Reiméxico. 1993, pp. 319.

1. ¿Cuál es su estructura, cómo se construye y cómo evoluciona? y
2. ¿Cuál es su peso específico comparado con el de otras tradiciones y cómo hemos de juzgar sus aplicaciones sociales (incluida, por supuesto, la ciencia política)? Las respuestas que da a cada cuestión son negativas tanto en lo referente a la estructura como en cuanto a la racionalidad. Así, en cuanto a la estructura afirma que:

la ciencia no presenta una estructura, queriendo decir con ello que no existen unos elementos que se presenten en cada desarrollo científico, contribuyan a su éxito y no desempeñen una función similar en otros sistemas.⁵³

En cuanto a la racionalidad a los procedimientos que los científicos utilizan indistintamente según las necesidades y circunstancias de su quehacer científico, afirma que:

no existe una racionalidad científica que pueda considerarse como guía para cada investigación; pero hay normas, obtenidas de experimentos anteriores, sugerencias heurísticas, concepciones del mundo, disparates metafísicos y fragmentos de teorías abandonadas, y de todos ellos hará uso el científico en su investigación.⁵⁴

Con respecto al método, su postura en contra es radical, pues considera que:

la idea de un método que contenga, principios firmes, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan el quehacer científico tropieza con dificultades considerables al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica.⁵⁵

Con referencia a la relación *idea-acción*, hay cosas que se dan por supuestas, como el presupuesto de que la comprensión de ideas nuevas precede a su formulación (como una crítica a Popper, quien afirma que la investigación comienza con un problema), Feyerabend plantea las cosas de otra manera, desde el punto de vista epistemológico: en la lógica popperiana primero, tenemos una idea o un problema, después actuamos, es decir, hablamos o construimos o destruimos:

ciertamente no es éste el modo como los niños se desarrollan. Los niños usan palabras, las combinan, juegan con ellas hasta que atrapan un significado que hasta entonces había permanecido fuera de su alcance. Y la actividad lúdica inicial constituye un presupuesto esencial del acto final de comprensión. No existe ninguna razón para que este mecanismo deje de funcionar en el adulto.⁵⁶

Esta forma de pensar de Feyerabend concuerda, por cierto, con la tesis de la epistemología genética de Piaget, en la cual se postula que en el origen de la construcción del conocimiento se encuentra la actividad interna o externa del niño. Otro punto que este autor considera importante para el avance de la ciencia es el de la coninducción, a la cual se refiere de la siguiente manera:

53. Feyerabend, Paul. *Op. Cit.*, p. 1.

54. *Op. Cit.*, p. 7.

55. *Op. Cit.*, p. 9.

56. *Op. Cit.*, p. 10.

*considérese la regla que afirma que la experiencia o los hechos o los resultados experimentales es lo que mide el éxito de nuestras teorías, que el acuerdo entre la teoría y los datos favorece la teoría (o al menos no altera la situación) mientras que el desacuerdo la perjudica y, tal vez, nos obliga a eliminarla. Esta regla constituye un elemento importante de todas las teorías de la confirmación y de la corroboración. Es la esencia del empirismo. La contrarregla correspondiente nos aconseja introducir y elaborar hipótesis que sean inconsistentes con teorías bien establecidas y/o con hechos bien establecidos. Nos aconseja proceder contrainductivamente.*⁵⁷

A partir de la distinción entre la razón y la irracionalidad de la práctica científica es que Feyerabend concluye con la necesidad de:

*abolir la distinción entre un 'contexto de descubrimiento' (tal vez sea irracional y no necesita seguir ningún método conocido, idea del desorden) y el 'contexto de justificación' (la crítica solo comienza después de que se han hecho los descubrimientos y procede de una manera ordenada).*⁵⁸

Se concluye que la propuesta de Feyerabend tiene un carácter más radical, y consiste en una de las críticas más mordaces que se han hecho a la concepción de la ciencia tradicional. Destaca sobre todo, su ataque directo contra el método científico, que abre definitivamente una reflexión en el campo de la filosofía de la ciencia, y particularmente de tipo epistemológico. Esto es así porque los análisis de tipo epistemológico abordan los procesos de construcción del conocimiento científico, y en esos procesos el método juega el papel más importante, por ello esta reflexión adquiere la mayor importancia, así lo menciona Losse (1997) cuando señala que *El análisis del método científico es una disciplina de segundo orden, cuyo objeto son los procedimientos y estructuras de las diversas ciencias.*⁵⁹ Feyerabend está contra el orden del método, como antítesis plantea el anarquismo, destaca como aporte sus argumentos contra una concepción de ciencia empirista, dogmática, neutral, ahistórica, absolutista y objetiva.

1.6.3. Stephen Toulmin (1922-)

En el tomo I de la obra *La comprensión humana*, que se titula *El uso colectivo y la evolución de los conceptos*, Toulmin presenta su tesis central, a saber, la idea de que *el cambio cultural e intelectual debe explicarse en términos evolutivos*⁶⁰, dando sentido a este proceso evolutivo, como lo que él llama *el verdadero carácter del esquema darwiniano, que explica el cambio, cambios locales en las poblaciones orgánicas relacionándolos con sus ventajas adaptativas*⁶¹, la ecología intelectual (como una imagen evolucionista del conocimiento, a manera de una analogía de la evolución de las especies de Darwin), la cual comenta que fue presentada por primera vez en su libro *Los usos de la argumentación* (1958). Este autor analiza el problema de la creencia compartida de que existen unos criterios universales o principios fijos para evaluar la validez del conocimiento humano y rechaza estas posturas absolutistas.

57. *Op. Cit.*, p. 13.

58. *Op. Cit.*, p. 139.

59. Losse, John. *Op. Cit.*, p. 13.

60. Toulmin, Stephen. *La comprensión humana I. El uso colectivo y la comprensión de los conceptos*, p. 323.

61. *Op. cit.*, p. 326.

El problema de la comprensión humana es doble. El hombre conoce y también es consciente de que conoce. Adquirimos, poseemos y usamos nuestro conocimiento, afirma Toulmin; pero, al mismo tiempo, somos conscientes de nuestras actividades como conocedores. En consecuencia la comprensión humana se ha desarrollado históricamente por dos caminos complementarios: ha crecido y se ha profundizado. Al respecto, Porlán (1998) describe algunas de las ideas centrales de Toulmin en los siguientes términos:

en la actualidad, la cuestión básica de la comprensión del conocimiento humano es la siguiente: ¿cómo podemos reconciliar, al mismo tiempo, la necesidad de un punto de vista imparcial para analizar, comprender y evaluar el conocimiento, con el hecho constatado, tanto desde una perspectiva histórica como psico-socio-antropológica, de la enorme diversidad conceptual de nuestra especie y de la enorme variedad de normas racionales aceptadas en los diferentes medios sociales, culturales e históricos? Toulmin indica que, desde el punto de vista filosófico, el problema decisivo es el siguiente: ¿según qué escalas deben sopesarse nuestros mismos conceptos y juicios? En particular, él se plantea que, para enfocar el elemento fundamental de la comprensión humana debemos preguntarnos: ¿cuáles son las habilidades, o tradiciones, las actividades, los procedimientos o los instrumentos de la vida intelectual y la imaginación del hombre -en una palabra, los conceptos- por los cuales se logra y se expresa tal comprensión humana?⁶²

Para encontrar una respuesta a esta cuestión, Toulmin propone un concepto original: *La ecología intelectual*, en el que las cuestiones de imparcialidad y de juicio racional ya no deben ser consideradas en términos lógico formales, sino en términos ecológicos y contextuales. La adopción de un enfoque ecológico para explicar el desarrollo del conocimiento humano implica abandonar la suposición de que el conocimiento se organiza en conjuntos proposicionales estáticos y reconocer que las ideas de cualquier tipo constituyen *poblaciones conceptuales* en desarrollo histórico tanto en el plano colectivo como en el individual. Toulmin afirma: *Cada uno de nosotros piensa sus propios pensamientos, pero los conceptos los compartimos con nuestros semejantes*. Llegado a este punto, nos obliga a desvincular la imagen de racionalidad de la de logicidad. Lo racional de las actividades intelectuales no está asociado, desde esta perspectiva, con la coherencia interna de los conceptos y creencias habituales de un individuo. Más bien, está asociado con la manera en que cada persona es capaz de modificar su posición intelectual ante experiencias nuevas e imprevistas, es decir, por la manera en que es capaz de cambiar, parcial o totalmente, un conjunto de conceptos por otro mejor. Si aceptamos que los conceptos cambian y evolucionan, si el conocimiento se modifica históricamente, ¿por qué no habría de hacerlo también el criterio para evaluarlo?: si el conocimiento cambia, el criterio para evaluarlo también. El fundamento de Toulmin para adoptar la teoría evolucionista de Darwin radica en el hecho de que los modelos orgánicos y conceptuales son casos particulares de un único *patrón de desarrollo por innovación y selección*. Es decir, la evolución de los conceptos es igual que la evolución de las especies. Un ejemplo concreto del modelo general de evolución y cambio de las poblaciones conceptuales está basado al mismo tiempo en la existencia de distintas variantes en competencia dentro de un conjunto poblacional dado, y en la existencia también de los mecanismos ambientales que, a manera de presión exterior,

62. Porlán y Rivero. *El conocimiento de los profesores*, pp. 43-50.

seleccionan las variedades mejores en relación con un determinado contexto espacio-temporal. El programa de la teoría de la comprensión humana de Toulmin persigue el objetivo general de elaborar un nuevo *autorretrato epistémico*; esto es, una nueva explicación de las capacidades, procesos y actividades en virtud de las cuales el hombre adquiere comprensión de la naturaleza, y ésta a su vez se hace inteligible para el hombre (...). Análogamente dice Toulmin:

*sólo podemos comprender la autoridad intelectual de nuestros conceptos si tenemos en cuenta los procesos socio-históricos por los cuales se desarrollan dentro de la vida de una cultura o una comunidad; pero, a su vez, un análisis más claro de dicha autoridad intelectual nos brinda los medios para elaborar ideas más exactas acerca de esos mismos procesos.*⁶³

El valor que tiene esta propuesta teórica de Toulmin radica en cómo entender el problema central de la comprensión humana dentro de la multiplicidad compleja de la variedad cultural, desde una perspectiva en cuyo enfoque está el conocimiento científico. Resulta clave su idea del *autorretrato epistémico* y su apelación a los procesos socio-históricos, al igual que Kuhn, a través de los cuales se desarrolla el conocimiento (científico) en una comunidad. También es clave su concepción de la ecología conceptual como criterio de evolución y diferenciación del conocimiento en contextos espacio-temporales diversificados.

1.6.4. Larry Laudan (1941-)

En la obra titulada *Progress and its problems*, Laudan plantea su tesis básica de la interdependencia entre la historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia, y proporciona un término medio entre el logicismo y el relativismo, él advierte que: *El logicismo radical convierte a la historia de la ciencia en algo irrelevante para la filosofía de la ciencia. El relativismo radical reduce a la filosofía de la ciencia a una descripción de la práctica científica presente y pasada.*⁶⁴ La posición de compromiso de Laudan es que la filosofía de la ciencia contiene tanto un elemento descriptivo como un elemento normativo. Es descriptiva con respecto a los casos paradigmáticos seleccionados, pero normativa con respecto a los restantes episodios históricos. Laudan intenta dar respuesta al problema planteado por Kuhn respecto a que el intento de justificar una determinada reconstrucción racional resulta circular. Larry Laudan ha sugerido un procedimiento de justificación que evita que el círculo se cierre, y que consiste en los siguientes pasos o etapas:

*Primeramente se selecciona un conjunto de episodios. Se adoptan estas opiniones para encarnar nuestras intuiciones favoritas acerca de la racionalidad científica. Las intuiciones favoritas sirven de casos paradigmáticos, sirviéndonos las opiniones sobre los mismos como punto de comparación para las restantes opiniones acerca de la racionalidad científica.*⁶⁵

63. Portan y Rivero. Citan a Toulmin en *El conocimiento de los profesores*, pp. 41-42.

64. Losse, John. *Op. Cit.*, p. 226.

65. Losse, John. *Op. Cit.*, p. 225.

De acuerdo con esta concepción, que se puede denominar *intuicionismo metametodológico*⁶⁶, la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia son disciplinas interdependientes. La historia de la ciencia es la fuente de nuestras intenciones acerca del desarrollo científico, y la filosofía de la ciencia es un comentario de segundo orden que explica el ideal racional encarnado en estas intuiciones.

La adecuación del modelo de Laudan depende de la elección de los casos paradigmáticos, pero mantiene que su modelo del progreso científico es sensible a la evolución de los criterios de racionalidad. Laudan trató de invertir el punto de vista logicista acerca de la relación entre racionalidad y progreso. La concepción logicista supone que los desarrollos científicos se han de juzgar con base en un criterio de racionalidad que se apoya en las reglas del método científico. De acuerdo con la idea de Laudan, los desarrollos que se ajusten a este criterio se calificarían de progresivos, esto es, que aumentan la eficacia en la resolución de problemas. El modelo de Laudan, por lo tanto, presenta a la ciencia como una actividad de resolución de problemas. El progreso científico puede lograrse de muchas formas. Una de ellas consiste en aumentar el número de problemas empíricos resueltos.

Según Laudan, los problemas conceptuales son aquellos que surgen cuando se toman en consideración teorías incompatibles o inverosímiles en su conjunto, o bien cuando existe un desacuerdo entre la teoría y los presupuestos metodológicos de ese dominio. A veces los problemas conceptuales se resuelven mediante un cambio de presupuestos metodológicos. De esta forma, el modelo de resolución de problemas se adapta a los criterios cambiantes de racionalidad.

Para Laudan, el progreso en un dominio se logra cuando teorías sucesivas manifiestan una creciente eficacia en la resolución de problemas. Un primer tipo de progreso en el dominio científico es un problema resuelto. Un segundo tipo de progreso consiste en la resolución de una anomalía, las cuales, a su vez, se pueden resolver de varios modos. El más sencillo de todos consiste en revisar su base empírica. Un tercer tipo de progreso científico es el producido por una restauración de la armonía conceptual entre teorías supuestamente en conflicto.

Se puede concluir con Laudan que uno de los aportes más significativos de su modelo consiste en proponer cómo progresa la ciencia, en la medida en que las teorías

66. Cabe señalar que Laudan —señala Pérez, Ranzas (1999)— en trabajos posteriores (1986, 1987), abandona este *intuicionismo metodológico* y emprende un nuevo programa, el *naturalismo normativo*, en que desarrolla un intento de naturalización de la metodología que no dependa de nuestros juicios intuitivos sobre la racionalidad de casos ejemplares (juicios que pueden tener infiltrados factores externos, psicológicos o sociales). En su lugar, se subraya el papel de la *evidencia* como piedra de toque de la evaluación comparativa y aceptación de las teorías científicas, lo cual ha replanteado el problema de la relación teoría-experiencia. La evidencia, en el naturalismo normativo, es el eje de una epistemología cuyo objetivo es dar cuenta de la confiabilidad del conocimiento científico, ya que progresamos en la medida que nuestro conocimiento es más confiable (cf. Laudan, 1990). Por otra parte, desde el naturalismo normativo, Laudan ha reforzado su ataque a las posiciones relativistas de la corriente historicista o pospositivista, encabezada por Kuhn y Feyerabend. Cita de Pérez, Ranzas, A. En *Kuhn y el cambio científico*, p. 241.

sucesoras resuelven más problemas que sus antecesoras. Básicamente plantea que el objetivo de la ciencia es tener teorías altamente eficaces para resolver problemas y, desde esta perspectiva, intenta articular a la filosofía de la ciencia y a la historia de la ciencia como dos disciplinas que confluyen a este fin. Se consideran sus aportaciones dentro de esta tendencia del contextualismo relativista, porque sus planteamientos, en su etapa inicial, se identificaban parcialmente con las concepciones Kuhn y Feyerabend, así como también con Popper y Lakatos.

1.7. CONSTRUCCIÓN DE CATEGORÍAS EPISTEMOLÓGICAS

1.7.1. Propósito de las categorías epistemológicas

El objetivo de la revisión de cuatro de las tendencias epistemológicas más representativas de la filosofía de la ciencia clásica, como de la nueva filosofía de la ciencia, consistió en hacer un análisis de las características que tiene cada una de éstas, así como de la manera en que conciben el problema del conocimiento científico y su proceso de crecimiento.

Este análisis, a su vez, tuvo como finalidad aportar información útil para la definición de categorías de análisis que tienen como propósito servir de referentes a la detección de la forma en que los maestros conciben el conocimiento de los fenómenos de las ciencias naturales. Desde el punto de vista metodológico, la información teórica se ha concentrado en la comprensión de los enfoques epistemológicos para configurar un esquema de interpretación teórica que permitiese acercarse a la observación del objeto de estudio. El trabajo se orientó a desarrollar un sistema de análisis comparativo de las categorías epistemológicas, como una fase previa que orienta a la definición de los instrumentos de la investigación.

1.7.2. Contextos de organización de las categorías epistemológicas

A continuación se plantean las formulaciones que emanan de la reflexión crítica sobre la forma de organización de las categorías de análisis en grandes campos a los que se les ha denominado: *contexto de descubrimiento*, *contexto de justificación* y *contexto de naturaleza, estructura y desarrollo de la ciencia*.⁶⁷ El propósito consiste en articular los contextos en torno a los cuales se agrupan las categorías de análisis definidas, así como caracterizar en qué consiste cada campo, como base para abordar el análisis puntual del significado que cobra cada categoría en los enfoques epistemológicos enunciados.

En particular, importa destacar las semejanzas y deferencias que contienen los enfoques epistemológicos de la filosofía de la ciencia clásica y de la nueva filosofía de la ciencia.

67. La clasificación adoptada en este estudio procede de las aportaciones y discusión que se generó como producto del trabajo de equipo realizado en el seminario *Fundamentos epistemológicos de la educación en ciencia*, desarrollado durante el semestre 2000-2 (septiembre de 2000 a febrero de 2001).

Con relación a los denominados *Contexto de descubrimiento* y *Contexto de justificación*, se precisa de una definición más puntual del significado y ámbito que abarcan en el marco de la investigación científica estos dos contextos, por lo que se aporta una caracterización más amplia. Para efecto de una clasificación inicial de categorías, éstas se han agrupado dentro de cada contexto de la siguiente manera.

En el campo que trata sobre el *contexto de descubrimiento*, se incluyen las siguientes categorías: La observación, Papel del experimento, Papel del científico, Origen del conocimiento, Relación sujeto-objeto y Proceso metodológico para la generación del conocimiento. *El contexto de justificación*, a su vez, comprende las siguientes categorías: La observación, Papel del experimento, Validación, Correspondencia con la realidad y Grado de certidumbre (posibilidad de verdad).⁶⁸

Un tercer agrupamiento consiste en integrar en un solo contexto las categorías restantes, a este contexto se le denomina *Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia*, y agrupa a las siguientes categorías: Concepción de conocimiento científico, Concepción de ciencia, Niveles de organización y Desarrollo de la ciencia.

Los dos primeros contextos que se han elegido para organizar los ámbitos categoriales, se refieren a una distinción tajante entre el *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación* que está en el núcleo de las concepciones clásicas de la filosofía de la ciencia y que, también en el enfoque relativista, se toma como base para establecer las diferencias substanciales entre las concepciones epistemológicas de la filosofía de la ciencia clásica y de la que se ha denominado filosofía de la nueva ciencia. La filosofía de la nueva ciencia pone de relieve la importancia que tiene el *contexto de descubrimiento*, en tanto que la filosofía de la ciencia clásica privilegia netamente el *contexto de justificación*.

Dicha distinción, señala Pérez Ranzas A., se refiere básicamente a:

la diferencia entre los procesos por los cuales los individuos llegan a concebir o descubrir nuevas hipótesis, y los procesos por los cuales dichas hipótesis se evalúan y se justifican ante la comunidad de especialistas. Las cuestiones que atañen a la racionalidad sólo se plantean en el segundo contexto, el de justificación o validación. Los factores involucrados en la producción creativa de una idea son irrelevantes para la cuestión de si tenemos buenas razones para aceptar o rechazar esa idea... intenta reconstruir los procesos de pensamiento como deberían suceder si han de ser ordenados en un sistema coherente. Esto es, se busca reemplazar los procesos de pensamiento que de hecho ocurren por series de pasos lógicamente justificados que conduzcan al mismo resultado; la epistemología trabaja entonces con sustitutos lógicos más que con procesos de pensamiento efectivos. Esta reconstrucción lógica es, justamente, la reconstrucción racional del conocimiento, reconstrucción que permite

68. Las categorías de *Observación* y *Papel del experimento* aparecen tanto en el contexto de descubrimiento, como en el de justificación. La razón de esta doble inclusión tiene que ver con el hecho de que tanto la observación como el papel del experimento juegan un papel importante en la fase inicial o de percepción de los fenómenos, así como de su manipulación, pero continúan siendo empleadas en todo el proceso tanto de producción como de justificación del conocimiento científico, p. ej. cuando se corrobora experimentalmente el conocimiento a través de mediciones de carácter instrumental, que implican a su vez a la observación y sus aparatos o dispositivos tecnológicos.

decidir si una hipótesis está justificada por la evidencia empírica, y en consecuencia si es racional su aceptación.^{69,70}

En síntesis, los rasgos característicos del *contexto de justificación* -que señala Pérez Ranzas- son los siguientes:

1. El énfasis principal consiste en *'reconstruir' la estructura lógica del lenguaje científico*. El filósofo debe reconstruir lógicamente las leyes, las teorías, las explicaciones que éstas ofrecen, así como la estructura de las relaciones de justificación entre las hipótesis y la evidencia.
2. Sólo se examinan productos de la investigación que se consideran terminados.
3. El análisis lógico opera con *fotografías* del estado final de los sistemas científicos.
4. El carácter estático del análisis está íntimamente relacionado con el carácter universal que se otorga a la reconstrucción racional.
5. Al utilizar sólo métodos lógicos se pretende que los resultados del análisis filosófico de la ciencia tengan una aplicación y validez generales y, por tanto, un carácter definitivo.
6. Se pone de relieve la importancia del método (las reglas del método). La idea era que con métodos lógicos se puede llegar a aseveraciones válidas para *todas las ciencias posibles*.
7. Su importancia es exclusivamente de tipo epistemológico.

Para entender la parte medular que comprende el *contexto de justificación*, se toma como referente el análisis de Pérez Ranzas (1999) quien, a su vez, refiriéndose a Reinchenbach (1938, p.5), uno de los principales representantes del empirismo lógico y quien introdujo esta nomenclatura, afirmaba que la epistemología se distingue de la psicología en que la primera *intenta reconstruir los procesos de pensamiento como deberían suceder si han de ser ordenados en un sistema coherente*. En la filosofía de la ciencia clásica el resultado del proceso de la investigación científica se presenta, por lo tanto, como conocimiento en fórmulas coaguladas. Es lo que Kuhn llama la limpieza que en la ciencia normal se realiza para presentar el conocimiento y que ocupa una gran cantidad de trabajo y tiempo para los investigadores.

Por otra parte, el *contexto de descubrimiento* presenta las siguientes características:

1. Es el proceso de producción y desarrollo de los resultados científicos.
2. Comprende dentro de dicho proceso la influencia de factores externos -que no sean de tipo experimental o lógico-.

69. Pérez, Ranzas A. *Op. cit.*, p. 17.

70. Pérez, Ranzas A. Cita textual a Reinchenbach (1938), en *Kuhn y el cambio científico*, p. 17.

3. Es de competencia de la historia, la psicología, la sociología o la pragmática de la ciencia.
4. El análisis de una teoría debe tomar en cuenta, de manera primordial, que la ciencia siempre se hace desde una perspectiva determinada, desde cierta forma de ver e interactuar con el mundo y esto significa que no hay una ciencia libre de presupuestos, una ciencia que se desarrolle en un aséptico vacío de compromisos.
5. Compromisos de tipo pragmático: cuál es el interés en construir determinadas teorías y lo que se espera de ellas, es decir, qué problemas deben resolver y a qué campos de fenómenos se deben aplicar.
6. Compromisos de carácter ontológico: qué tipo de entidades y procesos se pueden postular como existentes en el dominio de investigación
7. Compromisos de carácter epistemológico: a qué criterios se deben ajustar las hipótesis –que se proponen como solución a problemas- para calificar como conocimiento.
8. Compromisos sobre cuestiones de procedimiento: qué técnicas experimentales y qué herramientas formales se consideran más adecuadas o confiables.
9. El marco condiciona, incluso, la manera de conceptualizar la experiencia y clasificar los fenómenos, ya que ante todo implica el compromiso con un determinado esquema conceptual –sistema de categorías- y un conjunto de principios teóricos (de aquí la oposición al supuesto de una base empírica neutral).
10. Los marcos de investigación general también cambian. Los acontecimientos más importantes de la historia de ciencia son aquellos que involucran cambios en los marcos que guían la investigación en una disciplina.
11. No se refiere a una reconstrucción lógica de la realidad, sino a la realidad misma en su proceso de evolución histórica y de cambio a través de contextos y de tiempos diversificados.

Esta distinción entre los dos contextos que aquí se presentan supone una mayor clarificación para tratar de entender los rasgos clave de los enfoques epistemológicos y, así, estar en condiciones de distinguir algunos aspectos que podrían prestarse a confusión. De tal manera que el tipo de categorías que son atinentes a cada perspectiva, tengan una justificación, un porqué de su selección y clasificación.

El contexto que se ha denominado *naturaleza, estructura y desarrollo de la ciencia* contiene elementos categoriales que, si bien es cierto se pueden agrupar dentro de los dos contextos anteriores, se consideró que abren un espacio específico para el análisis, ya que las categorías que se trabajan en su conjunto aluden a cuestiones nocionales, de estructura y desarrollo de la ciencia. De hecho, se considera que este grupo de categorías viene a completar la visión global que se pretende integrar con la revisión

de los dos contextos anteriores y se reconoce que no están desvinculadas de la trama secuencial que guarda el análisis sincrónico de cada enfoque epistemológico.⁷¹

1.7.3. Clasificación de categorías epistemológicas en cada contexto

1. Contexto de descubrimiento (proceso inductivo)

- 1.1. La observación (primer nivel)
- 1.2. Papel del experimento (primer nivel)
- 1.3. Papel del científico
- 1.4. Origen del conocimiento
- 1.5. Relación sujeto-objeto
- 1.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento

2. Contexto de justificación (proceso deductivo)

- 2.1. La observación (segundo nivel)
- 2.2. Papel del experimento (segundo nivel).
- 2.3. Validación.
- 2.4. Correspondencia con la realidad.
- 2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)

3. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

- 3.1. Concepción de conocimiento científico
- 3.2. Concepción de ciencia
- 3.3. Finalidad
- 3.4. Niveles de organización
- 3.5. Desarrollo de la ciencia

1.7.4. Enfoques epistemológicos: categorías de análisis

ENFOQUE EMPÍRICO-INDUCTIVO

1. Contexto de descubrimiento

1.1. La observación: Es el punto de partida para la generación del conocimiento y consiste en percibir las experiencias sensibles de los objetos de la realidad, que se habrán de imprimir en la mente de afuera hacia adentro del sujeto, dejando en él cierto tipo de impresiones e ideas.

1.2. Papel del experimento: Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos, con el fin de controlar las variables.

71. Un trabajo previo con este esquema de síntesis categorial epistemológico fue presentado con el título *Propuesta para el análisis epistemológico de los profesores de Ciencias Naturales*, por Fernando Flores, Ángel López, Ma. Eugenia Alvarado, Ma. Xóchitl Bonilla, Diana Rodríguez, Norma Ulloa y José Ramírez, en el VI Congreso Nacional de Investigación Educativa, realizado por el COMIE, en Manzanillo, Colima, del 6 al 8 de noviembre de 2001.

1.3. Papel del científico: Desde este enfoque se considera que el científico está libre de prejuicios, ideas, creencias e ideologías que influyen en su investigación, es imparcial ante las observaciones. Su papel es el de observar, asociar, describir y explicar los hechos de la experiencia sensible.

1.4. Origen del conocimiento: El entendimiento es como una hoja de papel en blanco, por lo que la fuente es la experiencia, donde no existen ideas, ni principios teóricos y prácticos innatos. La experiencia externa produce impresiones que se corresponden con las ideas, es decir un individuo sólo puede conocer el significado de un término si ha tenido experiencia de las impresiones necesarias para la formación de la idea correspondiente.

1.5. Relación sujeto-objeto: El objeto de conocimiento determina las ideas del sujeto, es decir, el objeto influye en el sujeto, quien puede captarlo de manera iconográfica, es decir la realidad misma del objeto y por lo tanto el conocimiento se centra en la descripción del objeto. El sujeto de conocimiento es pasivo, descubre las regularidades como resultado de la repetición de los sucesos, y esas repeticiones imprimen o imponen las regularidades en el sujeto.

1.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento: El conocimiento científico se construye mediante procesos de inducción, es decir, una lista de enunciados particulares nos lleva a la justificación de un enunciado universal mediante un razonamiento inductivo. Complementariamente se emplea la lógica deductiva para las derivaciones, predicciones y explicaciones del conocimiento científico.

2. Contexto de Justificación

2.1. La observación: Interviene en la comprobación empírica, mediante la cual se valora la correspondencia de las teorías con los hechos.

2.2. El papel del experimento: El papel del experimento es el de comprobar y corroborar que los enunciados observacionales correspondan a las impresiones y éstas a la generalización que se da mediante enunciados universales; es decir, su papel es el de comprobar que los enunciados relativos a las cuestiones de hecho correspondan con la realidad.

2.3. Validación: Se pueden justificar como verdaderos los enunciados observacionales acerca del estado del mundo, por un observador libre de prejuicios, mediante la utilización de los sentidos y un procedimiento empírico-inductivo. Los enunciados de cuestiones de hecho se refieren al mundo de la experiencia y su valor de verdad viene determinado por la correspondencia con ésta.

2.4. Correspondencia con la realidad: El mundo existe independientemente de los sujetos y éste se puede conocer mediante los sentidos. Las proposiciones, situaciones problemáticas, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.

2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Los enunciados observacionales que constituyen la base de la ciencia son seguros y fiables porque su verdad se puede determinar haciendo uso de los sentidos, lo anterior se transmite a las leyes y teorías siempre y cuando satisfagan el principio de inducción. La verdad es una correcta definición de la realidad.

3. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

3.1. Concepción del conocimiento científico: El conocimiento es tratado como algo que está fuera y no dentro de las mentes de los sujetos, por lo que trasciende las creencias y los estados de conciencia de los individuos que los conciben o contemplan. Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos.

3.2. Concepción de ciencia: Es el conjunto de enunciados universales que se obtienen de un conjunto de enunciados observacionales particulares. Es una colección de generalizaciones (leyes y teorías) sobre la asociación y sucesión de fenómenos que se derivan de la observación. La ciencia se considera objetiva, absoluta y ahistórica.

3.3. Finalidad: Describir y explicar los fenómenos de la naturaleza a través de la elaboración de teorías acabadas.

3.4. Niveles de organización: Es lícito generalizar a partir de enunciados observacionales, estas generalizaciones conforman enunciados universales y se refieren a todos los acontecimientos de un determinado tipo en todos los lugares y todos los tiempos:

- a) Experiencias
- b) Hechos
- c) Enunciados observacionales
- d) Enunciados generales
- e) Leyes experimentales y teorías universales

Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.

3.5. Desarrollo de la ciencia: La ciencia evoluciona a través de la progresiva incorporación de resultados pasados a teorías presentes, por lo que da una visión de una continua acumulación.

ENFOQUE DEL POSITIVISMO LÓGICO

2. Contexto de Descubrimiento

2.1. La observación: La observación se dirige a las unidades básicas de la experiencia, que son los hechos, los que se organizan y analizan mediante procesos lógico-matemáticos

2.2. Papel del experimento: Actividad que genera los hechos observables y nuevas hipótesis.

2.3. Papel del científico: Sujeto libre de prejuicios, valores, e intereses que utiliza la lógica en la explicación científica de la realidad. Explica la realidad mediante principios articulados lógicamente y fundamentados en la experiencia. Dicha realidad la interpreta a partir de los hallazgos experimentales con la ayuda de la teoría y busca formular relaciones que resuman grandes cantidades de hechos y que lo capaciten para describir y anticipar fenómenos.

2.4. Origen del conocimiento: Se da a partir de las observaciones como producto de la experiencia y organizada a través de la lógica matemática.

2.5. Relación sujeto-objeto: La relación entre el sujeto y el objeto de conocimiento no es vista como una interacción entre ellos, es vista como una relación pasiva, como una observación destinada a la explicación sobre la realidad, pero ajustándose a ciertas reglas que especifica el método de investigación científica.

2.6. Proceso metodológico para la generación de conocimiento: Existe un solo método universal y ahistórico: el método hipotético deductivo (o más conocido como *el método científico*), cuyos principales pasos son: Planteamiento de un problema, elaboración de hipótesis (teóricas o empíricas), la operacionalización y la verificación.

3. Contexto de Justificación

3.1. La observación: Es determinante en la verificación de las hipótesis mediante la correspondencia de los enunciados lógico-matemáticos con los hechos.

3.2. Papel del experimento: La verificación, la cual consiste en comprobar que los enunciados de las teorías y conceptos científicos correspondan al nivel del lenguaje observacional con los datos experimentales en los que se registran las mediciones.

3.4. Validación: Se aceptan los enunciados empíricamente significativos que sean verificables y se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico; es decir se atienen a un estricto empirismo y al uso sistemático de la lógica matemática.

3.5. Correspondencia con la realidad: La realidad es inmutable y está al margen de los sujetos. El sistema de conceptos debe adecuarse a los hechos, a los que acostumbra describir mediante las leyes de la naturaleza, que son descripciones esquemáticas del mundo.

3.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Existe una verdad absoluta y ahistórica, por lo tanto es universal. Por ende, las teorías son interpretaciones de la realidad.

4. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

4.1. Concepción del conocimiento científico: El conocimiento se crea mediante el establecimiento de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas como instrumentos que permiten explicar la realidad y se contrastan en la experiencia. Al respecto, Mach dice, en términos de economía de pensamiento, que *las leyes y teorías científicas son resúmenes implícitos de hechos, nos capacitan para describir y anticipar fenómenos.*⁷²

4.2. Concepción de ciencia: Conjunto de teorías con una organización racional lógico-matemática y demostrables empíricamente.

4.3. Finalidad: Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabadas, completas y lógicamente consistentes.

4.4. Niveles de organización: Las teorías científicas se presentan como una estructura que agrupa leyes experimentales, sistemas axiomáticos y reglas de correspondencia que correlacionan términos del sistema axiomático con magnitudes experimentales determinadas y modelos asociados.

4.5. Desarrollo de la ciencia: Al respecto, Nagel comenta que *el progreso de la ciencia se da por incorporación, es decir, el fenómeno de una teoría puede ser absorbida o reducida por alguna otra teoría más comprensiva.*⁷³

4.6. Criterio de demarcación: Es un programa reduccionista en el que es posible a través de la lógica, la depuración y el refinamiento del lenguaje que permite rechazar la metafísica.

4.7. Papel de la comunidad científica: Verificar las leyes, teorías y modelos para confirmarlos como resultado de la investigación científica, y organizar sistemáticamente las teorías mediante un proceso lógico-matemático y empírico.

RACIONALISMO CRÍTICO

3. Contexto de Descubrimiento

3.1. La observación: El conocimiento empieza con problemas e hipótesis, y la observación es la generadora de los mismos.

3.2. Papel del experimento: Falsear las hipótesis de acuerdo a la correspondencia con los fenómenos.

3.3. Papel del científico: Elaborar teorías, someterlas a pruebas empíricas con el propósito de verificarlas o falsearlas.

⁷² Mach, (1925). *La mecánica. Exposición histórica y crítica de su desarrollo* p. 15-30, en Fourez, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico*, pp. 45-51

⁷³ Losse, John. *Op. cit.*, pp. 192-198.

3.4. Origen del conocimiento: En la observación influyen elementos conceptuales de manera *a priori*, que van a repercutir notablemente en las observaciones y en las nuevas construcciones, por lo tanto la razón es la generadora de elementos conceptuales que permiten el planteamiento de conjeturas y refutaciones.

3.5. Relación sujeto-objeto: El sujeto influye en el objeto de conocimiento, los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales que hacen los individuos y de las decisiones que toman sobre la justificación de su mayor o menor aproximación a la verdad.

3.6. Proceso metodológico para la generación de conocimiento: Se reconstruye el método científico como un método de conjetura y refutación, del que se pueden inducir inferencias empíricas concretas, que compara con los hechos conocidos o con los que es capaz de producir con nuevas experimentaciones. Los científicos proponen hipótesis como soluciones al problema. Lakatos, por su parte, no se refiere a las teorías individualmente, sino a los *programas de investigación basados en la heurística positiva y la heurística negativa*.⁷⁴

4. Contexto de Justificación

4.1. La observación: Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías.

4.2. El papel del experimento: Es crucial para falsear o corroborar las hipótesis y teorías de acuerdo a la correspondencia con los fenómenos.

4.3. Validación: Las teorías se pueden establecer como verdaderas o probablemente verdaderas ante la luz de la evidencia observacional o empírica. Se parte de la idea de que en la situación de evaluación de hipótesis todo los sujetos que manejan la misma evidencia deben llegar a la misma decisión, si proceden racionalmente.

4.4. Correspondencia con la realidad: Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.

4.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): La verdad es una idea reguladora que critica y orienta la investigación, las teorías son universales y tienen un carácter ahistórico. Las decisiones y selecciones de los científicos están guiadas por el criterio universal, y éstas son aproximadamente o probablemente verdaderas y no se logra un estado definitivo de verdad.

5. Naturaleza, estructura, desarrollo y progreso de la ciencia

5.1. Concepción del conocimiento científico: Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal.

74. Lakatos, Imre. *La metodología de los programas de investigación*, p. 65.

5.2. Concepción de ciencia: Es un conjunto de hipótesis, o programas de investigación que se proponen a modo de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del universo.

5.3. Finalidad: Construir teorías que tengan cierto grado de probabilidad de verdad.

5.4. Niveles de organización: En la ciencia trabajamos con teorías, es decir, con sistemas deductivos rígidos, y se consideran las teorías como totalidades estructurales temporales.

5.5. Desarrollo de la ciencia: Hay un solo criterio universal por el cual deben ser juzgados los méritos relativos a las teorías rivales. La ciencia progresa gracias al ensayo y al error, a las conjeturas y refutaciones o la heurística positiva o negativa, tendiendo a buscar la teoría que explique de mejor manera la interpretación del mundo.

ENFOQUE DEL RELATIVISMO Y CONTEXTUALISMO

4. Contexto de Descubrimiento:

4.1. La observación: La observación está determinada por los intereses teóricos del investigador que corresponde al paradigma en el que se encuentra inmerso. *Lo que vemos depende en alguna medida de nuestros sistemas de conceptos*⁷⁵, esto significa que los conocimientos, las creencias y las teorías que sustentan la observación juegan un papel fundamental en lo que perciben. La observación científica está teóricamente cargada según Hanson y cabe la posibilidad de que los científicos que mantienen diferentes teorías miren un mismo objeto y perciban cosas diferentes. Al respecto, Kuhn apunta que conocemos primero a partir de alguna otra fuente.

4.2. Papel del experimento: El papel del experimento varía de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.

4.3. Papel del científico: Intenta comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que se considera que no hay percepciones puras y neutras.

4.4. El origen del conocimiento: Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación, que están conformados por una serie de presupuestos que se apoyan en fundamentos ontológicos, conceptuales, epistémicos, metodológicos, instrumentales y pragmáticos.

4.5. Relación sujeto-objeto: Existe una relación dialéctica entre el sujeto y el objeto de conocimiento, en donde ambos se influyen, construyen y cambian a través de esa interacción.

75. Brown, Harol I. Cita a Hanson en *La nueva filosofía de la ciencia*, p. 106.

4.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento: Los procesos de construcción se apoyan en diversos marcos que hacen posible y a la vez delimitan el desarrollo de teorías. Estos marcos de investigación varían entre los distintos teóricos de la ciencia (paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales, etc.).

5. Contexto de Justificación

5.1. La observación: Sirve para verificar la plausibilidad de los fenómenos y la correspondencia de las teorías con los hechos. La observación sirve para apreciar la coherencia entre las representaciones que el sujeto tiene y su relación con los fenómenos de la realidad observada.

5.2. El papel del experimento: Se considera como parte del proceso de validación en cada contexto de investigación.

5.3. Validación: La certeza de los enunciados u oraciones no radica en la correspondencia con los hechos o en la verificación del significado de las proposiciones, sino en la coherencia entre los enunciados con todo un sistema conceptual (constituido por el conjunto de las representaciones previas del sujeto con base en su experiencia), y con las proposiciones (lenguajes) particulares de medios localmente diversos (contextos diversificados). Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.

5.4. Correspondencia con la realidad: El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.

5.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Existen verdades relativas y contextualizadas (con su referencia histórica). En esta perspectiva epistemológica, ninguna teoría es verdadera; las teorías o son útiles o son viables, y nada más. Las teorías existen como elementos explicativos de la realidad.

6. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

6.1. Concepción del conocimiento científico: Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.

6.2. Concepción de ciencia: Organización sistemática del conocimiento mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías, dicha organización parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas.

6.3. Finalidad: Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc., en su intento por acomodar y explicar el comportamiento de algunos aspectos importantes del mundo real.

6.4. Niveles de organización: Conceptos, teorías, paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.

6.5. Desarrollo de la ciencia: Se da por revoluciones o por evolución (camino espiral) de manera discontinua.

1.7.5. Sistema de categorías de concepciones epistemológicas

En el cuadro 1, (despejar página), se presenta el conjunto de 16 categorías organizadas en sus respectivos contextos y las concepciones epistemológicas que han sido elegidas para su caracterización en este estudio.

CUADRO N° 1: CATEGORÍAS DE LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS

CONCEPCIÓN	EMPRICO-INDUCTIVO (Locke, Hume, Mills, Hershel, Whewell John Stuart Mill)	POSITIVISMOLÓGICO (Camap, Campell, Duhem, Wittgenstein, Russell, Schilck y Ayer)	RACIONALISMO CRÍTICO (Popper, Lakatos)	RELATIVISMO/CONTEXTUALISMO (Feyerabend, Toulmin, Kuhn, Laudan y Bachelard)
I-CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO				
1.1 LA OBSERVACIÓN	Es la fuente del conocimiento.	La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados.	Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se pone a prueba las teorías.	Está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma en el que se encuentre inmerso.
1.2 PAPEL DEL EXPERIMENTO	Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos.	Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis.	Falsar las hipótesis de acuerdo a la correspondencia con los fenómenos. Réplica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos y teorías a priori.	El diseño experimental o la intención del experimento varían de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.
1.3 PAPEL DEL CIENTÍFICO	Observar, asociar, describir y explicar imparcialmente los hechos de la experiencia sensible.	Observar y construir explicaciones lógico-matemáticas que den cuenta de los fenómenos.	Elaborar teorías y someterlas a tests empíricos con el propósito de falsearlas.	Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras.
1.4 ORIGEN DEL CONOCIMIENTO	Experiencia sensible.	Observaciones como producto de la experiencia y organizadas a través de la lógica matemática.	Razón como generadora de elementos conceptuales, que permite el planteamiento de conjeturas y refutaciones.	Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos.
1.5 RELACIÓN SUJETO-OBJETO	El objeto influye en el sujeto.	El objeto determina las construcciones lógico-matemáticas del sujeto.	El sujeto influye en el objeto de conocimiento, los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales.	Interacción recíproca y permanente entre el sujeto y objeto de conocimiento, en donde ambos se influyen, construyen y cambian continuamente a través de esa interacción.
1.6 PROCESO METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Inductivo. Una lista de enunciados observacionales nos lleva a enunciados universales mediante el proceso de inducción.	Inductivo-Deductivo. Método único, universal y ahistórico: 'método científico'.	Hipotético-Deductivo, basado en conjeturas y refutaciones.	No es normativo, ortodoxo ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.
2. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN				
2.1 LA OBSERVACIÓN	Sirve para la comprobación empírica.	Verificar la correspondencia entre los enunciados lógico-matemáticos con los hechos.	Se utiliza en el momento de la falsación o corroboración de las teorías.	La observación sirve para apreciar la coherencia entre las representaciones que el sujeto tiene y su relación con los fenómenos de la realidad observada.
2.2 PAPEL DEL EXPERIMENTO	Comprobar las hipótesis que parten de la observación.	Verificación mediante la correspondencia entre el lenguaje observacional y los datos experimentales, en los que se registran las mediciones.	Es crucial para corroborar o falsear las teorías.	Forma parte del proceso de validación de acuerdo a cada contexto.
2.3 VALIDACIÓN	Correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia. Empírica-inductiva.	Se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico.	Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o hipótesis.	Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.
2.4 CORRESPONDENCIA CON LA REALIDAD	Realismo. Las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.	El sistema de conceptos se identifica con los hechos. La realidad existe independientemente de los sujetos.	Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.	El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.
2.5. GRADO DE CERTIDUMBRE (POSIBILIDAD DE VERDAD)	Los enunciados observacionales son seguros y fiables. Existe una verdad absoluta, objetiva y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, objetiva, universal y ahistórica.	Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. Es universal y ahistórica.	Existen verdades relativas y contextualizadas. Los requisitos que debe cumplir una teoría o cuerpo teórico son: que sea entendible, útil y fructífera, que contenga elementos de validación y formalización.
3. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA				
3.1. CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares.	El conocimiento es la organización racional de las ideas y contiene juicios a priori y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas.	Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal.	Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.
3.2 CONCEPCIÓN DE CIENCIA	Un conjunto de enunciados universales.	Conjunto de teorías con una organización racional y demostrables empíricamente.	Un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del universo.	Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías, dicha organización parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas.
3.3 FINALIDAD	Describir y explicar la realidad.	Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabadas, lógicamente consistentes.	A partir de conjeturas y refutaciones, buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad.	Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc., en un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.
3.4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN	Experiencias, enunciados observacionales, enunciados generales, leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.	Existe una estructura que agrupa leyes experimentales, un sistema axiomático y reglas de correspondencia, en teorías universales.	Principios, hipótesis, teorías y programas de investigación.	Conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.
3.5 DESARROLLO DE LA CIENCIA	Es continuo y por acumulación.	Por incorporación o reducción a manera de la caja china.	La ciencia progresa gracias al ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones y a la heurística positiva o negativa.	Se da por revoluciones o por evolución (camino en espiral) de manera discontinua.

CAPÍTULO 2
**LAS REPRESENTACIONES DEL APRENDIZAJE:
EL CAMBIO CONCEPTUAL,
UNA CONCEPCIÓN DE APRENDIZAJE
DESDE EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA**

Quando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos.

Bachelard, *La formación del espíritu científico*
(1991, p. 15).

Cuando se intenta responder a la pregunta sobre cómo el sujeto adquiere el conocimiento científico, necesariamente se tiene que buscar la explicación en aquellas teorías que, desde el campo psicológico, aportan los elementos conceptuales necesarios. En este caso se recurre a la psicología, ya que ésta es el área de conocimiento que entre otros aspectos se encarga del estudio de los procesos de la cognición y articula los elementos conceptuales en las diversas concepciones de aprendizaje.

En el desarrollo de este apartado se ha considerado conveniente facilitar el acceso al análisis del aprendizaje, haciendo una caracterización de los enfoques, teorías y concepciones de aprendizaje. Como se podrá observar, dentro del contexto de las distintas teorías que se han examinado, el énfasis está puesto en la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, pues es en esta concepción donde se ubica la perspectiva del Cambio Conceptual de Posner, Strike, Hewson y Hertzog (1997), que sirve de sustentación teórica a este estudio.

La caracterización de las concepciones de aprendizaje se ha ubicado en tres grandes enfoques cognitivos que dan lineamientos conceptuales en la organización de estas teorías, las cuales se han presentado cada una de acuerdo con el proceso de desarrollo en el campo de la psicología, tal como han ido surgiendo históricamente.

De esta manera, como alternativas a la teoría mentalista con origen en el siglo XIX, en el siglo XX surgieron los enfoques psicológicos conocidos como el asociacionismo, el cognoscitivismo y el constructivismo.

En el primer enfoque, el del asociacionismo, se localizan las teorías del conductismo y del procesamiento de información, en sus versiones de las neurociencias y de la inteligencia artificial. En el segundo enfoque, el del cognoscitivismo, se ubica el pragmatismo, que da elementos para una concepción del aprendizaje por descubrimiento y la teoría de la asimilación de David Ausubel, que conlleva a una concepción de aprendizaje significativo. En el tercer enfoque, con aportes de tipo epistemológico, se desarrolla el constructivismo, en donde se identifican las teorías de la psicogenética, el socioconstructivismo y el cambio conceptual, las cuales sustentan la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual. Ahora bien, para la

caracterización del aprendizaje, se consideraron tres grandes ámbitos, dentro de los cuales se organizaron un total de ocho categorías de análisis, distribuidas en el siguiente orden:

1. **Caracterización:** En qué consiste, Rasgos generales, Papel del sujeto, Objeto del aprendizaje.
2. **Proceso:** Procesos cognitivos, Origen y elementos, Verificación.
3. **Propósito:** Para qué aprender.

El sistema de categorías sobre el aprendizaje⁷⁶ que se han organizado en torno a estos tres ámbitos se presenta al final de este capítulo en el cuadro N° 2 (p. 88).

A continuación se describe cada enfoque psicológico, las teorías que se desprenden de éste y las concepciones de aprendizaje a que dan origen. La descripción analítica se apoya en las categorías que se derivan y definen en cada teoría.

2.1. ENFOQUES Y CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE

2.1.1. Asociacionismo

Este enfoque tiene una perspectiva objetivista, en donde el conocimiento es *dado*. El objetivismo sostiene que el mundo está completa y correctamente estructurado en términos de entidades, propiedades y relaciones, afirma Hernández (1997, p. 288). No se reconoce el papel que juega la experiencia del sujeto en la estructuración del mundo; el significado de la realidad es algo que existe al margen de la experiencia de cada uno. El conocimiento al interior de la mente es reflejo o copia de las características y propiedades del mundo real, tal y como es, independientemente de la propia mente. Por lo tanto, el conocimiento consiste en asociar e imprimir las sensaciones desde el exterior hasta el interior del sujeto, cuyos productos son observables, medibles y unívocos.

Desde esta perspectiva, es compartido por su actualidad el planteamiento de Duffy y Jonassen (1991), al que alude Fernández (1997), quienes apuntan que:

el conductismo no es la única teoría objetivista. Una epistemología objetivista también subyace en mucho de la psicología cognitiva basada en el procesamiento de la información... Es más, la psicología cognitiva objetivista es, incluso, más explícita al considerar la información como independiente de su adquisición...

76. Este sistema de categorías sobre aprendizaje se obtuvo como resultado del *Seminario de enseñanza de la ciencia*, conducido por el Dr. Fernando Flores, en el CINSTRUM-UNAM, durante el período de 2001-2002. Se presentó bajo el título de *Concepciones de aprendizaje y evaluación. Una propuesta analítica*, en la V Convención Nacional de Profesores de Ciencias Naturales, denominada *Nuevos desafíos, nuevos enfoques*, realizada del 25 al 27 de octubre de 2002, en Morelia, Mich., pp. 66.

77. Duffy y Jonassen (1991), citados por Hernández (1997, p. 289).

razón por la cual algunos consideran el procesamiento de la información como un *asociacionismo computacional*, Pozo (1987).

Conductismo

Existen diferentes clases de conductismo; no obstante, es posible identificar los principios generales de esta teoría. Aparece en la segunda década del siglo XX, como una reacción al mentalismo subjetivista y al abuso del método introspectivo. El conductismo se caracteriza por la aplicación del paradigma objetivista y experimental, que se basa en estudios del aprendizaje mediante el análisis del condicionamiento, en el cual se considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana. Nace con el manifiesto conductista de Watson, que se apoya en los trabajos de Pavlov sobre los reflejos condicionados, en el que se consideran las relaciones que existen entre los estímulos del medio y las respuestas de los sujetos, dándose diversas articulaciones entre estímulo-estímulo, estímulo-respuesta y respuesta-estímulo, de las que se obtienen leyes universales aplicables en todos los ambientes, especies e individuos; en otras palabras, toda situación de aprendizaje estará controlada por las leyes formales de asociación, sin que el contenido de los términos asociados o el tipo de individuos afecte la cognición.

El conductismo propone una psicología cuyo objeto de estudio es la conducta observable; la aceptación de dicho enfoque se debe a que es acorde al pensamiento empirista de la época.

En este paradigma el conocimiento y el aprendizaje se dan mediante la asociación de las ideas según los principios de semejanza, contigüidad espacial, temporal y causalidad, dado que se originan a partir de las sensaciones que conforman las ideas.

Procesamiento de información

En esta corriente se destacan dos vertientes con objetos de estudio diferentes, que son: la que se inclina por la neurociencia y la de la inteligencia artificial. Las anomalías en términos kuhnianos presentadas por el enfoque conductista, junto con el empuje de las nuevas tecnologías cibernéticas, las teorías de la comunicación y la lingüística hacen que el paradigma conductista entre en crisis a partir de 1950 y surja el del procesamiento de información, que apoyándose en la metáfora del ordenador, estudia los procesos mentales que el conductismo había negado. El procesamiento de la información propone un modelo de explicación de la cognición basado en la teoría de la información y en el enfoque de sistemas. Concede gran importancia a la estructura de la memoria y da cuenta de cómo el individuo aprende a partir de procesar, filtrar, almacenar y recuperar información. Los componentes del procesamiento de información son: la entrada de la información *input*, memoria a corto plazo y a largo plazo, generador de respuestas, la salida *output*. Considera a la memoria como la estructura central de la cognición y el aprendizaje, la cual regula y ordena programas. Este enfoque cognitivo simula acciones cognoscitivas y/o conductuales de un sujeto real, mediante programas computacionales, que realizan una serie de acciones predeterminadas.

No está considerada en el cognoscitivismo el procesamiento de información, ya que algunas de sus vertientes consideran que el aprendizaje se da por asociación de ideas -aunque empiezan a dirigir su atención a lo que sucede al interior del sujeto-, como es el caso del procesamiento de la información humana.

Aprendizaje mecanicista

El fundamento de este tipo de aprendizaje tiene, como ya se mencionó, dos vertientes cognitivas, a saber: el conductismo y el procesamiento de información.

Los sujetos en sus interacciones con el ambiente se forman expectativas causales que les permiten establecer relaciones entre acontecimientos. La información se adquiere mediante asociaciones entre dos elementos, éstos tienen que ser contiguos, contingentes y causales.

El aprendizaje consiste, por lo tanto, en la adquisición de información sobre la *realidad*, a partir de las sensaciones, las ideas y la asociación de las mismas, mediante algoritmos. Este tipo de aprendizaje es acumulativo, universal, antimentalista, copia fiel de la realidad. El ambiente es determinante, ya que controla el comportamiento del sujeto. Otorga primacía al objeto sobre el sujeto, en donde el estímulo provoca la respuesta activa y hace reaccionar al sujeto de manera automática y rutinaria. Su fundamento epistemológico se encuentra en el empirismo. El sujeto es pasivo y sólo responde a los estímulos físicos o simbólicos del medio, es repetitivo y se limita a ser receptor de lo transmitido por los objetos, los cuales determinan las asociaciones de los procesamientos de estímulos y respuestas y las relaciones que de ellas se derivan. El proceso cognitivo del sujeto consiste en la memorización y la asociación de ideas de acuerdo a los principios de semejanza, contigüidad (espacial y temporal) y causalidad, así como el reforzamiento de esas articulaciones entre las ideas. Lo que ya se conoce se halla almacenado en la memoria, sin ella en cada situación el sujeto tendría que volver a aprenderlo todo. El aprendizaje y la memoria se encuentran estrechamente ligados. La segunda es la estructura central del proceso, es un subsistema que presenta varias funciones: almacenamiento, recuerdo y recuperación de información. Puesto que el aprendizaje se da mediante la asociación de ideas, el sujeto no aprende relaciones complicadas, sino que aprende a causa de esas relaciones, es decir, el sujeto no organiza esas relaciones, sino las relaciones organizan al sujeto. Para lo cual es importante el reforzamiento mecánico del proceso.

La comprobación del aprendizaje consiste en que el sujeto adquiera el conocimiento socialmente acumulado (cultural, científico o académico) y se adapte a las estructuras sociales y culturales, lo cual se expresa a través de la reproducción de información sobre la realidad y cambio de conductas. De esta manera el objetivo consiste en modificar conductas declarativas y procedimentales para responder adecuadamente al medio, a través de la reproducción de la información para la toma de decisiones y la comunicación entre los individuos.

2.1.2. Cognoscitivismo

Este enfoque de aprendizaje se refiere a cómo una persona llega a comprenderse a sí misma y al mundo que la rodea, en una situación en la que su ser y su ambiente componen una totalidad de eventos coexistentes y mutuamente interdependiente. Está asociado a las funciones de conocimiento y comprensión que le dan significado a la situación. Se constituye en torno a las finalidades en la que se basa el comportamiento, las metas implicadas en la conducta y los medios, así como los procesos de las personas para comprenderse a sí mismas y a sus ambientes de acuerdo a cómo funcionan en relación con sus metas. Dentro de este enfoque, el aprendizaje es un proceso de interacción en el cual una persona obtiene nuevas estructuras cognoscitivas que cambian las antiguas. Por lo tanto, no se trata de un proceso mecanicista y asociacionista de conexión de estímulos que se presentan para provocar las respuestas emitidas por un organismo biológico.

Desde este enfoque se han considerado las siguientes teorías cognitivas: el pragmatismo y la teoría asimilativa de Ausubel, ellas coinciden en que existen unidades totalizadoras globales que no se pueden reducir a los elementos que las componen y que la acción del sujeto está determinada por el contexto y sus representaciones.

Pragmatismo

Plantea una teoría naturalista de la *vida mental consciente* desde una perspectiva fenomenológica, cuya característica fundamental descansa en la concepción del conocimiento desde el punto de vista de su utilidad. Esta teoría adopta los planteamientos de Darwin y entiende la mente como un producto de la evolución que se da mediante la selección natural. La función del conocimiento es habilitar a la gente para adaptarse al ambiente que le rodea y proveer a los individuos de las herramientas para operar dentro de su hábitat. Surge como una alternativa tanto a las teorías asociacionistas como a las mentalistas y adopta un punto de vista estrictamente positivista.

Aprendizaje por descubrimiento

Este tipo de aprendizaje está fundamentado en el pragmatismo. Se entiende por este tipo de aprendizaje, de acuerdo con Bruner (1961), *Todas las formas de obtener conocimiento para sí, utilizando la propia mente de uno.*⁷⁸ Con ello, se contribuye significativamente al desarrollo intelectual y, al mismo tiempo, se aprenden los llamados heurísticos de descubrimiento, que sólo pueden ser aprendidos en el ejercicio de la solución de problemas. Este aprendizaje consiste en obtener información directamente del *libro de la naturaleza*, a partir de la réplica de los fenómenos, que permiten dar soluciones a problemas planteados.

Es individual y centrado en el activismo. Procede de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto, de lo específico a lo general, se destacan los hechos específicos

78. Hernández, P. *Construyendo el constructivismo. Criterios para su fundamentación y su aplicación institucional*, pp. 285-312.

para descubrir las generalizaciones y la estructura que está constituida por las ideas fundamentales, las relaciones o esquemas de la información básica. Tiene su fundamento epistemológico en el positivismo lógico. El sujeto es activo y adaptativo, producto de su interacción con el medio a partir de una motivación interna, responsable de su propio aprendizaje. El aprendizaje por descubrimiento concibe al sujeto como un organismo biológico, como un sistema funcional, que se adapta a su entorno, y entiende la mente como un producto de la evolución natural. El objeto de este tipo de aprendizaje consiste en la elaboración de explicaciones inductivas a partir de una acción experimental. Los procesos cognitivos que el sujeto realiza consisten en la inferencia y la inducción, lo que posibilita relacionar conceptos dentro de su estructura cognitiva; y el razonamiento le facilita los procesos heurísticos de descubrimiento.

Estos procesos se originan mediante situaciones problemáticas de tipo experimental que conllevan al sujeto al descubrimiento del conocimiento disciplinar, a través de un desarrollo heurístico.

La evaluación del aprendizaje aquí consiste en verificar la congruencia entre las explicaciones, la estructura disciplinar y la heurística del fenómeno en cuestión.

El propósito se encauza a descubrir leyes que den cuenta de la estructura conceptual de los fenómenos en cuestión, aprender a aprender, resolver nuevos problemas a partir de descubrir las relaciones estructurales entre los fenómenos.

Teoría de la asimilación

Esta teoría da cuenta del proceso de cognición mediante la asimilación de los significados de los conceptos y categorías que a través del lenguaje representan la realidad, y se da en dos etapas: en la etapa inicial del desarrollo del sujeto, la que se conoce como la formación de conceptos y en etapas posteriores en donde se da la asimilación de los mismos.

Aprendizaje significativo de Ausubel

Es un tipo de aprendizaje por supraordinación y subordinación de los conceptos. Esta teoría nace para dar cuenta exclusivamente del aprendizaje en el contexto escolar, según Pozo (1989) *es una teoría sobre la interiorización o asimilación, a través de la instrucción de los conceptos verdaderos, que se construyen a partir de conceptos previamente formados o 'descubiertos'*.⁷⁹

Básicamente el aprendizaje significativo consiste en la reorganización de las estructuras cognitivas con base en la incorporación de los nuevos significados en relación con los ya existentes para la adquisición de conceptos a través de un proceso significativo de formación o asimilación de estos conceptos.

79. POZO, Juan I. *Teorías cognitivas del aprendizaje*, p.210.

Este aprendizaje es jerárquico, secuencial, dinámico, individual y significativo. Es significativo por cuanto se basa en el lenguaje, la palabra, el símbolo, la representación, el concepto y las proposiciones, siendo éstas últimas las que corresponden al nivel de abstracción más elevado en la adquisición del conocimiento. Se requiere la disponibilidad de conceptos supraordinados y subordinados en la estructura cognitiva y el compromiso afectivo por relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores. Su fundamento epistemológico está en el racionalismo crítico. Se requiere de un sujeto activo en la organización de los nuevos significados y se localiza como objeto central del aprendizaje a los conceptos, su incorporación y su reorganización en la estructura cognitiva, mediante sus relaciones significativas. Los procesos cognitivos son esencialmente de tipo deductivo e inductivo. Son deductivos donde los conceptos generales que permiten llegar a los específicos se denominan *subsumidores*, e inductivos para acceder a los conceptos *supraordenados*. Subyacen procesos psicológicos tales como el análisis discriminativo, la abstracción, la diferenciación, la generación y la comprobación de hipótesis y su generalización.

Tales procesos cognitivos tienen su origen en la identificación de conocimientos previos y uso de ejemplos y analogías para articular éstos con el significado de los nuevos conocimientos dentro de la estructura cognitiva. Estos procesos se dan a través de la recepción y mediante la organización de la nueva información, colocándola en sistemas codificados. La evaluación, por lo tanto, consiste en tener evidencias de la reorganización de las estructuras cognitivas que den cuenta de los nuevos significados.

El fin fundamental en esta concepción del aprendizaje es comprender significativamente la nueva información, de tal forma que pueda ser incorporada jerárquicamente a lo que el sujeto ya sabe.

2.1.3. Constructivismo

Es una posición epistemológica sobre cómo se origina (su génesis) y modifica (cambia) el conocimiento, en donde el sujeto cognoscente es el que construye el conocimiento, esta construcción se realiza en el interior del mismo mediante una tarea individual, que es favorecida u obstaculizada por los factores externos al sujeto. Desde esta perspectiva, el constructivismo se opone tanto a las posiciones empiristas como a las innatistas.

Es una teoría del sujeto cognoscente que presupone la existencia de estados internos en el mismo, mediante los cuales construye representaciones que le permiten explicar su realidad.

La realidad no puede conocerse directamente, sólo se postula que existe, ya que toda referencia a ella se hará mediante la mediación del sujeto cognoscente, dicha realidad es construida por el sujeto con ayuda de sus instrumentos cognitivos y sus acciones, es decir el significado del mundo es generado por los sujetos en contacto e interacción con él y está ligado a la experiencia.

Es por ello que se hace necesario hablar de las experiencias cognitivas, que son las que reflejan los primeros elementos para convertirse en esquemas de acción, los cuales se pueden construir en una diversidad de experiencias; asimismo, los esquemas de acción, los conceptos y las representaciones son características del conocimiento.

Psicología genética

Esta teoría consiste en un intento de identificar un sistema entero de categorías y estructuras cognitivas para organizar la experiencia y trazar sus interrelaciones y patrones de desarrollo. La psicología genética explica cómo se da la adaptación funcional y viable del sujeto a su medio, a través de los procesos de asimilación, acomodación y equilibración continua que le permiten mantenerse como un sistema autorregulado.

El desarrollo cognitivo se da a partir de estructuras operacionales. Las operaciones son acciones de la mente, las cuales implican el desarrollo del pensamiento lógico y se trata de actos tales como combinar, ordenar, separar y recombinar cosas. La operación no puede existir aisladamente por sí misma, sino tan sólo dentro de un sistema organizado de operaciones en forma de grupo y debe satisfacer cuatro condiciones: composición, asociatividad, identidad y reversibilidad. Este proceso se da en el individuo a lo largo de tres grandes períodos: el sensorio motor, el operatorio (subdividido en preoperatorio y de las operaciones concretas) y el de las operaciones formales.

Socioconstructivismo

Esta concepción teórica permite el análisis causal genético y el estudio sistemático de las relaciones entre el crecimiento de la capacidad del pensamiento del niño y su desarrollo social. Desde esta perspectiva, el desarrollo del pensamiento está determinado por el lenguaje, es decir, por la mediación de las herramientas lingüísticas del pensamiento y la experiencia sociocultural del sujeto. El desarrollo del lenguaje interiorizado depende de factores externos y el desarrollo lógico es una función directa del lenguaje socializado, y está sujeta a la ley de la doble entrada, es decir que todo conocimiento se da primero en el nivel de la interrelación social o Inter-psicológico y luego en el nivel intra-psicológico en relación con el sujeto. De las conclusiones anteriores se desprenden consecuencias de trascendencia para el campo educativo en el sentido de que el crecimiento intelectual de las personas depende del dominio de los medios sociales del pensamiento, esto es del lenguaje y de atender la llamada Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), en la que, de acuerdo con Vigotzky (1992), *el niño puede hacer hoy en cooperación lo que podrá hacer mañana sin ayuda.*

Cambio conceptual

El fundamento de esta teoría es principalmente de corte epistemológico, centrada en el cambio de concepción de los sujetos, por lo que no sólo es importante lo que las personas poseen (concepciones previas), sino que el aprendizaje se constituye en una actividad de alta racionalidad, pues se encuentra en el cambio conceptual el proceso mismo del aprendizaje, como lo plantean J. Posner, K.A. Strike, W. Hewson y A. Gertzog

(1997), *Una cuestión central de la filosofía contemporánea de las ciencias es cómo los conceptos cambian con el impacto de las nuevas ideas o de las nuevas informaciones o de las nuevas evidencias.*⁸⁰

En torno al problema del cambio conceptual se han elaborado diversas aproximaciones que han llevado a desarrollar diferentes enfoques teóricos, en especial epistemológicos. Por ejemplo, trabajos relevantes como los de Toulmin (1972), Kelly (1955), Pozo (1989), Tiberghien (1994) y Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), entre otros, presentan un enfoque epistemológico centrado en el cambio de concepción y están inspirados por la propuesta de las revoluciones científicas de Kuhn (1970) y de los programas de investigación de Lakatos (1970). También se ha optado por posiciones que tienen su origen en la visión de Piaget, como el caso de Carey (1985), si bien con importantes transformaciones conceptuales. Desde la psicología cognitiva también se han tenido aportaciones significativas como el caso de Nersessian (1989, 1992) y Chi (1992).

Aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual

Este aprendizaje se apoya en los sustentos cognitivos de teorías como la psicología genética, el socio-constructivismo y el cambio conceptual.

En esta concepción de aprendizaje no basta que el sujeto sea activo, sino que debe ser proactivo, ya que el proceso de construcción del conocimiento es un proceso de reconstrucción y reestructuración conceptual continuo y dinámico, en donde lo nuevo se construye a partir de lo adquirido. Por lo mismo, consiste en construir una interpretación del mundo a partir de las interacciones entre el sujeto, sus ideas, sus estructuras y la realidad, por lo que se asume que el conocimiento es el resultado de la actividad racional y constructiva del sujeto. La construcción de estructuras, esquemas o conceptos se da a partir de elementos preexistentes, de experiencias y actividades previas y la acción del sujeto. Las estructuras previas vienen a ser el contenido de construcciones subsecuentes.

Tiene un carácter significativo pero no se agota en él, es preciso que exista cierto grado de búsqueda por parte del que aprende; si bien no es necesario que esa búsqueda tenga manifestaciones externas, tampoco el aprendizaje debe ser descontextualizado. El aprendizaje es relativo, evolutivo, individual, intencional y contextual, por lo tanto su fundamento epistemológico está en el relativismo contextualista. El sujeto tiene un papel activo en la construcción del conocimiento, busca, provoca e interpreta la realidad mediante sus propias representaciones, por lo que transforma sin cesar su relación con el mundo que le rodea, cambiando a la vez su manera de pensar y la realidad que está conociendo; lo que da origen a una transformación continua de la relación entre el sujeto y el objeto. Es un sujeto que se plantea cuestiones, crea o recrea problemas nuevos a medida que posee otras formas de interrogarse sobre el mundo, por lo tanto es proactivo, constructivo y dinámico, teniendo como objeto la construcción de conocimiento mediante la reestructuración y transformación de las estructuras cognitivas y/o conceptuales, que dan como resultado interpretaciones individuales del mundo.

80. Posner et. al. *Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual*, p. 89.

Los procesos cognitivos se producen mediante mecanismos de autorregulación, toma de conciencia, abstracción reflexiva, generalización inductiva y constructiva que se dan a través de correspondencias y transformaciones, entre lo exógeno y lo endógeno, y la tendencia hacia la interiorización de esas relaciones, que ocurren a través de las acciones manifiestas en primera instancia y representativas después hasta lograr un pensamiento lógico formal. Este proceso está supeditado en las primeras fases a aspectos externos, perceptivos, ligados a las regulaciones que surgen de desequilibrios entre la aplicación de las acciones y los objetos.

El conocimiento es producto de la mediación e interacción entre el sujeto cognoscente universal –sujeto capaz de construir conocimiento- y la realidad, en donde los sujetos individuales participan de esas características generales del sujeto epistémico.

El conocimiento se origina entonces a través de la resistencia que el sujeto encuentra en sus acciones que originan el conflicto cognitivo, su reconocimiento y posteriormente la reestructuración o el cambio conceptual. El aprendizaje se logra generando la reflexión activa y consciente respecto a cuándo, dónde y por qué se utiliza un determinado procedimiento, según sean las condiciones de la tarea.

La manera en que consigue la evidencia de que se ha producido el aprendizaje se da mediante las inferencias hechas a partir de las acciones del sujeto, las cuales dan cuenta de la transformación estructural y/o conceptual realizada.

Con este tipo de aprendizaje, se trata de construir, transformar o reestructurar representaciones simbólicas de carácter lógico sobre la realidad, mediante los esquemas cognitivos y de acción del sujeto.

2.2. EL CAMBIO CONCEPTUAL

2.2.1. Antecedentes

Previamente a la descripción del cambio conceptual, se considera necesario ubicar el sentido que tiene la idea del cambio, de cualquier tipo de cambio en la esfera de lo humano, particularmente lo que es un cambio en sentido evolutivo. Todo cambio implica una acción dinámica, conlleva un movimiento desde un punto **A** hacia un punto **B**. Atendiendo a la naturaleza del cambio (cognitivo) y a las dimensiones del espacio y el tiempo, éste se puede representar de la siguiente manera: al origen (pasado-tiempo objetivo), el presente (contradicción) y porvenir (futuro-tiempo ideal) como se enmarca de hecho todo proceso de desarrollo humano.

En las teorías de la evolución, se intenta descubrir el punto de partida y se interroga sobre el desarrollo, es decir, el proceso por el cual una persona es llevada a un cierto estado. Por extrapolación se trata de proyectar el futuro. En esta previsión de futuro descansa la razón de ser de la educación en general y del aprendizaje en particular, entendido este último como:

Un proceso de despliegue, de revelación progresiva de potencialidades dadas al principio, o como un proceso de apilamiento de acciones del medio depositadas bajo formas de engramas en una memoria concebidas como un continente indiferenciado o como asimilación. Según este modelo, las huellas mnésicas dejadas por ese medio están imbricadas con estructuras innatas reveladas por la experiencia misma en conjunto con el medio.⁸¹

Es por esto que el proceso de desarrollo se sustenta sobre la idea de previsión de futuro. La noción de desarrollo se enuncia así: *el desarrollo se deriva conjuntamente de disposiciones innatas, de procesos de maduración y selección, operados por el entorno, aspectos que son pertinentes a la adaptación del niño a su medio.*⁸² Lo que está a futuro corresponde al aspecto teleonómico de la evolución, que no es otra cosa que la orientación del proceso de desarrollo, es decir, la finalidad de todo ser viviente, en donde el sujeto construya el proyecto individual (o colectivo), con base en una normatividad asumida por el propio sujeto más que sobre lo que está definido y sobre el pasado.

Es un proceso discontinuo de adaptación y afirmación del sujeto. Se refuerza lo idéntico por la afirmación de la diferencia en relación con el pasado. A partir de la reestructuración de elementos de la estructura cognitiva, se introducen nuevos elementos en el acto de formación, que provoca un conflicto a nivel cognitivo de manera intencional, este conflicto opera una reorganización que introduce la diferencia en la estructura cognitiva, para una nueva equilibración del sistema de conocimientos.

Se puede acrecentar o disminuir la diferencia en función de la magnitud y profundidad de la intervención. Piaget habla de la diferenciación cada vez más importante de las funciones cognitivas, desde los conocimientos innatos hasta las estructuras lógico-matemáticas y los intercambios sociales. Es decir, lo diferente confirma la identidad de la especie o del género en el cambio (éste es un principio de la teoría evolutiva). Por otra parte, las nociones de asimilación, acomodación y de integración, utilizadas por Piaget, aportan preciosos elementos para la comprensión de la diferenciación. Hay una asimilación cuando la organización del ciclo se conserva en cuanto estructura cognitiva organizada y hay una acomodación porque el ciclo se encuentra modificado.

El reconocimiento de la diferencia supone la acomodación y por lo tanto una transformación de la estructura (de ahí el nombre genérico de aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual que se da a esta concepción), sin embargo conviene aclarar que para Piaget la organización es indisoluble de la adaptación de los sistemas abiertos (el ser humano) con el exterior. Piaget define la adaptación como un equilibrio entre la asimilación y la acomodación y expresa precisamente de manera singular, original la manera en que el sujeto acomoda más o menos y asimila, por lo tanto estabiliza, momentáneamente o de manera más duradera, la estructura modificada (reorganizada). Por eso es que la diferenciación es igualmente afirmación. En un primer momento, como punto de partida está la identidad, lo semejante a sí mismo (digamos un primer nivel de adaptación funcional básica sujeto-medio), al insertar el proceso de

81. Bejín, A. *¿Qué es aprender?* Citado por B. Honoré. *Hacia una teoría del cambio conceptual*, p. 106.

82. Melher, J., citado por B. Honoré. *Op. cit.*, p. 107.

formación, viene el segundo momento, en el que el refuerzo de lo idéntico pasa a la afirmación por la diferencia, que viene a constituir la nueva identidad y así sucesivamente. Para Piaget, éste es un proceso de desarrollo del niño al margen de la institución escolar. Extrapolando esta teoría al campo de lo educativo, posibilita la interpretación del fenómeno del desarrollo del niño en los ámbitos de la educación formal.

2.2.2. La teoría del cambio conceptual

En este punto se presenta una ampliación específica de la teoría del Cambio Conceptual, en la perspectiva de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1997).

Se ha elegido la perspectiva del cambio conceptual como uno de los elementos teóricos de sustentación de esta investigación, porque el objeto de este estudio se encuentra asociado a dos grandes campos de conocimiento. Por una parte, se toma a la filosofía de las ciencias de donde se han extraído las distintas tradiciones epistemológicas que sirven de base a la interpretación de las representaciones que tienen los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico, y por otra parte, se identifica el problema del aprendizaje de la ciencia como un concepto que fundamenta y antecede en la secuencia lógica al proceso de enseñanza, si se toma al sujeto como centro del proceso, tal como se entiende dentro de esta perspectiva de aprendizaje.

La teoría del cambio conceptual, por lo tanto, conjunta estas dos grandes visiones: la ciencia y su aprendizaje, por lo que se consideró que contiene los argumentos de soporte teórico necesarios para la explicación de cómo es que cambia el objeto de estudio en cuestión.

Para ubicar los planteamientos centrales de la teoría del cambio conceptual, se han retomado algunos antecedentes sobre su origen.

Aunque Piaget (1974) desarrolló una teoría acerca de los esquemas interpretativos previos que los estudiantes emplean en las situaciones de aprendizaje, parece que existe la necesidad, señalan Driver y Easley (1978, p. 76), de un trabajo que se centre *más en el actual contenido de las ideas de los alumnos y menos en las estructuras lógicas que se supone subyacentes*. Al respecto se han desarrollado gran cantidad de estudios⁸³ sobre esta teoría (Nussbaum, 1979; Nussbaum y Novak, 1976; Driver, 1973; Erickson, 1979) que han investigado *la substancia de las creencias y conceptos de los niños* (Erickson, 1979, p. 22). Sin embargo no ha existido una teoría bien articulada que describa o explique las dimensiones sustantivas del proceso por el que las personas cambian sus conceptos centrales a otros incompatibles (más evolucionados) con los primeros.

83. Las referencias son citadas por J. Posner *et al.* *Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual*, en Porlan, R., J.E. García y P. Cañal (compiladores). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, p. 90

Así investigadores como Gilbert y Watts (1983), estudian tres modelos de desarrollo y cambio conceptual: El primero, lo denominan *modelo de cambio por pasos, concibe el desarrollo como una continua progresión de esquemas conceptuales erróneos de orden inferior*, de tal manera que desde diferentes nociones de partida se puede ir de manera jerárquica y universal hacia un único esquema verdadero.

En este proceso ascendente, las concepciones más elementales se pierden en el camino progresivo hacia las concepciones de orden superior, hasta arribar a la adquisición de un concepto científico (Ausubel, 1968; Gagne, 1970; Novak, 1977, Piaget, citado por Toulmin, 1972; Claxton, 1984).

El segundo modelo sugerido por Gilbert y Watts, según lo refiere Porlan, es *el denominado modelo de cambio suave*. Un ejemplo coherente de este modelo es la visión del alternativismo constructivista de Kelly (1955). Cada persona construye un modelo representacional del mundo a modo de hipótesis interrelacionadas: los constructos personales. Dichos constructos (...) se usan para describir la experiencia presente y predecir sucesos futuros y valorar dichas predicciones a la luz de los resultados de la experiencia (Pope y Gilbert, 1983; Pope, 1986). Esta perspectiva, en lugar de buscar los universales del desarrollo conceptual, es decir, en lugar de tratar de definir el programa del desarrollo cognitivo, por utilizar la analogía del programador –señala Porlán-, pretende estudiar la autoprogramación de cada individuo (Claxton, 1984).

Para Gilbert y Watts la mejor ejemplificación de este modelo de cambio suave es la concepción evolutiva y ecológica de Toulmin (1972). A su vez, Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) profundizan en esta noción de ecología intelectual o conceptual de Toulmin, como se verá más adelante.

Un tercer modelo de cambio conceptual que establecen Gilbert y Watts está basado en la teoría de las catástrofes (Tom, 1975). Según este modelo *el cambio conceptual está gobernado por dos factores de control: el coste y el beneficio personal del cambio*.⁸⁴ El coste vendrá definido por aspectos tales como el esfuerzo para construir una nueva concepción, la necesidad de defenderla contra la crítica y de evaluarla frente a otras posibilidades, etc. El beneficio, asimismo, vendrá caracterizado, entre otros aspectos, por la mejora en el control predictivo de sucesos futuros, la economía explicativa de la nueva concepción (mayor parsimonia) (Hamilton, 1853), el grado de encadenamiento significativo que produce entre experiencias pasadas y presentes, etc., según lo describe Porlan.

Con estos referentes sobre los tipos de modelos de cambio conceptual, se ubica la postura de Posner, Strike y Hewson y Gertzog, respecto a la idea de cambio conceptual que presentan. Respecto al cambio conceptual, estos autores afirman lo siguiente:

84. La referencia es citada por R. Porlan en *Constructivismo y escuela*, p. 64.

Creemos que la mayor fuente de hipótesis relativas a este aspecto es la filosofía contemporánea de las ciencias, dado que una cuestión central de esta filosofía es cómo los conceptos cambian con el impacto de nuevas ideas o de las nuevas informaciones.⁸⁵

Para esta teoría del cambio conceptual, el aprendizaje constituye una actividad racional, es decir aprender es, fundamentalmente, llegar a comprender y a aceptar las

ideas, al ser éstas inteligibles y racionales. Por lo tanto, aprender es investigar, de algún modo. Los estudiantes deben realizar sus valoraciones partiendo de la evidencia de la que disponen. Además estos autores dicen que el hecho de que definan el aprendizaje como una actividad racional no quiere decir que las variables afectivas o motivacionales no tengan gran importancia en los procesos de aprendizaje. Sólo que al afirmar que el aprendizaje es una actividad racional, indican los autores de esta teoría, *lo hacemos para atraer la atención sobre qué es el aprendizaje, no sobre de qué depende* y además agregan desde su perspectiva que el aprendizaje no se preocupa de las ideas, de su estructura y de su evidencia. No es la simple adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o de un conjunto de conductas, creemos –dicen ellos- que aprender, al igual que investigar, debe ser considerado más como un proceso conceptual. La cuestión básica –que estos autores habrán de afrontar como reto- es cómo cambian las ideas de los estudiantes al sufrir el impacto de las nuevas ideas y de las nuevas evidencias.

La base epistemológica de esta teoría retoma los puntos de vista contemporáneos de la filosofía de las ciencias que sugieren que existen dos fases diferenciadas en el cambio conceptual en ciencias. Por lo general el trabajo científico se hace sobre el fondo de unos compromisos centrales que organizan la investigación. Estos compromisos centrales son los que definen los problemas, indican las estrategias a utilizar para tratar con ellos y especifican los criterios para dar aquello que se ofrece como solución. Thomas Kuhn (1970) llama a dichos compromisos centrales *paradigmas* y, a la investigación dominada por paradigmas, *ciencia normal*. Imre Lakatos (1970) denominó los compromisos centrales de los científicos como su *esencia teórica pura* y sugiere que dichos compromisos generan *programas de investigación* diseñados para aplicarlos y defenderlos de la experiencia.

Dicen los autores que creen que existen pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje y, por lo tanto, la organización del esquema cognitivo en esta teoría consta de dos fases según sus autores: *la primera fase del cambio conceptual la denominamos asimilación*, como aquella fase en la que a veces los estudiantes utilizan conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos. Sin embargo, a menudo los conceptos preexistentes en los estudiantes son inadecuados para permitirles captar los fenómenos adecuadamente. Entonces los estudiantes deben reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales, señalan Posner, Strike, Hewson y Hertzog; *a esta forma más radical de cambio la denominamos acomodación*. Esta fase sucede cuando los compromisos centrales necesitan alguna modificación. En este caso, el científico (o el

85. Posner et al. *Acomodación de un concepto científico. Hacia una teoría del cambio conceptual*, en *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, p. 90.

que aprende) desde esta perspectiva se enfrenta con un reto a sus supuestos básicos: debe adquirir nuevos conceptos y una nueva forma de ver el mundo. Kuhn califica este tipo de cambio conceptual como *revolución científica*. Para Lakatos constituye un cambio en los programas de investigación. Agregan los autores una característica adicional; dicen *creemos que el aprendizaje y la investigación suceden sobre el fondo de los conceptos vigentes del que aprende*, esto es, una *ecología conceptual*, como aquellos conceptos que gobiernan el cambio conceptual (Toulmin, 1972).

Las condiciones para la acomodación (segunda fase del cambio conceptual) son:

1. Debe existir insatisfacción con los conceptos existentes;
2. Una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente;
3. Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero.

Factores de una ecología conceptual

Los conceptos vigentes de una persona, su ecología conceptual, influenciarán la selección de un nuevo concepto central, al efecto de impulsar hacia el cambio conceptual; éstos son:

1. Anomalías;
2. Analogías y metáforas;
3. Compromisos epistemológicos:
 - 3.1. Ideales exploratorios;
 - 3.2. Puntos de vista generales acerca del carácter del conocimiento;
4. Creencias y conceptos metafísicos:
 - 4.1. Creencias metafísicas sobre la ciencia;
 - 4.2. Conceptos metafísicos de la ciencia;
5. Otro conocimiento:
 - 5.1. Conocimiento de otros campos;
 - 5.2. Conceptos competitivos.

Esta concepción de aprendizaje tiene implicaciones educativas, ya que la enseñanza de las ciencias proporciona una base racional para un cambio conceptual. Hemos visto, señalan los autores de esta teoría, que los cambios conceptuales fundamentales, llamados acomodaciones, pueden implicar cambios en las propias asunciones fundamentales respecto al mundo, sobre el conocimiento y en relación con el saber, y que tales cambios pueden ser agotadores e incluso amenazantes, particularmente cuando la persona está firmemente comprometida con sus asunciones previas, lo que

se conoce como *fijación paradigmática*. Al respecto son dos las características de una ecología conceptual que se muestran como guías del proceso de cambio desde una concepción a otra: 1. Anomalías y 2. Presupuestos fundamentales sobre la ciencia y el conocimiento. Las anomalías aportan la clase de *conflicto cognitivo* (similar al concepto de Kuhn de estado de crisis) que prepara su ecología conceptual para una acomodación.

El cambio conceptual, como enfoque teórico que sustenta esta investigación, muestra, como se podrá observar en el capítulo 5, la utilidad que reviste como herramienta intelectual para la interpretación de los cambios conceptuales operados en los profesores participantes en este estudio, en cuanto a sus representaciones epistemológicas y de aprendizaje que fueron factibles de registrar, al contrastar, por una parte, la información obtenida de la entrevista sobre el proyecto de investigación y el documento escrito con los resultados del cuestionario final y, por otra parte, el documento escrito del proyecto final, en donde se puede valorar la naturaleza del cambio, el cual fue pequeño, pero no por ser mínimo deja de ser altamente significativo para poner en evidencia la solidez de los presupuestos que definen esta perspectiva de aprendizaje, así como la perspectiva de los cambios conceptuales operados en el proceso de desarrollo intelectual de los profesores.

2.3. Sistema de categorías de las concepciones de aprendizaje

El sistema de categorías que se han organizado en los ámbitos de caracterización, proceso y propósito se presentan a continuación en las concepciones psicológicas del asociacionismo, cognoscitividad y el constructivismo, tal como lo indica el cuadro N° 2, en la página 66.

CUADRO N° 2: CATEGORÍAS DE LAS CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE				
ENFOQUE	ASOCIACIONISMO	COGNOSCITIVISMO		CONSTRUCTIVISMO
Fundamento Cognitivo	Conductismo y Procesamiento de Información	Pragmatismo	Teoría Asimilativa de Ausubel	Psicología Genética, Socio-constructivismo y el Cambio Conceptual
concepciones ámbitos	Aprendizaje Mecanicista	Aprendizaje por Descubrimiento	Aprendizaje Significativo	Aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual
1.- CARACTERIZACIÓN				
1.1 En qué consiste	Adquisición de información sobre la 'realidad' a partir de la asociación de ideas.	Obtener información directamente del 'libro de la naturaleza' a partir de la réplica de los fenómenos.	Adquisición de conceptos a través de la comprensión e incorporación de significados.	Construir una interpretación racional del mundo a partir de las interacciones entre el sujeto, sus ideas, sus estructuras y la realidad.
1.2 Rasgos Generales	Acumulativo, universal, antimentalista, mecanicista y memorístico.	Individual y centrado en el activismo.	Significativo (carga semántica), jerárquico, secuencial, dinámico e individual.	Relativo, evolutivo, individual, intencional y contextual.
1.3 Papel del Sujeto	Pasivo y receptivo. Responde a los estímulos físicos o simbólicos del medio.	Activo: producto de su interacción con el medio.	Activo: en la organización de los nuevos significados.	Proactivo, constructivo y dinámico.
1.4 Objeto del Aprendizaje	Conductas y algoritmos que dan cuenta de la realidad.	Desarrollo de explicaciones inductivas a partir de una acción experimental.	Los conceptos, su incorporación y su reorganización en la estructura cognitiva.	La construcción de conocimiento mediante la reestructuración y transformación de las estructuras cognitivas y/o conceptuales.
2.- PROCESOS				
2.1 Procesos Cognitivos	Memorización, asociación, almacenamiento, recuerdo y recuperación de información.	Inductivos que posibilitan relacionar conceptos dentro de una estructura y el razonamiento facilita los procesos heurísticos de descubrimiento.	Deductivos, donde los conceptos generales que permiten llegar a los específicos que se denominan "subsumidores", e inductivos para acceder a los conceptos "supraordenados".	Toma de conciencia, abstracción reflexiva, generalización inductiva y constructiva.
2.2 Origen y elementos	A partir de las relaciones que se dan entre las ideas y el reforzamiento mecánico.	Mediante situaciones problemáticas de tipo experimental que conllevan al descubrimiento de las estructuras del conocimiento disciplinar.	Articulando el significado de los nuevos conocimientos con los anteriores dentro de una estructura cognitiva.	Mediante el conflicto cognitivo y el reconocimiento del mismo.
2.3 Verificación	Reproducción de información sobre la 'realidad' y cambio de conductas y/o algoritmos.	Congruencia entre las explicaciones, la estructura disciplinar y la heurística del fenómeno en cuestión.	Reorganización de las estructuras cognitivas, que dan cuenta de los nuevos significados.	Con las inferencias hechas a partir de las acciones del sujeto, las cuales dan cuenta del objeto del aprendizaje.
3.- PROPÓSITOS				
3.1 Para qué Aprender	Modificar conductas y acumular y reproducir información.	Descubrir las leyes que dan cuenta de la estructura conceptual de los fenómenos en cuestión.	Comprender significativamente la nueva información de tal forma que pueda ser incorporada jerárquicamente a lo que el sujeto ya sabe.	Construir, transformar o reestructurar representaciones simbólicas de carácter lógico sobre la realidad.

CAPÍTULO 3

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO EN EL CAMPO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Por encima del sujeto, más allá del objeto inmediato, la ciencia moderna se basa en el proyecto. En el pensamiento científico, la mediación del objeto por el sujeto adquiere siempre la forma de proyecto. En esta perspectiva, podemos decir que los hechos son las interpretaciones que no se cuestionan, a menudo porque hemos olvidado (individual y colectivamente) mediante qué recorte del mundo se han establecido.

Bachelard (1971, p. 15).

En este capítulo se presenta la situación actualizada del estado del conocimiento en el campo de la investigación sobre las concepciones epistemológicas y de aprendizaje que se presentan tanto en profesores como en estudiantes y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias naturales. El propósito consiste en conocer qué es lo que se ha hecho y estudiado en este campo en los últimos tiempos, que permita tener una panorámica del contexto de desarrollo del conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia y detectar cuáles son las estructuras categoriales que tienen esas investigaciones para fortalecer, a su vez, la elección de las categorías de esta investigación, que dan la clave en este estudio para la búsqueda de las imágenes o representaciones sobre la naturaleza de la ciencia que tienen los profesores de ciencias y, a partir de ahí, ver cómo se reflejan estas formas de concebir de los profesores en su práctica docente al ejercer su actividad en la enseñanza de ciencias. Aquí radica uno de los intereses de estudio como un avance significativo de aporte a este ámbito de conocimiento.

Para tal efecto, se revisaron los trabajos de investigación que se han generado y se están produciendo actualmente en relación con las creencias y concepciones epistemológicas y su relación con las concepciones de enseñanza y de aprendizaje de los maestros. Particularmente importaba, para los propósitos de este estudio, detallar cuáles han sido los estudios realizados que han venido trabajando los investigadores que se ubican en este campo, con qué propósitos y cuáles son los procesos metodológicos que siguen, así como las categorías de análisis que han elegido para la explicación teórica de sus hallazgos.

Con el fin de ordenar la organización y sistematización del análisis que aquí se presenta, se han elegido cinco categorías que sirven de ejes para la revisión de los artículos sobre este campo de conocimiento; éstas son:

- 3.1. Propósitos y objetivos de las investigaciones analizadas,
- 3.2. Metodologías de trabajo,
- 3.3. Categorizaciones epistemológicas, y
- 3.4. Las implicaciones que se pueden encontrar, en qué consisten y de qué tipo son.

Para lograr un abordaje más específico, cada categoría se subdivide en subcategorías, de la siguiente manera:

- 3.1. Propósitos y objetivos de las investigaciones analizadas.
 - 3.1.1. Posturas y tendencias sobre la filosofía de la ciencia y la educación.
 - 3.1.2. Concepciones epistemológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje: De los profesores y de los estudiantes.
 - 3.1.3. Procesos de formación y seguimiento: Con profesores y futuros profesores y con estudiantes.
 - 3.1.4. Conocimiento de la naturaleza de la ciencia, el currículum, la enseñanza y los modelos didácticos.
- 3.2. Procesos metodológicos e instrumentos de evaluación sobre la naturaleza de la ciencia.
 - 3.2.1. Las metodologías de trabajo: Estudios de tipo empírico con enfoque cuantitativo, estudios de tipo empírico con enfoque cualitativo, estudios de tipo documental.
 - 3.2.2. Los instrumentos: los cuestionarios y los test, empleo combinado de instrumentos, observaciones y registros etnográficos.
 - 3.2.3. Las poblaciones y muestras: estudios con profesores y futuros profesores, investigaciones con estudiantes, estudios con profesores y estudiantes.
- 3.3. Categorías empleadas en las investigaciones.
 - 3.3.1. Estudios con categorías epistemológicas.
 - 3.3.2. Estudios con categorías de aprendizaje.
 - 3.3.3. Objetivos de la naturaleza de la ciencia.
 - 3.3.4. Categorías sobre la naturaleza de la ciencia.
 - 3.3.5. Categorías sobre la naturaleza de la ciencia y la educación.
- 3.4. Criterios de caracterización de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje
- 3.5. Implicaciones de las investigaciones.
 - 3.5.1. En el currículum
 - 3.5.2. Frente a la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia
 - 3.5.3. En los programas de formación permanente

De acuerdo con esta secuencia de organización de categorías se presenta a continuación el análisis de un conjunto de artículos de investigación sobre la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones en diferentes aspectos de la educación:

3.1. PROPÓSITOS Y OBJETIVOS DE LAS INVESTIGACIONES

Existe una gran cantidad de investigaciones en el campo de las concepciones o creencias epistemológicas de los maestros y de los alumnos sobre la naturaleza de la ciencia, y sus repercusiones en el currículum, y en los aspectos relativos a cómo enseñar y

aprender el conocimiento científico. El conocimiento tanto de los maestros como de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia ha sido objeto de numerosos estudios. Por esta razón se encuentran la mayor cantidad de investigaciones ubicadas con este propósito.

3.1.1. Posturas y tendencias sobre la filosofía de la ciencia y la educación

Varios estudios documentales tocan el punto crítico del debate en torno a las posturas epistemológicas sobre la filosofía de la ciencia, así como la diferencia entre el conocimiento científico y las creencias, entre otros Hodson (1985-1992), Cleminson (1990), Lederman (1992), Pérez Gil (1993), Kouladis y Ogborn (1995), Siegel (1993), Rankin (1995), Robinson (1998), Mc. Comas, Almazroa y Cloug (1998), Segura y Molina (1991), Gaskell (1992), Matthews (1990-1997-1998), Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1997), Loving (1997): Lederman (1995), Flores, 1(994), Cobern (2000), Elkana (2000), plantean cómo se ha abordado el tema de la naturaleza de la ciencia en su relación con la educación, la mayoría toca la perspectiva histórica, y abren la opción para el análisis hacia posiciones alternativas. Puntualizan aspectos como las implicaciones con el currículum, o la función de la enseñanza de la ciencia y cómo ésta puede contribuir a lograr el desarrollo intelectual autónomo del estudiante, así como la necesidad de un cambio conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

3.1.2. Concepciones epistemológicas y procesos de enseñanza y aprendizaje

En los profesores

Se han realizado diversas investigaciones encaminadas a determinar cuáles son las concepciones de los maestros, así como sus creencias acerca de la naturaleza de la ciencia desde el punto de vista epistemológico, en la perspectiva de la filosofía de la ciencia y su articulación con la psicología en las investigaciones de Cotham y Smith (1981), Rowell (1982), Koulaidis y Ogborn (1989), Andersen, Harty y Samuel (1986), Lederman y Zleider (1987), Dimiter (1990), Gallagher (1991), Loving, (1991), Pomeroy (1993), Abdullatef (1999), Larkin y Wellinton (1994), Brickhouse (1998), Mellado (1997), Porlán, García y Del Pozo (1997), Brickhouse (1998), Glasson y Bentley (1999), Lederman *et al.* (2000), para determinar la influencia que tienen las concepciones epistemológicas en los profesores en servicio y futuros profesores en el proceso de enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Articulando los dos ámbitos, se parte del supuesto de que los compromisos epistemológicos de los maestros inciden en su práctica docente, y que, por lo tanto, para transformar la práctica docente es necesario transformar los compromisos epistemológicos del docente.

En los estudiantes

Otro conjunto de estudios realizados con estudiantes busca conocer cuáles son las creencias o visiones sobre la naturaleza de la ciencia, o la influencia de las concepciones de los maestros en las concepciones de los estudiantes y cómo éstas pueden cambiar [Mackay (1971), Lederman y Druger (1985), Nussbaum (1982), Lederman y O'Malley

(1990), Solomon (1995), Meichtry (1992-1999), Cobern, Gibson y Underwood (1999), Hogan (2000)], también se detectan cuáles son las variables que intervienen en el aula referidas a los cambios en las concepciones de la naturaleza de la ciencia; se indaga cómo la visión de ciencia influye en la integración del conocimiento y por lo tanto estudiando para probar si los adolescentes de diferentes edades varían en el acuerdo para poder operacionalizar su conocimiento de la observación, predicción e hipótesis de cada día en el contexto educativo como una parte de los procesos de razonamiento general que constituye una parte esencial del razonamiento científico; aporta también este grupo de estudios una clasificación de los tipos de conocimiento próximo y distante que se manifiesta en cuanto al conocimiento de la naturaleza de la ciencia.

3.1.3. Procesos de intervención en la formación y seguimiento

Con profesores o futuros profesores

Basado en el supuesto de que las visiones sobre la naturaleza de la ciencia pueden cambiar, otro grupo de investigaciones han trabajado con procesos de intervención con profesores o futuros profesores, tales como las de Burufaldi, Bethel y Lamb (1977), Russell y Stauss (1968), Akindehin (1988), Aguire, Haggerty y Linder (1990), Bloom, Jeffrey (1989), Ovens (1993), Shapiro (1996), Ammrich (1997), Mellado (1996-1998), Nott y Wellington (1995-1998), Flores *et al.* (2000), López, Flores y Gallegos (2000), Abell y Smith (1994), consideran que mediante estrategias de formación docente, los maestros pueden cambiar y, entonces, se pueden observar los cambios operados en las concepciones y la práctica de los profesores, y en consecuencia este cambio se puede manifestar en el aprendizaje en los alumnos. Estos estudios también han servido en general para evaluar estrategias de formación y actitudes de los maestros en relación con la naturaleza de la ciencia.

Con estudiantes

En este apartado se abordan los estudios en los cuales se trabajó con procesos de cambio de las visiones (ingenuas, pasivas o empiristas) del conocimiento científico que los estudiantes tenían, hasta intentar arribar a visiones alternativas, en algunos casos de tipo constructivista, como los de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), Zeidler y Lederman (1989), Songer y Linn (1991), Solomon *et al.* (1992), Griffiths y Barry (1993), Chin-Chung-Tsai (1998), Carey (1989), Meylin (1997), Lucas y Roth (1996-1997), Cortés y Niaz (1999), se consideran aquí cuestiones tales como es el caso de la Estrategia de Controversia Cooperativa, las variables que intervienen en el aula en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, así como los tipos de conocimientos próximos y distantes relacionados con el aprendizaje diario de los estudiantes en la escuela, así como la influencia del lenguaje del maestro llevando sus concepciones de la naturaleza de la ciencia al estudiante, así como los cambios operados luego de la intervención en las concepciones de los estudiantes que arrojan un determinado perfil en relación con el conocimiento.

3.1.4. Conocimiento de la naturaleza de la ciencia, el currículum, la enseñanza y modelos didácticos

En otra dimensión de las investigaciones, éstas se refieren a las relaciones entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones, con el currículum, los aspectos de la enseñanza y los modelos didácticos: la planeación, las estrategias, las actitudes del maestro, la descripción y/o evaluación de los procesos en el aula, como objetos de interés para ser conocidos. Tales son, por ejemplo, las de Duschl (1985), Lederman y Zleider (1987), Brickhouse (1990), Brickhouse y Bodner (1992), Siqueiros y Martínez (1992), Duschl y Wright (1989), Rampal (1992), Hodson (1992), Pérez Gil (1994), Carrascosa *et al.* (1991), Porlan, García y Del Pozo (1998), Meichtry (1999), Niaz (1999). Algunos de estos estudios se refieren al seguimiento de la ciencia por el maestro, o la orientación de la perspectiva y desarrollo de actitudes y toma de decisiones frente al conocimiento científico y su enseñanza o a preguntas que inquietan sobre ¿cómo es posible el desarrollo del conocimiento?, por ejemplo, el paso del nivel de los hechos a un nivel de formación de modelos teóricos de explicación de los hechos o la constitución del sujeto epistémico.

Una serie de investigaciones han sido desarrolladas en el campo de la enseñanza de la ciencia, con fundamentación epistemológica de corte constructivista y enfoques metodológicos de tipo cualitativo: con en el enfoque de la historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de la física en secundaria: con el tema de *calor y temperatura* realizado por Pessoa y Castro (1992), *el conocimiento físico de las primeras series de primer grado: el problema del submarino* por Resende y Pessoa (1994), *el abordaje histórico de la enseñanza* de Pessoa y Castro (1995), *Ciencias para la enseñanza fundamental* por Pessoa (1997), *Hablar, escribir o diseñar la construcción de conceptos científicos* de Pessoa y Lima (1998), *La formación de profesores y los enfoques de ciencia, tecnología y sociedad*, por Pessoa e Infantosi (1999), *Enseñanza de las ciencias: tendencias innovadoras*, Pérez Gil y Pessoa (s/a), *Interacciones discursivas para la construcción de explicaciones para fenómenos físicos en el salón de clase*, Pessoa (2000). También se ha usado ampliamente el uso del video para la recolección de datos: *Investigando el desenvolvimiento de la enseñanza en el aula de clase*, de Pessoa (1996).

3.2. PROCESOS METODOLÓGICOS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

3.2.1. Metodologías de trabajo

Los procesos de investigación que se siguen en los distintos trabajos muestran una variedad de enfoques metodológicos que los investigadores definen en función de la naturaleza del objeto observado y de sus preferencias dependiendo del diseño de la investigación utilizado. Algunos de los trabajos emplean para su realización diversas metodologías que implican enfoques documentales, cualitativos, así como de tipo cuantitativo o empírico.

Estudios de tipo empírico con enfoque cuantitativo

Se puede observar el predominio de los estudios de tipo empírico, con un enfoque cuantitativo y descriptivo y mediante la técnica de análisis estadístico de los resultados: Lederman y Zleider (1987), Koulaidis y Ogborn (1989), Bloom (1989), Songer y Linn (1991), Loving (1991), Meichtry (1992), Siqueiros y Martínez (1992), Rampal, (1992), Pomeroy (1993), Rowell (1982), Shapiro (1996), Abdullatef (1999), Andersen y Samuel (1999), Chin-Chung-Tsai (1998), Meyling (1997), Mackay (1971), Mellado (1996-1998), Lucas y Roth (1996-1997), Cortés y Niaz (1999), que en algunos casos comprenden diseños de investigación experimental, con grupo operacional y grupo de control, usando evaluación de pretest y postest, y se emplean distintos instrumentos estandarizados para evaluar el conocimiento de la naturaleza de ciencia.

Se ubican también una serie de investigaciones en las cuales los procesos metodológicos tomaron en cuenta la aplicación de instrumentos para observar del proceso de cambio en las concepciones de los maestros al principio y al final de cursos o procesos de intervención con los que se intenta cambiar las visiones de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia: en los de Burufaldi, Bethel y Lamb (1977), Russel y Stauss (1968), Akindehin (1988), Flores, *et al.* (2000), Carrascosa (1991), Nott y Wellinton (1998), Meichtry (1999), Abell y Smith (1994), López, Flores y Gallegos (2000), para detectar los cambios operados por los cursos que se aplicaron a los maestros, se utilizan estrategias metodológicas de evaluación cuantitativa, mediante el empleo de test, pero incluso se hace el seguimiento de procesos cuyo enfoque metodológico fue eminentemente cualitativo, basados en estudios de caso y en entrevistas al inicio del programa de formación permanente de maestros y al final del mismo, como el resultado de un trabajo de investigación desarrollado durante diez años en España, que consiste en un proceso amplio de tipo teórico y empírico del conocimiento profesional y la epistemología de los profesores. Este estudio se divide en dos dimensiones interrelacionadas: la teoría y la práctica: I. Teoría, métodos e instrumentos, Porlán, García y Del Pozo (1997), II. Estudios Empíricos y conclusiones, Porlán, García y Del Pozo (1998). La parte I consiste en la presentación de los grandes marcos teóricos y metodológicos sobre el conocimiento profesional y las concepciones epistemológicas con base en el modelo de investigación en la escuela, y el proyecto curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar), de Duschl (1995). En la parte II, se señalan algunos estudios sobre las concepciones científicas y didácticas de los profesores y de la interrelación entre ambos tipos de visiones de los maestros; se presentan los resultados de los modelos epistemológicos que determinan la imagen de ciencia, el análisis del modelo didáctico personal a la luz del análisis de sus componentes principales; se aborda el análisis de los componentes principales de la teoría del aprendizaje subjetivo, y se concluye con un planteamiento de aproximación a la epistemología de los profesores a través de los niveles de formulación de la teoría sobre el conocimiento escolar.

Estudios de tipo empírico con enfoque cualitativo

Algunas investigaciones, en donde se requería la observación y el registro de las actividades de los maestros al interior del aula, recabaron su información mediante diseños de tipo cualitativo, como son los estudios de caso, estudios de intervención o investigación-acción realizados por Lederman y Druger (1985), Duschl y Wright (1989), Zleider y Lederman (1989), Aguirre, Haggerty y Linder (1990), Mellado (1991), Brickhouse (1990), Brickhouse y Bodner (1992), Solomon *et al.* (1992), Pope (1993), Griffiths y Barry (1993), Antonia Candela (1993), Carey (1989), Benson (1989), Ovens (1993), Mellado (1996-1998), Pessoa (1992, 1996, 1997, 1998, 1999), Glasson y Bentley (1999), Cobern, Gibson y Underwood (1999), y Kathleen (2000), en donde se ha buscado un tipo de acercamiento, más de corte cualitativo (o bien haciendo combinaciones de diferentes metodologías) para abordar los hechos que se viven cotidianamente en el trabajo en las aulas donde se enseña ciencia. Actualmente se prefieren los estudios cualitativos que arrojan información de la interacción en el aula, por lo que la mayoría de estos autores los tomaron como una estrategia para el registro, análisis e interpretación de información.

Estudios de tipo documental

Aunque la mayoría de los estudios trabajan con información empírica, otros, por su parte, se enfocan al análisis sobre los avances en la materia, más de tipo coyuntural sobre la naturaleza de la ciencia y la enseñanza del conocimiento científico, así como de los fundamentos epistemológicos del conocimiento de los profesores o de los desarrollos instrumentales para observar las visiones sobre la naturaleza de la ciencia en los profesores o en los estudiantes; ellos son Kimball (1967-68), Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), Hodson (1985), Duchl (1985), Nussbaum (1989), Ramírez (1989), Segura y Molina (1991), Lederman (1992), Gallagher (1991), Nussbaum (1989), Pérez Gil (1993), Larkin y Wellinton (1994), Rankin (1995), Matthews (1990-1997-1998), Gallagher (1991), Gaskell (1992), Meichtry (1993), Flores (1994), Lederman (1995), Solomon (1995), Kouladis y Ogborn (1995), Castorina (1998), Kathleen (2000), Niaz (1999), Burbules (1991), Cobern (1991), Eflin, Glennan y Greisch (1999), Seattle (1990), y Loving (1997), quienes aportan su reflexión a la fundamentación de las posiciones teóricas, el ejercicio crítico y la búsqueda de opciones alternativas, sobre las concepciones epistemológicas de la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones hacia la enseñanza, pero que no utilizan referentes de información empíricos.

3.2. 2. Los instrumentos

El seguimiento de los instrumentos que son principalmente asociados con el conocimiento acerca de la ciencia y/o de los científicos fue realizado por Aikenhead, Glen (1973), el cual ha sido continuado por Lederman (1992), quien hace una amplia revisión de la literatura empírica sobre 25 test y sus características, desde 1986 hasta 1996, con sus autores y que se han utilizado frecuentemente en el campo del conocimiento de la naturaleza de la ciencia, a través del uso de una variedad de formas

de observación. Por supuesto que la gama de instrumentos no se restringe a estos autores, sino que es más amplia. Aquí se revisan, entre otros, los instrumentos cuya expresión está tipificada casi en su totalidad por sus siglas en inglés.

Los cuestionarios y tests

El proceso de acopio de la información que se emplearon en varias investigaciones fue realizado con un enfoque marcadamente empírico a través de cuestionarios y test de respuesta cerrada, como en los casos que se citan de Cotham y Smith (1981), Pomeroy (1993), Flores *et al.* (2000), Carrascosa (1991), Rowell (1982), Chin-Chung-Tsai (1998), Meylin (1997), Cortez y Niaz (1999), generalmente usando escalas o subescalas de puntos de acuerdo o desacuerdo para detectar el acuerdo o desacuerdo con las preguntas planteadas o a través de ítems con varias opciones como el *Conception of Scientific Theories* (COST) o el *Test of Hypothetic-Deductive Reasoning* (THDR). La mayoría de los instrumentos utilizados se basaron en categorías teóricas explícitas, como articuladoras entre los conceptos empleados y los datos que se recabaron. Casos como Mackay, Lindssey (1971) y Meichtry (1992), quienes trabajaron con la aplicación del *Test of Understanding Science* (TOUS) y en el segundo estudio se utilizó el test *Modified Nature of Scientific Knowledge Scale* (MNSKS), mismo que había sido usado por Lederman y Zleider (1987) bajo el título de *Nature of Scientific Knowledge Scale* (NSKS), Siguiendo la línea de sus investigaciones previas, Meichtry (1999) utiliza el test *Modified Nature of Scientific Knowledge Scale* (MNSKS) que ella desarrolló como una modificación de la escala *Nature of Scientific Knowledge Scale* (NOSKS) de Rubba y Anderson (1978), el cual es usado aquí para medir y comparar las visiones de los estudiantes para cuatro dimensiones de la naturaleza del conocimiento científico en el inicio y al final de un curso semestral. El *Test of Hypothetic-Deductive Reasoning* (THDR), se utilizó en el estudio de Cortez y Niaz (1999) para probar si los adolescentes de diferentes edades varían en su acuerdo sobre el conocimiento de la observación, predicción e hipótesis de cada día en el contexto educacional.

En el estudio llevado por Russell y Stauss (1968) se utilizó el *Test Wisconsin Inventory of Science Proceses* (WISP), en la fase inicial y al concluir el curso. En el caso de (Akindehin, Folojami, 1988), para evaluar el efecto del *Instructional Package Introductory Science Teacher Education* (ISTE), se llevó a cabo en tres etapas: pretest (formas ACE y OSCE), donde el tratamiento experimental se aplicó a los dos grupos; postest (el NOSS y el TESRA). El seguimiento de los instrumentos que son principalmente asociados con el conocimiento acerca de la ciencia y/o de los científicos referidos por Aikenhead, Glen S. (1973) son: *Test on Understanding Science* (TOUS), que consta de tres escalas de 18, 18 y 24 ítems cada una; otro es el test llamado *Facts about Science Test* (FAS): consta de dos subescalas de 38 y 40 ítems cada una; el test NOSS desarrollado por Kimball (1967-68), conocido como el *Nature of Science Scale*, que consta de 29 preguntas para responderse en una escala de tres puntos: acuerdo, desacuerdo y neutral; el *Science Process Inventory* (SPI), cuya forma D contiene 135 ítems; el *Wisconsin Inventory of Science Proceses* (WISP), que consta de noventa y tres preguntas para ser evaluadas con una escala de acuerdo, desacuerdo, no entendió;

y el *Test on the Social Aspects of Science* (TSAS), que consta de 52 preguntas para responderse en una escala de cinco puntos, que va de fuerte acuerdo al fuerte desacuerdo.

El estudio llevado a cabo en Ondo State, Nigeria (Akindehin, Folajimi, 1988) se emplearon los *Tests Nature of Science Scale* (NOSS) y *Teacher Science-Related Attitud Scale* (TESRA). También Lederman, N. et al. (2002) han estudiado, de manera específica, cómo indagar las visiones o concepciones sobre la naturaleza de la ciencia utilizando el *Nature of Science Questionary* (NOSQ), en tres versiones. A partir de estos instrumentos se han hecho reflexiones críticas sobre el uso y eficiencia de los tests por autores como Eflin S. Glennan y Reisch (1999) y Aikenhead y Ryan (1992); en este último caso han desarrollado el llamado instrumento *Visiones de Ciencia Tecnología y Sociedad*, conocido por sus siglas en inglés VOST, el cual proponen como alternativa, ya que ellos consideran los tests como una técnica inapropiada y que, consecuentemente, sus conclusiones no ofrecen garantía. En el estudio realizado (Andersen y Samuel, 1986) se utiliza como instrumento el *Test Nature of Science Scale* (NOSS). Algunos otros autores también aportan estudios de manera más específica como Lucas y Roth (1996-1997), que utilizan la *Escala de Aprendizaje en un Ambiente Constructivista* (CLES), por sus siglas en inglés, elaborada por Taylor y Frazer (1991).

El instrumento usado en el estudio experimental para evaluar las visiones de ciencia (Songer y Linn, 1991) fue un test consistente de 21 ítems, de pregunta-corta y verdad-falsedad, en las siguientes áreas: creencias de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia y conocimiento científico, creencias acerca del papel y trabajo de los científicos, y creencias acerca de qué significa el aprendizaje de las ciencias, ambos dentro y fuera de la situación del salón.

Para detectar las visiones filosóficas de la ciencia (Burufaldi, Bethel y Lam, 1977), se utilizó un cuestionario v.s. de 40 preguntas, con una escala de *Likert-type rating scale* de 5 puntos, para mostrar el acuerdo o desacuerdo con las cuestiones planteadas.

El estudio sobre representaciones mentales sobre creación del mundo y origen del hombre de Siqueiros y Martínez (1992) se realizó con base en una encuesta escrita, constituida por 20 preguntas cerradas y técnicas de test, respuesta del tipo verdadero, falso o no sé.

La investigación realizada para detectar el conocimiento profesional y epistemología de los profesores fue realizada por Porlán, García y Del Pozo (1998), ésta se basó en una serie de estudios (1989 a 1994). Los instrumentos y técnicas empleados en cada estudio fueron los siguientes: Estudio 1, Porlán (1989-1994): Entrevistas, informes escritos (Diario de prácticas), técnica, análisis de contenido. Estudio 2, Porlán (1989): Inventario de creencias pedagógicas y científicas (INPECIP), técnica, análisis de componentes principales. Estudio 3, Martín (1994): INPECIP, técnica, análisis de componentes principales. Estudio 4, Martín (1994): Informes escritos (diseño de una unidad didáctica), técnica, análisis de contenido.

En el estudio para detectar las concepciones de ciencia de los maestros de preservicio elemental hecho por Bloom (1989), se empleó un cuestionario de 6 preguntas en detalle. Igualmente, en el estudio realizado por Solomon, Scott y Duveen (1996), se empleó un cuestionario de 6 preguntas con tres opciones de respuesta para cada una.

Por su parte, Palmquist y Finley (1997) utilizan una entrevista y un cuestionario tipo encuesta de 32 preguntas, aplicado antes y después del proceso de intervención para observar el cambio conceptual operado en los futuros maestros. De igual manera, López *et al.* (2000) tratan de detectar los cambios de los maestros a partir del cambio en la práctica docente y su influencia y alcances en la transformación conceptual de los maestros utilizando cuestionarios al inicio del curso y la evaluación de los trabajos finales.

Empleo combinado de instrumentos

Estos estudios combinan el uso de sus instrumentos como Cathleen (2000). En este caso también se aplicó el TOUS como una instrumento adicional, ya que para este caso el principal instrumento fue la entrevista clínica. Así, observando las limitaciones que aportan los tests a lápiz y papel como recurso para obtener información sobre las representaciones del aprendizaje conceptual, Novak (1961) utilizó la entrevista clínica de Piaget y, posteriormente, dadas las implicaciones para el uso de la entrevista clínica, empleó los mapas conceptuales como recurso para ubicar las representaciones de los estudiantes en relación con el aprendizaje significativo. Para determinar el conocimiento del perfil de la teoría científica, Loving (1991) incluyó una extensiva literatura de investigación en filosofía de la ciencia y en filosofía de la educación. Unas 17 instituciones (NARST) participaron en el survey en la extensión de los tópicos de la filosofía de la ciencia para educación superior y un curso preciso para evaluación de textos y métodos para los resultados del survey. En el estudio de la teoría científica, se empleó un diseño tipo survey con seis cuestiones. Para conocer el punto de vista de los futuros maestros sobre la naturaleza de la ciencia se utilizó un cuestionario de respuestas cortas para clasificación en una escala con cuatro grupos, usando el procedimiento denominado *inducción analítica*. El uso de entrevistas grabadas en video y cuestionario en fases de pretest y postest empleados por Lederman y O'Malley (1990), sirvieron para detectar las creencias sobre el desarrollo, uso y el origen del cambio en el conocimiento científico.

En otro tipo de estudios como el de Solomon *et al.* (1992) sobre Investigación-acción, se realizaron registros etnográficos, cuestionarios de opción de respuesta cerrada y estudios de intervención en aula.

Parar registrar los resultados de un curso sobre la formación de docentes en física para el bachillerato, Flores *et al.* (2000) emplearon cuestionarios y actividades de evaluación de trabajos finales y experimentales.

En la investigación de las imágenes de la ciencia y de los científicos, Rampal (1992) utilizó un cuestionario desarrollado para este estudio, el cual fue visto como una posible

forma de iniciar el diálogo con los maestros en temas básicos de *Science Technology and Society* en relación con el Programa Curricular *Hoshangabad Science Teaching Program* (HSTP). Los instrumentos específicos que se utilizaron fueron el cuestionario VOST, realizado por Aikenhead, Fleming y Ryan (1987); también se adaptó el TOSRA (Fraser, 1978) y el TOUS (Ev) (Koley y Kopler, 1961).

Observaciones y registros etnográficos

La investigación reciente requiere responder a cuestiones de lo que sucede dentro del aula, por lo que se busca una evaluación basada en una observación directa más completa, vivencial y a profundidad, es por esta razón que se han venido utilizando otras estrategias de observación y registro de información de tipo cualitativo para estudiar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en los maestros. Para registrar estas concepciones en futuros maestros sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, Aguirre, Haggerty y Linder (1990) utilizaron un cuestionario que fue administrado a todos los estudiantes cuando asistieron al primer encuentro del curso. A los estudiantes se les pidió que, en párrafos breves, expresaran su visión respecto de ciertos temas relativos a la instrucción científica. El tiempo empleado fue de 50 minutos.

Otros instrumentos utilizados en las investigaciones de corte cualitativo, tales como estudios de caso, se llevaron a cabo mediante registros etnográficos, entrevistas y entrevistas clínicas, la conversación, tomando notas, uso de audiograbaciones y videograbaciones, además de observaciones semiestructuradas y la autoevaluación o la definición de instrumentos para evaluar el desarrollo y validez de teorías científicas utilizados por Duschl y Wright (1989), Ovens (1993), Larkin y Wellinton (1994), Cotham y Smith (1982), Benson (1989), Carey (1989), Brickhouse (1989), Brickhouse (1990), Brickhouse y Bodner (1992) y Pessoa (1992, 1996, 1997, 1998, 1999). La investigación sobre el tema reportando investigación a los maestros de Glasson y Bentley (1999), se llevó a cabo dando conferencias a los educadores durante dos días por científicos en el tema de Ciencia-Tecnología-Sociedad. La información se recabó a través de grabaciones y notas de campo. Se realizaron también entrevistas a cada uno de los científicos. Por otra parte, la estrategia instrumental que se empleó en la investigación *Sacando la interpretación y desarrollo del entendimiento de los maestros de la naturaleza de la ciencia* por Nott y Wellinton (1995-1998), fue lo que se conoce como incidentes críticos, y se define como un evento, el cual hace a un maestro decidirse por un curso de acción el cual envuelve algunos tipos de explicación de la actividad en el aula, a través un recurso de investigación de tipo cualitativo.

En el estudio de Shapiro sobre *La cara de la ciencia que todavía no se conoce*, él diseñó una estrategia para recolectar la información de los futuros maestros a través de los constructos personales en red (Kelly, 1963), que son esencialmente un sistema de categorizaciones lingüísticas, las cuales siguen la penetración (psicológica) en las formas individuales de organizar el pensamiento acerca de eventos y fenómenos. Siguiendo el señalamiento, los estudiantes fueron mostrando el cambio en sus ideas

personales, a través de su participación en entrevistas reflexivas para discutir los cambios operados en su pensamiento. El repertorio en red consiste en apoyar constructos como opuesto a los constructos que emergen individualmente y fueron desarrollados de las respuestas típicas de un grupo piloto de estudiantes entrevistados durante el año previo. Cada estudiante fue dando una misma lista de 15 constructos, los cuales constaban de términos o frases comúnmente usados por estudiantes, quienes describieron etapas en comportamiento e investigación. Estos constructos fueron usados para apoyar la descripción del puntaje de 12 elementos. A cada uno de estos 12 elementos se le aplicó la misma lista de 15 constructos, previa y posteriormente, con una escala de 1 a 5 para determinar el cambio al inicio y al final y ver si hubo o no algún cambio en el pensamiento del maestro durante la intervención.

Otro estudio con enfoque metodológico de corte interpretativo y cualitativo fue desarrollado por Cobern, Gibson y Underwood (1999), llamado *Terreno de creencias* considerando la naturaleza de la ciencia y, así, tener un mejor entendimiento de las conceptualizaciones y el lugar que la ciencia encuentra en estas conceptualizaciones.

3.2.3. Las poblaciones y muestras

Estudios con profesores y profesores-estudiantes

El test *The Nature of Science Scale* (NOSS) para explorar el entendimiento de la naturaleza de la ciencia a partir de un modelo desarrollado por Kimball (1967-1968), se aplicó en una muestra de 965 científicos y filósofos graduados en ciencias y maestros de ciencias, seleccionados durante cinco años de la Universidad de Stanford y del Colegio de San José de California, y fueron recibidas 712 réplicas. Consta de 29 ítems y se usó una escala para medir las desviaciones de las respuestas en el modelo, tales como *acuerdo, desacuerdo, o*.

Los sujetos con quienes se investigó según el caso abordado por Koulaidis y Ogborn (1989), constó de 94 maestros en servicio y futuros maestros de ciencias en escuelas urbanas. Pomeroy (1993), por su parte, analiza los puntos de vista de 71 científicos y de 109 maestros respecto a la naturaleza del conocimiento científico, para hacer un análisis comparativo. Mellado (1991) trabaja con cuatro sujetos: dos maestros sin especialidad y dos graduados en diferentes especialidades científicas, para observar las diferencias en su trabajo en el aula.

Un estudio de caso de Pope (1983) toma a 55 estudiantes que asistían a cuatro cursos diferentes: dos para formación inicial de profesores y dos para formación de profesores en ejercicio. Las creencias acerca de la filosofía de la ciencia se detectaron por Gallager (1991) en 27 profesores de cinco escuelas secundarias con diez o menos años de experiencia, todos especializados en su área. Los puntos de vista acerca de la naturaleza de la ciencia en los Emiratos Árabes son caracterizados por Abdullatef (1999), quien indagó éstos en 31 maestros antes del servicio y 224 en servicio, en total 255. Para observar los logros en la transición conceptual de los maestros, Flores *et al.* (2000)

observaron a 12 maestros de bachillerato, inscritos en la especialidad en Docencia de la Física.

En un estudio de evaluación de maestros, Lederman y Druger (1985) observaron a 18 maestros de biología del *Senior High School Regents of New York* y 409 estudiantes, en un estudio que tuvo cinco fases, hasta obtener las variables en el salón. Para estudiar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los maestros y su influencia en la enseñanza, Lederman y Zleider (1987) eligieron a 18 maestros de biología de nivel secundaria del décimo grado, con un mínimo de cinco años de experiencia, de ellos 13 hombres y 5 mujeres: 6 de escuelas urbanas y 12 de suburbanas. En otro estudio de nivel secundaria, Lederman y O'Malley (1990) incluyeron 69 estudiantes del 9° al 12° grado; sólo 20 estudiantes fueron seleccionados para seguir con las entrevistas grabadas.

Para interpretar las concepciones biológicas de los maestros de biología, el conocimiento biológico y lo que ellos aportan a la currícula durante la lección en el salón, Benson (1989) examinó casos de 12 maestros de biología del tercer grado en una High School de la ciudad de Alberta, Canadá. Los datos reflejan experiencias de tres maestros.

La investigación sobre la naturaleza de la ciencia de Aguirre, Sharon y Cedric (1990), desarrollada entre 1969 y 1984 sobre las perspectivas de los maestros de ciencias antes del servicio, se llevó a cabo con 24 grupos de maestros en 1984 y con 21 grupos de maestros que fueron enrolados en el curso de Métodos de Enseñanza de la Ciencia en la High School durante el semestre de primavera de 1969 a 1985 respectivamente.

Los constructos personales de Shapiro (1996) fueron estudiados durante cuatro años en 210 estudiantes que fueron entrevistados considerando sus ideas acerca de la investigación en ciencia. Durante los primeros tres años de trabajo con estudiantes, un survey fue la herramienta de investigación. El repertorio en red fue usado y refinado en el siguiente año del proyecto en un reciente curso de métodos de ciencia elemental, en el que participaron 38 estudiantes en entrevistas acerca de sus experiencias en el proyecto. Veintiuno de los 38 estudiantes completaron el repertorio en red del plan que comprendió el paquete de los constructos personales.

Las creencias de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia y su relación con la práctica en el salón de clase de Brickhouse (1990) fue el primero de dos trabajos realizados por la misma autora, en un estudio de caso con tres maestros de ciencias: McGee, Cathcat y Lawson, al cual se dio seguimiento durante 4 meses. El segundo estudio de caso para el seguimiento de la ciencia del maestro lo hicieron Brickhouse y Bodner (1992) analizando las creencias y las prácticas de segundo año de un maestro de ciencia; el de Basil McGee constituye una continuación del primero de estos dos estudios.

La investigación sobre imágenes de ciencia y científicos de Rampal (1992) fue llevado a través de 450 localidades con maestro, predominantemente rurales de las escuelas de gobierno de Madhya Pradesh (estado atrasado educacionalmente de la India Central),

es un innovador currículum para los grados 6º, 7º y 8º (niños normalmente de edades de 12 a 14 años, iniciado por la organización voluntaria empeñada en el desarrollo del trabajo.

En un estudio acerca de las concepciones de ciencia de los maestros de preservicio elemental, Bloom (1989) tomó a 106 estudiantes enrolados, de los cuales 80 estudiantes terminaron la tarea. Todos los estudiantes tenían un grado de BA y habían regresado a la universidad por un grado de bachillerato en educación y la certificación como maestro.

En el estudio de las concepciones de la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, Aguirre, Haggerty y Linder (1990) tomaron a los 74 maestros-estudiantes enrolados en el curso de Métodos Generales de la Ciencia (para el nivel de secundaria) que participaron en el estudio. Estos estudiantes fueron distribuidos en tres secciones, todos enseñados por el mismo instructor. Todos los estudiantes habían completado y adquirido un grado superior en ciencia pura (biología, química, ciencias de la tierra, ciencias físicas). Los estudiantes atendieron su curso durante el otoño, al término de 1988, en la Universidad de British Columbia, Canadá.

En el estudio que se hizo reportando investigación a los maestros (Glasson y Benley, 1999), la asistencia fue de 250 maestros.

Un estudio con 15 futuros maestros de secundaria, para conocer su visión y cambio conceptual sobre la naturaleza de la ciencia, fue realizado por Palmquist y Finley (1997) en Minneapolis, en la Universidad de Minnesota.

Investigaciones con estudiantes

También hubo un estudio que se llevó a cabo con estudiantes por Rowell (1982) en donde se entrevistaron a 300 participantes de dos universidades del Sur de Australia. Por su parte, Carrascosa *et al.* (1991) realizaron su estudio con alumnos de 2º y 3º de las clases de ciencias en 1988-1989 y con 3 maestros en didáctica de la ciencia. Las creencias epistemológicas y científicas en alumnos taiwaneses y las orientaciones en el aprendizaje, en el caso de Chin-Chung-Tsai (1998), fueron detectadas en 202 estudiantes, de los cuales se seleccionaron 20 para el estudio, de octavo nivel, tomados de 37 sesiones de clase, atendidas por 4 diferentes maestros.

El estudio que se efectuó para observar el desarrollo del entendimiento acerca de la naturaleza de la ciencia por Mackay (1971) utilizando el instrumento (test) se aplicó de la siguiente manera: el primer caso lo trabajó con alumnos de ciencias de los grados de 7º a 10º, aplicado en dos ocasiones: en la 1ª, con 1,556 estudiantes y, en la 2ª, con 1,203.

Estudios cualitativos, en los que Kathleen (2000) y Carey (1989) utilizaron la entrevista clínica se llevaron a cabo, el primero, en una escuela pública de tipo K-8, con 76 estudiantes de 7º grado de la clase de ciencias, el segundo en un grupo de estudiantes del 7º grado de ciencias. También se realizaron trabajos con uso de metodologías

múltiples como el de Meyling, Heinz (1997) en el que aplicó un cuestionario a 737 alumnos de los grados del 10° al 13°, empleándose además tests adicionales y entrevistas. La valoración del desarrollo y validez de teorías científicas de Cotham y Smith (1981) sirvió para evaluar a 3 estudiantes de filosofía y 50 estudiantes de educación elemental y a 30 estudiantes de química y 50 estudiantes de educación elemental.

La indagación sobre las categorías de observación, predicción e hipótesis en adolescentes fue efectuada por Cortez y Niaz (1999), el cual se llevó a cabo con 688 adolescentes de 11 a 17 años del 6° al 11° grado.

La muestra elegida para el estudio de Burufaldi, Bethel y Lam (1977) fue de 56 estudiantes enrolados para el grupo operativo en el curso de métodos de ciencia elemental, en el grupo testigo o de control fueron 32 estudiantes enrolados en el curso de matemáticas elementales. La duración del curso fue de aproximadamente cuatro meses.

Los sujetos en el estudio cualitativo realizado por Griffiths y Barry (1993) fueron 32 estudiantes de 17 a 20 años, de nivel secundaria, de diversas localidades de Terranova, Canadá.

Otro estudio también con enfoque cualitativo fue realizado para estudiar la toma de decisiones del maestro para modelos de planeación y enseñanza de la ciencia por Duschl y Wright (1989), éste se llevó a cabo con un proceso de investigación de tipo etnográfico, para el nivel de secundaria (CHS) en los suburbios de clase media de Atlantic City. La CHS cuenta con un Departamento de ciencias, este Departamento de ciencias tiene 13 facultades miembros. Cada una expide certificados de enseñanza de la ciencia profesional.

En el estudio de cómo influyen las visiones de ciencia en la integración del conocimiento en los estudiantes realizado por Butler y Linn (1991), se trabajó con 153 estudiantes del 15° grado enrolados en un semestre de ciencias físicas, en una escuela de un suburbio del norte de California. La población fue de clase media, étnicamente diversa y que presentaba variedad en habilidades de aprendizaje.

El estudio de las representaciones mentales sobre la creación del mundo y el origen del hombre de Quiroz y Martínez (1992) se llevó a cabo con 500 estudiantes de un mismo centro escolar, de 1° grado de educación secundaria y de 5° y 8° grados de educación general básica (EGB).

El estudio realizado con estudiantes de 14-15 años, con rangos incluidos de 12-13 y 16-18 de Solomon, Scott y Duveen (1996), fue con cerca de 800 alumnos en 10 diferentes poblaciones en Inglaterra.

Larochelle y Désautels (1991) y Lucas y Roth (1996) estudian las concepciones sobre el conocimiento científico en 25 estudiantes de secundaria.

Un estudio de casos con 15 estudiantes lo desarrollaron Cobern, Gibson y Underwood (1999) con estudiantes del decimosexto grado, de una escuela semirrural del Estado de Arizona.

Estudios con profesores y estudiantes

El estudio acerca del efecto del lenguaje de los maestros en las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia hecho por Zleider y Lederman (1989) se llevó a cabo con 18 maestros de biología en secundaria y un total de 409 estudiantes tomados selectivamente de cada uno de los 18 grupos.

El estudio que se realizó para observar el entendimiento de la naturaleza de la ciencia, a partir del programa (BSCS) de ciencia de la escuela media por Meichtry (1992), incluyó a 1004 estudiantes como miembros del grupo experimental, del 6º, 7º y 8º grados, de una misma escuela suburbana, localizada cerca de una gran área metropolitana del distrito de Midwest. Cada uno de los 11 maestros del área de ciencias de la escuela experimental participó en el estudio. La población estudiantil de una de las dos escuelas que pertenecen al distrito, consistente en 603 estudiantes, participó del grupo control. El curriculum BSCS ha sido usado en el distrito por 10 años.

En el estudio de investigación-acción desarrollado por Solomon *et al.* (1992), se operó en cinco salones de clase localizados en tres escuelas situadas en diferentes lugares geográficos de Gran Bretaña. En cada una de estos grupos un investigador trabajó con cada uno de los maestros a lo largo de su base regular (a la manera de la investigación-acción). Se aplicó un cuestionario para 400 alumnos de 11 a 14 años de edad.

La investigación de Nott y Wellinton (1998) estuvo basada en 330 maestros y futuros maestros los cuales han trabajado con la estrategia metodológica de los incidentes críticos, sacando las visiones de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia.

Las muestras que se tomaron en los estudios que sirvieron de base a la investigación sobre el conocimiento profesional y epistemología de los profesores Porlán, García y Del Pozo (1998) fueron las siguientes: para el estudio 1, 7 futuros profesores de EGB; para el estudio 2, 107 futuros profesores de EGB; para el estudio 3, 24 futuros profesores de EGB; para el estudio 5, participaron seis grupos de futuros profesores de EGB.

3. 3. CATEGORÍAS EMPLEADAS EN LAS INVESTIGACIONES

Existen diferentes formas de agrupar las posiciones epistemológicas de los profesores, de acuerdo con el marco teórico que guía a cada investigador. Para los fines de este estudio, es necesario aclarar que se han dividido dos grandes grupos de investigaciones: las que hacen explícita la posición de los investigadores para el análisis de la información y las que no lo hacen; dentro de este segundo grupo, en algunos casos se han inferido las categorizaciones empleadas en los estudios. En este punto interesa el análisis comparativo de las investigaciones en el campo, con respecto a las categorías que sirvieron de base a los estudios revisados, a fin de detectar qué es lo que falta por

estudiar, es decir, las ausencias categoriales o construcciones teóricas aún no realizadas en estas investigaciones. Así, las categorías epistemológicas que se construyeron en el primer capítulo de esta tesis sirven de referente desde la filosofía de la ciencia. En las investigaciones que se analizan, se ven ya articuladas con categorías del campo psicológico, pues se observa cómo en estos estudios han tratado precisamente de reconocer la forma en que se da la transferencia de las representaciones mentales de corte epistemológico de los maestros al campo del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Es importante destacar que en los diferentes estudios revisados se formulan varias categorías del ámbito puramente epistemológico, o también relativas al proceso de enseñanza- aprendizaje, o bien se manejan combinadas entre sí, razón por la cual no es fácil agruparlas en grandes bloques sino en función de la forma en que los investigadores presentan sus estudios.

3.3.1. Estudios con categorías epistemológicas

Los estudios sobre las concepciones epistemológicas de los maestros enfatizan las concepciones de la filosofía tradicional de la ciencia, así como de la nueva filosofía. La información sobre el marco epistemológico que manejan los autores ha sido trabajada con el esquema de análisis de los enfoques epistemológicos que sirven de referencia a esta investigación (ver cuadro N° 1, desplegado p. 49), con excepción del punto relativo a *otras concepciones*, que da margen a la ampliación de los puntos de vista que rebasan el espectro que comprende dichos enfoques. Cabe aclarar que no todos los autores aportan los enfoques epistemológicos explícitos, así como no en todos los casos los autores aportan categorías específicas de análisis, la variación entre uno y otro autor es muy amplia. No obstante, comparativamente, dichas categorías empleadas no son equiparables, en cuanto a la cantidad, al conjunto de las que se han definido para este estudio.

Autores tales como Koulaidis y Ogborn (1989) presentan enfoques como: inductivismo, hipotético-deductivo, contextualismo (versión racionalista), contextualismo (versión relativista) y relativismo, las categorías que manejan son: enfoques concernientes a la naturaleza del método científico, criterio de demarcación de la ciencia-no ciencia, la naturaleza del cambio en el conocimiento científico y el estado del conocimiento científico, en donde Pomeroy (1993) ubica la visión tradicional de la ciencia y la visión no tradicional de la ciencia. Rowell (1982) considera aquí los enfoques del empirismo-inductivo, popperianismo, relativismo kuhniano; incluye además las categorías de la anti-ciencia, autonomía de los científicos y autonomía de la ciencia. Abdullatef (1999) presenta dos visiones de la ciencia: tradicional y relativista, de aquí surgen estas categorías sobre la naturaleza de la ciencia: leyes científicas, teorías y modelos científicos, papel del científico, conocimiento científico, método científico. Chin-Chung-Tsai (1998), por su parte, trabaja los enfoques del empirismo y el constructivismo, con estas categorías: visiones epistemológicas científicas, creencias acerca del aprendizaje y del aprendizaje de las ciencias. Kathleen (2000) maneja categorías tales como:

conocimiento distante de la naturaleza de la ciencia, conocimiento próximo de la naturaleza de la ciencia, conocimiento epistemológico y conocimiento metacognitivo. Carey (1989) a su vez ha considerado las siguientes categorías: naturaleza y propósito de las ciencias y las ideas científicas, naturaleza de las hipótesis y propósito de un experimento y guiando ideas y preguntas. Meyling (1997) utiliza las siguientes categorías: leyes de la naturaleza, teorías, modelos, caminos al descubrimiento científico: observación, hipótesis, experimentación, teorías, leyes de la naturaleza.

Ammrich (1997) estudió basado en experiencias que observan categorías como son: la controversia cooperativa, los puntos de vista discrepantes, nuevas concepciones y la reflexión activa; en el aprendizaje de la ciencia, en los enfoques psicológicos del conductismo, cognoscitivismo y constructivismo. Las categorías de observación, predicción e hipótesis en adolescentes son trabajadas por Cortez y Niaz (1999), las cuales les sirvieron a ellos de referentes para estudiar el conocimiento relativo a la ciencia.

La investigación cualitativa sobre las creencias de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia y sus relaciones con la práctica en el salón de clase de Brickhouse (1990) aporta los elementos de fundamentación teórica, en las categorías de: la naturaleza de las teorías científicas, procesos científicos y progreso científico. En otro estudio, también cualitativo de Brickhouse (1997), ésta aborda el modelo del proceso científico: la ciencia del maestro, las narrativas en el aula (convicciones y contradicciones: institucionales, de control personal, burocrático y técnico).

Las categorías que aparecen en los constructos personales de Shapiro (1995) son: la naturaleza de los pasos y los procedimientos de investigación en ciencia, qué es la ciencia, utilidad de las investigaciones independientes como un abordaje del aprendizaje en el salón de ciencia elemental.

Las categorías para el análisis de las teorías ideales de Galileo y Piaget fueron construidas por Niaz (1999) y son muy generales: la idealización, ciencia de la educación y teorías epistemológicas de la ciencia.

Las categorías utilizadas en el estudio de Mackay (1971) son muy características de la naturaleza de la ciencia: conocimiento de la empresa científica, conocimiento acerca de los científicos y conocimiento acerca del método y los objetivos de la ciencia.

En la obtención de las variables en el aula, Lederman y Druger (1985) seleccionaron como categorías: el abordaje de la instrucción general del maestro; características del contenido-específico de los maestros, características/actitudes no instruccionales del maestro; características de los estudiantes y atmósfera del aula. En la detección del origen de las creencias sobre el conocimiento científico y su cambio, Lederman y O'Malley (1990) incluyeron variables dicotómicas tales como: concluyente/provisional, realismo/instrumentalismo, inducción/invencción, subjetivismo/objetivismo. En otro de sus estudios, Lederman *et al.* (2000) consideran como categorías el conocimiento

científico, la observación, método científico, teorías científicas y leyes, para detectar las visiones de la naturaleza de la ciencia a través de un cuestionario.

Sobre la racionalidad de la teoría trascendental, Genev (1990) eligió como opción a la racionalidad de la teoría estándar (filosofía de la ciencia ortodoxa) y la racionalidad de la teoría no-estándar (filosofía de la nueva ciencia); se plantean como categorías: filosofía, enseñanza de la ciencia y modelo didáctico.

La evaluación del desarrollo y validación de las teorías científicas de Cotham y Smith (1981) utilizó las siguientes categorías: Implicaciones ontológicas de las teorías; evaluación de las teorías, generación de teorías y elección de teorías.

Para evaluar la compatibilidad la prospectiva de los maestros de ciencias de secundaria que eran preparados en la Universidad de Georgia, Russell y Stauss (1968) emplearon como categorías el concepto de la naturaleza de la ciencia y la compatibilidad con la filosofía relativa a la naturaleza de la ciencia.

En el estudio de caso de Benson (1989), las categorías empleadas son: marcos o esquemas epistemológicos (implican las concepciones de conocimiento y de disciplina) y currículum (implica los condicionantes situacionales). La escala de actitudes afines ciencia-enseñanza de Akindehin (1988) utilizó las siguientes categorías: actitudes de búsqueda científica, búsqueda científica y estrategias de enseñanza, gusto por las lecciones de ciencia, tiempo libre e interés en la ciencia.

En el caso del estudio de Andersen y Samuel (1986), las categorías que se utilizaron como referente para la indagación fueron la naturaleza de la ciencia y las perspectivas de los maestros antes del servicio sobre la ciencia.

En el estudio de Griffiths y Barry (1993), las categorías fueron: visión general de la ciencia, naturaleza de los hechos científicos, la naturaleza de las teorías científicas, la naturaleza de las leyes científicas.

Las categorías que fueron detectadas por Duschl y Wright (1989) fueron: la toma de decisión humana y el desarrollo de modelos cognitivos de la realidad; moderna filosofía de la ciencia; filosofía de la ciencia y ciencia de la educación.

En la definición operacional de variables relativas al lenguaje de los maestros aquí, Zleider y Lederman (1989) dividieron las categorías en dos bloques: realista e instrumentalista. En ambas categorías las variables del lenguaje fueron: evaluable, desarrollable, arbitraria construcción de modelos, antropomórfica, creativa, objetiva.

Las categorías que se definen como referentes en la investigación de Songer y Linn (1991) son: en la línea de integración-intervención y fuera de la línea de integración-intervención.

Las categorías que incluye Meichtry (1992, 1999) son: creatividad, desarrollo, evaluable y unificado. Estas variables se evaluaron en el pretest y en el postest.

Por su parte, en el estudio de investigación-acción realizado por Solomon *et al.* (1992), se extraen las siguientes categorías: enseñanza acerca de la naturaleza de la ciencia a través de la historia: experimentos científicos, predicción, teoría científica y cambio científico.

Las categorías que se manejaron en el estudio de Rampal (1992) son dos: las imágenes de ciencia y de los científicos. Parte hacia la caracterización de los científicos: calificación educacional mínima para un científico, cualidad predominante de un científico, la naturaleza de una mente abierta del científico, temperamento científico de los científicos, imparcialidad de los científicos en su trabajo, la mirada estereotipada de un científico, postura religiosa de los científicos, postura de los científicos hacia la postura ingenua de los científicos y la opinión de los científicos acerca de la astrología.

Las categorías que se utilizaron en la investigación de Aguirre, Haggerty y Linder (1990) fueron tres: 1. Concepciones de la naturaleza de ciencia (natural, inductivista-experimental, falsacionista-experimental), 2. Tecnológica, tres fases del proceso en las concepciones de enseñanza (el maestro como una guía segura de la transferencia/ enseñanza del conocimiento y la actividad del maestro como influencia de un cambio del entendimiento), y 3. Concepciones de aprendizaje (aprendizaje es una adquisición de conocimiento, aprendizaje es un intento de dar sentido en términos del entendimiento existente, aprendizaje es una respuesta afectiva).

En el estudio de Glasson y Bentley (1999), se consideraron las siguientes categorías: métodos de búsqueda: empirismo, experimentalismo y respeto por el pensamiento lógico y racional; 2. Conexiones sociopolíticas; 3. Conexiones tecnológicas; 4. Conexiones históricas; 5. Valores subyacentes y posturas.

Las categorías encontradas en los autores revisados en el estudio de Kouladis y Ogborn (1995) son: inductivismo, deductivismo, contextualismo relativismo, no explicitó.

Las categorías que sirvieron como base teórica referente a los estudios sobre el conocimiento profesional y epistemología de los profesores de Porlán, García y Del Pozo (1995) fueron: imagen de ciencia, modelo didáctico personal, teoría subjetiva del aprendizaje, enfoque curricular (contenidos, metodología y evaluación), epistemología escolar.

Para la interpretación de las concepciones de la ciencia en los maestros de preservicio de elemental Bloom (1989) definió las siguientes categorías: aspectos de ciencia (métodos, conceptos y teorías de la ciencia), propósitos de la ciencia (entender el mundo, mejorar la calidad de vida, formar el pensamiento, por el conocimiento, enseñanza y aprendizaje, establecimiento de una identidad humana), concepción de teoría (creencias, posturas, opiniones, conjeturas o suposiciones).

En el estudio de Larkin y Wellinton (1994), las categorías principales son: sacando los constructos, escalando los constructos, uso de un repertorio en red.

Las categorías que se emplearon en el estudio de Loving (1991-1997) son: perfil de la teoría científica: realismo, racionalismo, naturalismo y anti-realismo. Se organizaron en ejes de cuadrantes de las X para su evaluación. Posteriormente trabaja con dos categorías antitéticas como son el positivismo y el postpositivismo o postmodernismo, en donde cita a T. Kuhn (1962).

El estudio de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) contiene algunas categorías básicas como son: cambio conceptual, filosofía de la ciencia, aprendizaje, asimilación, acomodación y la ecología conceptual: condiciones de la acomodación y factores para el reemplazo y selección de nuevos conceptos.

El estudio de Seattle (1990) hace una crítica desde la filosofía de la ciencia a la que él denomina materialismo de soporte inductivo, y lo divide en seis doctrinas y extrae dos categorías de aprendizaje: modelo espectador del descubrimiento científico y modelo activo de aprendizaje. Una crítica similar se encuentra en el estudio de Larochelle y Désautels (1991), donde a partir de los postulados del realismo ingenuo o empirista y el constructivista, ubican tres categorías de análisis: ¿qué es el conocimiento científico?, ¿qué criterios son relevantes en su producción? y ¿qué es la observación científica?

3.3.2. Estudios con categorías de aprendizaje

En este apartado se han considerado las investigaciones que ubican, además de los enfoques epistemológicos, los enfoques de aprendizaje. Se buscó detectar la relación entre ambos enfoques y la influencia de la concepción epistemológica en la concepción de aprendizaje, así como las categorías que de estas concepciones se derivaron y su relación con la enseñanza.

Por otra parte, existen diversas investigaciones en las cuales la relación entre las visiones de tipo epistemológico es más directa, más determinante en su articulación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y el currículum de la ciencia en la escuela. Una de las investigaciones analizada articula el plano teórico con el nivel experimental en el aula, en un curso de física para maestros en donde Flores *et al.* (2000) construyen dos dimensiones de categorías: concepciones epistemológicas y concepciones de aprendizaje, cada dimensión dividida en dos aspectos: el aspecto conceptual y el aspecto experimental. Así, en las concepciones epistemológicas, el aspecto conceptual comprende: la relación conocimiento-realidad, los procesos de investigación científica y el desarrollo de teorías científicas; en el aspecto experimental, se ubican las categorías de relación conocimiento-observación, conocimiento-realidad y conocimiento-conocimientos físicos; en la categoría de concepciones de aprendizaje, el aspecto conceptual comprende: papel del conocimiento previo, aprendizaje de procesos y nivel de relación explicación-aprendizaje; el aspecto experimental, a su vez, contiene las categorías de: experimentación de actividades-conceptos físicos;

experimentación de actividades—método científico en el salón, experimentación de actividades-aprendizaje.

Para detectar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y su influencia en la enseñanza del maestro, Lederman y Zleider (1987) utilizaron las siguientes categorías: abordaje instruccional general de los maestros, características de los contenidos específicos de los maestros, características no instruccionales del maestro, características del estudiante y atmósfera del salón de clase.

En el caso de Flores *et al.* (2000), para conocer las posibilidades y dificultades de transformación de los conceptos de ciencia y aprendizaje de los profesores de física, organizan las categorías epistemológicas y de aprendizaje en dos niveles: nivel conceptual y experimental. Concepción epistemológica a nivel conceptual: naturaleza y estructura de las teorías científicas, desarrollo de la ciencia y carácter de las representaciones en la física, y a nivel experimental: aspectos experimentales en la construcción de los conceptos físicos y utilización de la metodología experimental. Concepciones de aprendizaje a nivel conceptual: principios y naturaleza de las concepciones de aprendizaje; a nivel experimental: aprendizaje de nociones físicas y rol de las representaciones de los alumnos basadas en aspectos fenomenológicos de la física. Segura y Molina (1991) utilizan categorías como son: as concepciones de ciencia (como resultado o como proceso), actividad racional-actividad empírica; enseñanza de las ciencias (con énfasis en las actitudes), experiencia del alumno. En la misma perspectiva, Pérez Gil (1994) desarrolla su planteamiento en torno a las categorías: relación entre conocimiento escolar y conocimiento científico; enseñanza de ciencias; modelos didácticos de enseñanza. Un estudio con referente empírico es el de Carrascosa *et al.* (1991), quien usa categorías como las de: conocimientos necesarios del profesor; carencias en torno a los conocimientos; actitudes y comportamientos; diferencias entre diversas prácticas docentes. En Gallager (1991), las categorías inferidas son: la naturaleza del conocimiento científico, la concepción de método científico como estrategia para la adquisición del conocimiento, la enseñanza tradicional de la ciencia y el currículum.

Ovens (1993) distingue categorías tales como: Profesor-investigador, observación, proceso de evaluación profesional del maestro, aumento de confianza en sí mismo y autocrítica, modificación de creencias, conocimientos, acción, percepción, valores, conciencia, cambio de paradigma profesional.

Sobre la naturaleza de la ciencia y la enseñanza, Matthews (1990-1997-1998) plantea puntos básicos como son las posturas epistemológicas: ortodoxa y relativista (sociológica), los objetivos de la enseñanza de la ciencia y de la educación, así como las estrategias metodológicas y de la historia de la ciencia para la enseñanza de la ciencia y el currículo, con tendencia hacia el constructivismo. En el estudio de los efectos de un curso de métodos de ciencia en la visión filosófica de los especialistas en educación elemental de Burufaldi, Bethel y Lamb (1977), las categorías son: curso de métodos de ciencia, visión filosófica de ciencia, educador de ciencia, científicos, historia de la ciencia.

En los tests que se han usado para medir el conocimiento de los estudiantes sobre la naturaleza de ciencia, Aikehead (1973) emplea básicamente categorías tales como: conocimiento acerca de la ciencia y los científicos e instrumentos de medida del conocimiento científico.

En el seguimiento de la ciencia del maestro, de Brickhouse y Bodner (1992), las categorías que se infieren son: seguimiento de la ciencia del maestro, narrativas de convicciones y contradicciones (contradicciones en el salón, contradicción institucional, control personal, control burocrático, control técnico), enseñanza de la ciencia.

La aplicación de la estrategia de los *incidentes críticos* en relación con el conocimiento de la naturaleza de la ciencia, en donde Nott y Wellinton (1998) explicitan categorías clave como son: los incidentes críticos y conocimiento de la naturaleza de la ciencia.

En el estudio relativo al cambio conceptual en el salón de clase desde la perspectiva filosófica, Nussbaum (1989) trabajó con la noción de cambio conceptual, marcos filosóficos de la ciencia alternativos y constructivismo.

Por su parte, los estudios de Hodson (1985-1992) contienen varias categorías de trabajo, tales como: imagen de la ciencia, tendencias epistemológicas de la filosofía de la ciencia, currículum de la ciencia en la escuela, método científico, el papel del trabajo práctico (experimentación) y su propuesta de las tres fases de la práctica científica: fase creativa, fase experimental y fase de grabación y reporte como elementos básicos en la estructuración de cursos de filosofía para la integración conceptual y metodológica de las ciencias para estructurar cursos de ciencias con elementos de teoría educativa, destinados a maestros.

Las categorías que se encuentran en los estudios de Pessoa y Castro (1992), Pessoa e Infantosi (1999), Pessoa y Lima (1998), sobre el enfoque histórico como herramienta para la enseñanza de física en secundaria son: historia de la ciencia, enseñanza de la física, conceptos de calor y temperatura. Las categorías que se aparecen implícitas en el estudio sobre la formación de profesores en los enfoques de ciencia, tecnología y sociedad, son: enfoque de la ciencia, tecnología y sociedad; cursos de formación. En el estudio que trata sobre hablar, escribir o diseñar la construcción de conceptos científicos, las categorías principales son: resolución de problemas, conservación de energía, construcción de conocimiento físico.

El estudio que trabaja con las representaciones mentales sobre creación del mundo y origen del hombre de Quiroz y Martínez (1992), se manejó como fundamentación de la teoría constructivista, y las categorías que presentan son: las representaciones mentales, la creación del mundo y el origen del hombre.

Estudios que trabajan con el análisis del discurso de los alumnos en el aula y la fundamentación de este tipo de abordaje son los de Castorina (1998) y Candela (1993), en los que se emplean aspectos conceptuales y de referencia teórica ligados con la perspectiva semiótica para hacer un análisis crítico del discurso escolar y las clases de

enseñanza de la ciencia. Las categorías que se pueden inferir de tal escrito son: la perspectiva semiótica, procesos cognoscitivos, constructivismo social, enseñanza de la ciencia, y el análisis del discurso.

En el estudio de Palmquist y Finley (1997), que trabaja con una serie de categorías muy acordes con el estudio de la naturaleza de la ciencia, las categorías empleadas son: conocimiento científico, método científico, teoría científica, leyes científicas y papel del científico y cambio conceptual.

Resumiendo los puntos de vista de los diferentes estudios, se puede concluir con dos grandes grupos de investigaciones. Por una parte, está un grupo de estudios que han trabajado con mayor énfasis, si bien de manera parcial en cada caso, con los diferentes elementos que pueden constituir lo que se maneja como el concepto de la naturaleza de la ciencia que se devela como el núcleo en torno al cual giran las categorías de la mayoría de los estudios, el cual contiene aspectos teóricos tales como: visión sobre la ciencia, propósitos de la ciencia, naturaleza de la experimentación, naturaleza de las hipótesis, conocimiento científico, la importancia del método científico, papel del científico, naturaleza de las leyes científicas, teorías y modelos científicos, predicción, progreso y procesos científicos, entre otros rasgos característicos.

Por otra parte, aparece un conjunto de investigaciones en cuyo trabajo se advierte la articulación de la concepción de la naturaleza de la ciencia con el campo educativo, en particular con aspectos tales como la enseñanza, el aprendizaje, los modelos didácticos, el currículum y el cambio de paradigma profesional del maestro. En este grupo destacan una cantidad de trabajos que ponen énfasis en estudiar en forma particular y con mayor profundidad las visiones filosóficas y epistemológicas de los maestros y de los estudiantes, puesto que la enseñanza y el aprendizaje presuponen que existe una determinada concepción sobre el conocimiento científico, se considera de esta forma, y así lo evidencian la mayoría de los casos analizados, que existe una visión sobre la naturaleza de la ciencia.

3.3.3. Objetivos de la naturaleza de la ciencia

El conocimiento de la naturaleza de la ciencia aparece como uno de los elementos teóricos de mayor relevancia para este estudio, pero ¿qué se entiende por la naturaleza de la ciencia? Al respecto se ha revisado la propuesta de definición de Driver *et al.* (1994), en la cual afirman que:

el conocimiento científico es simbólico en su naturaleza y socialmente negociado, de esta manera la ciencia no se ocupa de los fenómenos de la naturaleza sino de los constructos propuestos por la comunidad científica. Así, la ciencia no se ocupa⁸⁶ de entidades externas al discurso, limitándose al mundo simbólico socialmente construido.

86. La referencia a este autor se toma de Castorina, José Antonio, en *Aprendizaje de la ciencia: constructivismo social y eliminación de los procesos cognoscitivos*, p. 30.

A partir de esta primera aproximación, se retoma a varios autores que explicitan un poco más en qué consiste la naturaleza de la ciencia, atendiendo en este caso a sus objetivos y la evaluación de los mismos. Kimball (1967-68), McComas, Almasroa y Clough (1998) comentan que la frase entendimiento de la naturaleza de la ciencia no ha sido claramente establecida; algunos elementos y características de la ciencia se toman como metas que vale la pena proponerse. Así, ellos parten de un consenso de diversos documentos internacionales sobre la visión de la naturaleza de la ciencia, de los cuales extraen los siguientes objetivos:

1. El conocimiento científico durante algún tiempo tiene un carácter tentativo.
2. El conocimiento científico se reconfigura lentamente, pero no enteramente, en observación, evidencia experimental, argumentos racionales, y escepticismo.
3. No hay una única forma de hacer ciencia (por eso, no es universal el método científico paso por paso).
4. La ciencia es un intento de explicar los fenómenos naturales.
5. Las leyes y teorías sirven para diferentes papeles en la ciencia, por eso los estudiosos deberían notar que las teorías y las leyes no llegan a ser una evidencia adicional.
6. La gente de todas las culturas contribuye a la ciencia.
7. El nuevo conocimiento debe ser reportado clara y abiertamente.
8. Los científicos requieren guardar un registro exacto, para la revisión y replicabilidad.
9. La observación está cargada de teoría.
10. Los científicos son creativos.
11. La historia de la ciencia revela un carácter revolucionario y evolucionario.
12. La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
13. La ciencia y la tecnología se impactan una a la otra.
14. Las ideas científicas son afectadas por su medio ambiente histórico y social.

Categorías sobre la naturaleza de la ciencia

En este punto se presenta el análisis de las diferentes concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que se observan en los estudios revisados.

Los elementos que sirven de referencia a una visión procesual y de conjunto sobre la naturaleza de la ciencia aparecen en el cuadro N° 3, (p. 92) y son señalados por los

El énfasis que se observa está marcado precisamente por los autores de las investigaciones quienes incursionan en alguna o en otra de las categorías señalando con ello su necesidad e interés de conocer la naturaleza de la ciencia, en clarificar en qué consiste el conocimiento científico y tratando de acceder a su abordaje desde los marcos epistemológicos que lo orientan y le sirven de sustentación.

Este tipo de conocimiento es el que se observa que configura la visión o concepción de ciencia de los investigadores, y es el que da origen a las representaciones epistemológicas cuyo sustento se encuentra finalmente en la filosofía de la ciencia.

3.3.5. Categorías sobre la naturaleza de la ciencia y la educación

El análisis de las categorías que constituyen los dos grandes campos de estudio de esta investigación, esto es, la relación entre las visiones de la naturaleza de la ciencia y la educación, se presentan en el cuadro N° 4, p. 126, en donde se puede ver la preferencia que cada uno de los autores analizados tiene en relación a estas categorías del conocimiento científico y su articulación con alguna de las categorías del ámbito educativo, tomando como referencia el hecho de que los estudios examinados aportaron esta evidencia. Esta articulación tomó en cuenta dos grandes campos. Así, el campo N° 1 corresponde específicamente al punto sobre la naturaleza de la ciencia, en donde como puede observarse inciden varias de las investigaciones analizadas. Por otra parte, se observa que en el punto N° 2, se presentan las categorías correspondientes a la naturaleza de la educación y puede verse la relación entre ambos campos.

Campo N° 1:

1. Naturaleza de la ciencia:
 - 1.1. Concepción de ciencia.
 - 1.2. Filosofía de la ciencia.
 - 1.3. Visión epistemológica.

Campo N° 2:

2. Naturaleza de la educación.
 - 2.1. Enseñanza de la ciencia.
 - 2.2. Aprendizaje de la ciencia.
 - 2.3. Modelos didácticos.
 - 2.4. Currículum.
 - 2.5. Cambio de paradigma profesional del maestro.

CUADRO N° 4: CATEGORÍAS SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA EDUCACIÓN									
N°	AUTOR	NATURALEZA DE LA CIENCIA				NATURALEZA DE LA EDUCACIÓN			
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
1	Abell y Eichinger (1998)								
2	Bybee, Powell y Ellis (1991)								
3	Porlan et al. (1998)								
4	Burbules (1991)								
5	Pomeroy (1993)								
6	Lucas y Roth (1996-1997)								
7	Mellado (1997-1998)								
8	Lederman y Zleider (1987)								
9	Gallager (1991)								
10	Ginev. (1990)								
11	Carey y Stauss (1968)								
12	Pérez Gil (1992)								
13	Segura y Molina (1991)								
14	Posner et al. (1982)								
15	Benson (1989)								
16	Duschi (1985), Duschi y Wright (1989)								
17	Flores <i>et al.</i> (2000)								
18	Ovens (1993)								
19	Matthews (1990-1997-1998)								
20	Meichtry (1993)								
21	Burufaldi <i>et al.</i> (1997)								
22	Brickhouse (1989)								
23	Pessoa (1992-1999)								
24	Nott y Wellinton (1998)								
25	Nussbaum (1989)								
26	Hodson (1985-1992)								
27	Quiroz y Martínez (1992)								
28	Shapiro (1996)								
29	Novak (1997)								

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

3.3.6. Criterios para la caracterización de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje

La caracterización de los profesores dentro de uno u otro enfoque epistemológico o de aprendizaje es un procedimiento de gran importancia para ubicar las tendencias en la forma de pensar de los profesores, de manera racional y no arbitraria. En estos estudios analizados, no todos los investigadores explicitan sus criterios para la clasificación de

los profesores, futuros profesores o estudiantes, por lo que aquí sólo se consignan algunos de los casos que sí lo explicitaron.

En el estudio de Aguirre J. A., Haggerty S. M., Linder C. J. (1990), las respuestas a las concepciones de la naturaleza de la ciencia se registraron mediante un cuestionario de 8 preguntas y fueron leídas varias veces e interpretadas para ubicarlas de acuerdo con las categorías definidas: propósitos, metodología de la investigación, crecimiento y desarrollo de la ciencia desde una perspectiva histórica. El mismo procedimiento se utilizó para caracterizar las concepciones de enseñanza y aprendizaje de los futuros maestros.

Otro estudio es de Rowell y Cawthron (1982), en el cual describen las imágenes de ciencia de alumnos y maestros buscando acuerdos o desacuerdos entre los entrevistados con las afirmaciones del cuestionario. El significado y la derivación estándar de las respuestas fueron determinados separadamente para cada una de las 45 afirmaciones y los resultados categorizados en tres grupos: un fuerte acuerdo o desacuerdo, sólo acuerdo o desacuerdo, o ningún acuerdo o desacuerdo con la afirmación. En la segunda fase del análisis se usa una técnica de análisis factorial (S.P.S), para examinar los patrones de respuesta de las tres posiciones filosóficas.

La caracterización de las concepciones de ciencia y educación que hace Pomeroy (1993) es a partir de las respuestas obtenidas, en donde ubica tres agrupamientos o puntos de vista: el tradicional para la ciencia; el tradicional sobre la educación de la ciencia y el no tradicional de la ciencia. No se mencionan los criterios para delimitar cada ámbito, pero para reportar sus resultados se apoya en cálculos estadísticos.

Para observar los efectos de los diferentes modelos cognitivos de ciencia en la selección y secuencia de las tareas de instrucción, la caracterización individual y grupal que hacen Duschl y Wright (1989) se hizo apoyada en observaciones (etnográficas) descriptivas, enfocadas y selectivas, con base en tres niveles: de dominio, taxonómico y componencial. Para detectar la visión de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia se utilizó la administración de la Escala de la Naturaleza de la Ciencia (Escala Kimbal, 1967) y Anderson y Samuel (1986), así como la entrevista estructurada con los maestros de ciencia respecto al rol que juegan las teorías en la ciencia y la enseñanza. Nott y Wellinton (1996) ubican la posición de los maestros en el continuo de cuatro puntos de los enfoques (epistemológicos) señalados, utilizando la premisa de que las visiones de los maestros de la ciencia está muy determinada por sus propios conocimientos pedagógicos y de enseñanza, como por su currículum académico o sus experiencias de la ciencia real, y para ello manejan los llamados incidentes críticos (evidencia de las reacciones de los maestros en el aula) como medio para obtener la información en lugar de cuestionarios.

En el caso de Solomon, Scott y Duveen (1996), la caracterización se hizo tomando en cuenta las respuestas a un cuestionario de seis preguntas y cada una tenía tres opciones

de respuesta para ser elegidas por los estudiantes y poder hacer su clasificación en relación con las categorías elegidas en este estudio.

Los criterios de asignación de las respuestas a las tres preguntas formuladas por Palmquist y Finley (1997) en su investigación empírica, fue comparando los puntos de vista de los maestros en servicio sobre la naturaleza de la ciencia, antes de que ellos tomaran dos cursos de métodos y lo asociaran con su práctica docente, enseguida se registró cómo cambiaban los puntos de vista de los maestros en servicio, después de tomar los dos cursos de métodos de ciencia y asociarlos a su práctica docente; luego se pudo registrar qué aspectos de la naturaleza de la ciencia fueron incorporados a las actividades en el salón de clase por los maestros. Cada una de las preguntas fue hecha comparando las respuestas de los maestros en formación contra cinco aspectos de la naturaleza de la ciencia: 1. Conocimiento científico, 2. Teoría científica, 3. Método científico, 4. Leyes científicas y 5. El papel del científico. Un sexto aspecto se refería a otras cuestiones emergentes. De éstas categorías se derivaron los instrumentos para el acopio de la información.

El estudio de Abell y Smith (1994) utiliza, como criterio de clasificación de las respuestas de 140 estudiantes a la pregunta ¿qué significa para usted el término ciencia?, la ubicación en cuatro grupos comparando las respectivas categorías del investigador con las respuestas que coincidían mucho y se negociaba cada categoría con la ubicación de cada respuesta en la escala. Las respuestas podían tener cabida en una única categoría y combinarse en dos, de las siguientes: descubrimiento, conocimiento, procesos, explicación, educación y otros.

En el trabajo de Lederman y O'Malley (1990), la categorización de las respuestas de los estudiantes fue conducida por ambos investigadores, quienes acordaron la organización de todas las respuestas del cuestionario ubicándolas en una escala de tres puntos: *absoluto*, *tentativo* y *sin respuesta*. También se realizaron entrevistas, las cuales fueron grabadas. Las grabaciones de video fueron aplicadas a una muestra de 20 estudiantes. Subsecuentemente, las transcripciones de estas entrevistas fueron comparadas cualitativamente con las respuestas de los cuestionarios. En el estudio de Lederman y Zleider (1987), caracterizaron las respuestas al test NSKS en un pretest inicial y al final en un postest, para medir las respuestas. El instrumento contenía 48 preguntas y una escala Likert de cinco opciones, se le adicionaron al NSKS 6 subescalas con 8 ítems cada subescala, las respuestas podían recibir uno de cinco puntos en cada ítem del NSKS, consecuentemente el puntaje podía variar de un mínimo de 48 puntos a un máximo de 240 puntos, mientras que los puntajes de la subescala podían variar de un mínimo de 8 puntos a un máximo de 40 puntos. Además se hicieron tres observaciones en el salón de clase, lo que arrojó datos particulares de cada maestro para determinar su caracterización.

En el trabajo sobre los constructos personales de Shapiro (1996), la asignación de las respuestas de los sujetos se hizo a lo largo de un continuo de dos polos opuestos,

creando mis propias ideas contra *siguiendo justamente las indicaciones*, de los cuales un plan completo de los constructos es complementado por cada elemento.

3.4. IMPLICACIONES DE LAS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Las implicaciones de las investigaciones analizadas en relación con la enseñanza de la ciencia son múltiples según lo señala Matthews (1997) y recaen en ámbitos como el currículum, la metodología de la enseñanza, en visiones filosóficas, reflexivas y valorales para distinguir, por ejemplo, la diferencia entre educación y adoctrinamiento. Las investigaciones revisadas muestran que las concepciones epistemológicas o las creencias de los maestros, se reflejan en aspectos como los procedimientos para obtener el conocimiento científico identificado como el método científico, el currículum, los libros de texto, que inciden en las formas de concebir la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y, consiguientemente en los procesos de formación de los maestros, observándose manifestaciones en el cambio entre las perspectivas de la enseñanza tradicional y enfoques alternativos como el constructivismo y la incidencia en la transformación de las concepciones básicas de ciencia y aprendizaje del profesor en el aula.

3.4.1. En el currículum

El currículum constituye uno de los elementos centrales sobre los que se reflejan una serie de implicaciones señaladas por diversos autores, así el método científico como procedimiento para la obtención del conocimiento es abordado desde diferentes visiones donde Kouladis y Ogborn (1989), indican la necesidad de substituir la visión tradicional de los maestros sobre el método por el de concepciones alternativas sobre la naturaleza de la ciencia, en coincidencia con Carey (1989) y cómo aprender ciencia Cleminson (1990). La necesidad de un cambio en relación entre el currículum y los libros de texto Pomeroy (1993), con una fuerte influencia tradicionalista, pasa este problema por la evaluación del currículo nacional y la reestructuración de los textos escolares en Rampal (1992), los libros de texto moldean las creencias epistemológicas de los maestros y las estrategias de instrucción en el aula Ching-Chung-Tsai (1998). Sobre los contenidos y los programas de estudio. Al respecto, Segura y Molina (1991) plantean un profundo replanteamiento, que hace aparecer también la necesidad de incluir temas cruciales sobre la naturaleza y propósitos de la ciencia afirma Brickhause (1990), así como incluir mayor tiempo y esfuerzo en la elaboración de materiales de enseñanza según los resultados de Mackay (1971). La visión de los maestros del conocimiento es básica en la formación del currículo en el salón y la influencia situacional, por lo que se requiere el paso de una base epistemológica débil a una fuerte señala Benson (1989). También Se requiere la planeación e implementación de la instrucción del currículo según Duschl y Wright (1989), igualmente se analiza la relación entre ciencia y ciencia de la educación Hodson (1992) a través de tres modelos: modelos para la planeación, para la adaptación y para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y plantea una urgente necesidad de considerar la base epistemológica del currículo de ciencias a la luz de las visiones actuales de la filosofía y la sociología de la ciencia y sobre todo en los programas de

formación del profesorado. Lederman (1995), destaca la importancia del pensamiento científico en la instrucción. En dos estudios realizados por Meichtry, (1993-1999), realiza una caracterización de la naturaleza de la ciencia y las variables que intervienen en la inadecuada visión de la misma en los estudiantes, tales como los materiales de instrucción, el currículo y la necesidad de técnicas más adecuadas para el entendimiento de la naturaleza de la ciencia. Posteriormente investiga la importancia de las ideas previas y el aprendizaje con base en la experiencia y con una orientación hacia el cambio conceptual con un enfoque de tipo constructivista dadas las implicaciones que tiene el estudio de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico para el currículum. Los resultados del estudio sobre las posiciones filosóficas de los maestros de ciencia en donde Kouladis y Ogborn (1995) plantean cuestiones tales como: 1. Los maestros tienden a considerar las entidades teóricas como verdaderas y 2. Hay una correlación entre las visiones curriculares y ontológicas de los maestros. La interrelación del conocimiento de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en relación con el currículo Bybee *et. al.* (1991), Bentley y Garrison (1991) destacan la necesidad que los maestros conozcan la naturaleza de la ciencia y otras visiones alternativas, como una prioridad en su preparación y que sus programas pueden incluir marcos de referencia conceptual (sobre historia o filosofía de la ciencia y la tecnología) en sus esfuerzos por mejorar la calidad de la futura ciencia y el estudio social de los maestros, a partir de la literatura científica. A partir de cuatro tesis centrales del enfoque post-positivista, surgen algunos principios generales de la empresa científica que se sugieren para ser implementados en el salón de clases Burbules (1991), tales como: Un sentido del científico como un activo buscador y organizador de información; Una perspectiva flexible y reflexiva de la información científica; Una propensión hacia el automonitoreo y autorregulación del crecimiento de los logros científicos; Un repertorio de problemas a resolver y de métodos científicos y las habilidades para cambiar de uno a otro en focalizar la cuestión o el problema encontrado y un sentido de comunidad con otros involucrados en la empresa científica.

3.4.2. En la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia

Con maestros

Existe coherencia entre las preconcepciones de los maestros y su conducta en el salón de clase de ciencia según el estudio de Mellado (1998), de igual manera Lederman y Druguer (1985), indican que la conducta del maestro es una variable importante en el salón de clase en alusión a carencia de una relación significativa entre las concepciones de ciencia de éstos y sus cambios de puntos de vista. Consecuentemente, deberían establecerse retos a las concepciones de ciencia de los maestros y otro temas controversiales, a través de estrategias de Controversia Cooperativa sugiere Ammrich (1997). También señalando la incongruencia entre lo que los maestros deben saber y lo que realmente saben hacer, resulta de un estudio evaluativo con estudiantes hecho por Carrascosa (1993). Es por ello que Russell y Stauss (1968) inciden en la preparación de maestros en la prospectiva del curso de métodos para el conocimiento de la naturaleza de la ciencia. También reconocer que la enseñanza metadisciplinaria es

más una actitud que un sistema didáctico dice Genev, (1990). Una distinción importante señalan Cortez y Niaz (1999) al referirse a la relación entre el conocimiento de dominio específico (contexto en ciencias está basado en la observación, predicción e hipótesis) y las estrategias de conocimiento de dominio general (razonamiento hipotético-deductivo), por lo que el maestro debe estar informado de la controversia de la complejidad de los temas que encierra la enseñanza de las ciencias. Para la articulación de la enseñanza entre los estudiantes y el maestro, éste debería preguntar a los estudiantes qué entienden ellos sobre hechos, teoría, leyes examinando previamente su propio conocimiento de la naturaleza de la ciencia, sugieren Griffiths y Barry (1993).

En cuanto a la expectativa de la ciencia hacia procesos cognitivos y la orientación epistémica de la misma Flores (1994) marca un cambio conceptual en la comprensión de los conceptos científicos. Es conveniente diseñar cursos de entrenamiento para maestros según Flores *et al.* (2000) considerando los aspectos disciplinarios, epistemológicos y cognitivos en forma integrada, no separados cada uno. Es esperanzador ver el cambio progresivo entre las concepciones de los maestros acerca de la ciencia y el aprendizaje en el salón de clase. En este sentido, estudios antecedentes como el de Novak (1987), enfatiza la necesidad de articular la relación de enfoques constructivistas y el aprendizaje significativo en la incidencia en un cambio estructural en el aprendizaje de los conceptos científicos, que apunten hacia la *emoción de una nueva síntesis en la psicología, la epistemología y la educación*. Lo único que necesitamos es *cambiar la forma de pensar* sobre cómo la enseñanza y el aprendizaje pueden utilizar lo que sabemos. Por otra parte, aunque el estudio de Lucas y Roth (1996), logra caracterizar los puntos de vista de los alumnos, hasta el punto de trazar un perfil de cada uno sobre los repertorios en relación con los campos epistemológico, ontológico y social, los cambios que se consiguen en el aprendizaje no todos son en la dirección deseada, lo que sugiere que el cambio en la clase en sí mismo no cambia las condiciones de aprendizaje en todos los alumnos. También Lederman y Zleider (1987) en relación con las dos tesis que se han asumido de que, por una parte, hay una relación positiva significativa entre las concepciones de los maestros y cambios en las concepciones de sus alumnos y, por otra, de que las conductas del maestro en el salón de clase están influenciadas por sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, concluyen que un alto grado de puntaje y la posesión de actitudes apropiadas o creencias sobre la naturaleza de la ciencia no garantizan éxito en la enseñanza. El maestro puede ser capaz de comunicar explícitamente o implícitamente qué sabe él o ella. Consecuentemente, parece que una más balanceado tratamiento de la historia y la filosofía de la ciencia y específicamente el objetivo de la enseñanza de conductas y habilidades es necesario en la educación de los maestros en servicio y antes del servicio si queremos promover con más éxito concepciones adecuadas entre nuestros estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia.

Loving (1997) coincide con la idea de Lederman (1992), que los maestros tiene una variedad de visiones acerca de la ciencia, mientras más complejas, entonces menos deliberadas. Pero estas visiones no son necesariamente trasladadas en igual complejidad y variedad a las estrategias de instrucción. El acortamiento de los años

escolares, la logística y las dificultades desvían la atención para conocer cómo trasladar aspectos de la naturaleza de la ciencia a una instrucción significativa, éstas son las razones indicadas por las investigaciones realizadas por Lederman. Lo que queda claro en este trabajo es que los maestros necesitan explícitamente revelar la ilustración y visiones balanceadas de la naturaleza de la ciencia y ayudar a trasladar esto a la práctica de la instrucción.

Con estudiantes

Se hace necesario un cambio de los modelos probabilísticos a los modelos falibilísticos y afirma Meyling (1997), la verdad es relativa, hay solamente pensamientos que son más correctos que otros, pero no hay nada que sea absolutamente correcto. *Cuando tú piensas que tú conoces la verdad, tú fuerzas a otros a pensar y a vivir de cierta forma. Esta es una afirmación que no puede ser justificada ni por uno, ni por una teoría.* En este sentido Cotham y Smith (1981), se refieren al conocimiento de la ciencia como pregunta, a la ciencia como búsqueda y a la necesidad de la conversación reflexiva para el desarrollo de conceptos según Pope y Scotte (1983) y no sólo de hechos, dadas las implicaciones del estudio de las visiones de los estudiantes en la integración del conocimiento, al respecto Songer y Linn, 1991), subrayan la importancia de focalizar específicamente en la integración del conocimiento en los estudiantes para entender el fenómeno científico. Se hace entonces necesario abrir innovaciones en la metodología y las actitudes de los maestros que enseñan ciencia y en la reestructuración de los libros de texto, esto con el fin de inducir el conocimiento del científico en los niños y promover más vocaciones científicas. Con una visión basada en el contextualismo-relativista Kathleen (2000), propone la estrategia de los modelos de procesamiento de la información constructivista que podrían aportar una visión generativa de cómo los varios entendimientos de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia podrían afectar su aprendizaje de la ciencia. En este sentido Songer y Linn (1991), destacan las implicaciones del estudio de las visiones de los estudiantes en la integración del conocimiento para entender el fenómeno científico. Uno de los enfoques para la enseñanza de la ciencia es el histórico, en cual es señalado por varios de los estudios revisados. Al respecto Solomon, Duveen y Scott (1992), destaca como unánime la visión de los maestros que sus pupilos habían aprendido mejor algunos conceptos estudiando continuamente ellos en la controvertida situación en la cual surgieron éstos (historia de la ciencia). Por su parte Elkana (2000) señala que es en la continuidad de la historia de la ciencia que los estudiantes pueden llegar a tener conciencia de la apertura natural de la ciencia y, más importante aun de la apertura natural de los métodos por los cuales uno puede hacer ciencia, de tal manera que McComas, Almasroa and Clough (1998) señalan que, como resultado del estudio realizado sobre la naturaleza de la ciencia en la ciencia de la educación, están de acuerdo con el consenso pragmático existente acerca de la dinámica de la naturaleza de la ciencia en la historia y las formas en que la naturaleza de la ciencia ha informado y podría guiar la enseñanza de la ciencia. Conocer las etapas del desarrollo de una idea o de un concepto desmitifica la ciencia en cuanto asunto prohibido a los no iniciados, y acerca el discurso científico al discurso que el alumno comprende. Tal vez sea esa la más importante contribución

que el enfoque histórico puede propiciarnos, a nosotros, profesores y a nuestros alumnos: el saber científico, aunque sofisticado, es producto de la actividad humana, ha afirmado Pessoa y Castro (1992). Esta visión se confirma en el trabajo sobre el cambio conceptual: perspectivas filosóficas de Nussbaum (1989) el autor, refiriéndose a Kitcher (1980) toma la pregunta que este último formula *¿...pueden los psicólogos del desarrollo obtener la comprensión del problema de los avances lingüísticos con niños jóvenes para estudiar los cambios que han ocurrido en la historia de la ciencia? y ¿pueden los historiadores y filósofos de la ciencia aprender de los resultados y análisis experimentales de los psicólogos de los niños?*. Él expuso su creencia de que la respuesta a ambas preguntas es afirmativa y él confió en la simétrica contribución entre los dos campos, en el trabajo sobre la ciencia de la enseñanza y la naturaleza de la ciencia concluye Robinson (1998), que los estudiantes son comprometidos en las actividades del conocimiento científico con su propia visión del mundo, ya que los *procesos de la ciencia*, como lo es la observación científica, son complejos e imposibles sin un conocimiento científico previo.

Las implicaciones educativas que se producen como consecuencia del estudio sobre la acomodación de una concepción científica: hacia una teoría del cambio conceptual, Posner *et al.* (1982) toman como centro un concepto de Tulmin (1997), referido a la ecología conceptual articulado con otro concepto básico de Piaget, referido a la acomodación. La acomodación se logra, afirman los autores, cuando se modifican los elementos (conceptuales) del nicho ecológico, de manera que los conceptos que substituyen a los previos, cobran significado y se organizan en el nicho, de manera que forman parte de él. El proceso de acomodación no es un proceso lineal, pero no es necesariamente un cambio abrupto, ya que como afirman Posner y *et. al.*, *La acomodación es, sobre todo para el inexperto, más bien un ajuste gradual de sus propias concepciones, de manera que cada nuevo ajuste sienta las bases de ajustes posteriores, un proceso cuyo resultado es una reorganización substancial de los propios conceptos centrales*, lo cual implica la transformación de todo el sistema cognoscitivo de los sujetos a nivel de sus compromisos básicos y no sólo la substitución o cambio de un concepto específico. Por lo tanto, esta propuesta tiene implicaciones en relación con los objetivos curriculares, los contenidos, la estrategias didácticas y el papel del profesor.

En el estudio de Lederman y O'Malley (1990), se enfatiza que debe ser tomado con más cuidado la evaluación de la percepción de la ciencia por los estudiantes. El lenguaje es a menudo usado de manera diferente entre los estudiantes y los investigadores y es disparejo y esto al menos conduce a ciertas malas interpretaciones en las percepciones de los estudiantes.

3.4.3. En los programas de formación permanente

Según Gallager (1991) los cursos que reciben los profesores fortalecen solamente el propio cuerpo de conocimientos de la ciencia en el que el profesor es sólo el *presentador* del contenido factual de la ciencia. Por ello es necesario generar en los maestros el proceso de transformación conceptual acerca de la ciencia y el aprendizaje, este proceso

es lento señalan Flores, *et al.* (2000), por lo que parece indispensable seguir estudiando el fenómeno a partir de propuestas que permitan la integración de aspectos disciplinarios y pedagógicos y que detecten el impacto de tales propuestas en la práctica docente, así como la necesidad de constituir teorías que expliquen y mejoren el aprendizaje de la ciencia. Una alternativa para lograr el cambio en los maestros de ciencias es compartida por Burufaldi, Bethel y Lamb (1977), Aguirre, Haggerty y Linder (1990), Andersen y Samuel (1986), y consiste en los cursos de métodos de ciencia, como un vehículo por el cual efectivamente cambiar la actitud de los maestros antes del servicio en la tentativa del conocimiento científico de la naturaleza. Correlativamente Zleider y Lederman (1989), sugieren que los programas de formación de los maestros antes del servicio no sólo deberían enfatizar las conductas de los maestros, pero también nutrir un entendimiento de la naturaleza de la ciencia y las precisiones del lenguaje de los maestros usado para llevar el tema de su materia. En cuanto al seguimiento de la ciencia de los maestros de Brickhouse y Bodner (1992) el conflicto cognitivo del caso McGee, es ubicado en los programas de preparación del maestro. Esta dicotomía podía haber sido resuelta durante su programa de entrenamiento para maestro, si alguien podía haberle ayudado a él a entender cómo los estudiantes construyen el conocimiento y cómo esta construcción es compatible con la naturaleza de la búsqueda científica. Sobre la evolución del conocimiento profesional y epistemológico de los maestros Porlán, García y Del Pozo (1998), indican que el conocimiento profesional deseable es un conocimiento interesado, puesto que contiene determinadas actitudes y valores encaminadas a la transformación del contexto escolar y profesional. Una implicación determinante de esta investigación en relación con el profesor que enseña ciencia, es que la construcción del conocimiento profesional se verá facilitado en la medida en que el formador disponga de una hipótesis sobre la posible progresión del conocimiento que de hecho manifiestan los profesores hacia un conocimiento deseable para mejorar realmente la enseñanza y el aprendizaje, aquí Gaskell (1992), afirma que el trabajo con los maestros antes del servicio y en servicio para desarrollar su conocimiento actual de las visiones de la historia, filosofía y sociología de la ciencia es una importante pero no suficiente para hacer la ciencia en la escuela más auténtica.

En este capítulo se ha hecho una revisión de artículos de investigación, con el propósito de rescatar los aportes más significativos del campo de conocimiento en el que se ubica el objeto de conocimiento. Como puede observarse, cabe la consideración sobre la complejidad del campo de la enseñanza de la ciencia, ya que para su análisis es en extremo amplio, especializado y aporta una gran riqueza referencial a esta investigación. A continuación, en el capítulo cuatro, se habrá de plantear el diseño metodológico que se siguió este estudio.

CAPÍTULO 4 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El que no sabe es como el que no ve. Saber es abrir una ventana para ver el mundo (Anónimo).

En este capítulo se presentan los elementos básicos del proceso metodológico que se siguió en el desarrollo de esta investigación para el acopio de la información empírica. Este estudio articula las categorías teóricas con su referente empírico y favorece el acercamiento para la descripción del objeto de conocimiento. La estrategia metodológica para este acercamiento fue prioritariamente de tipo cualitativo, pues se consideró como una de las formas más adecuadas para la observación y búsqueda de los significados de las representaciones sobre la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje en los profesores de la MECN.

La descripción del objeto de conocimiento se dividió en dos niveles: individual y grupal. De esta manera, en el nivel individual, la caracterización de cada profesor tuvo como base una observación cualitativa emanada de la entrevista grabada que dio información suficiente para trabajar con el conjunto de categorías construidas expofeso (capítulos 1 y 2)

A nivel grupal, la caracterización en una determinada postura epistemológica o de aprendizaje, se recurrió a la cuantificación de las frecuencias y porcentajes de las respuestas de los profesores, distinguiendo claramente que la cuantificación o medición es un problema de la observación y que desde la perspectiva estructural, el dato numérico es siempre construido, como lo señala Bachelard (1971) *lo que llamamos 'hecho' ya es un modelo teórico de interpretación*. Así el hecho de que un profesor sea clasificado en la categoría 1,1, *La observación*, en el recuadro del enfoque empirista, significa que él reúne o se acerca a las propiedades que definen las cualidades que tiene esta representación desde el referente teórico de tal categoría.

La estrategia para la obtención y análisis de la información se realizó en dos etapas, y un proceso intermedio de intervención. El procedimiento utilizado para la recolección de la información fue el siguiente: en la primera etapa, se aplicó la entrevista al inicio del semestre con cada uno de los participantes, además se realizó una entrevista sobre el proyecto de investigación que los profesores venían desarrollando y, de entrada al curso, se recabaron los documentos del proyecto de investigación de cada profesor. En la etapa 2 se recogieron los documentos del proyecto de investigación al final del curso, para contrastar el nivel de reestructuraciones que éstos presentaban y que fueron alcanzados durante el proceso de intervención; también al término del curso de un semestre de duración, se aplicó el cuestionario final igualmente para valorar los cambios conceptuales operados en las concepciones de los profesores. Una vez captada, procesada y organizada la información en cuadros y gráficas, se realizó el proceso de análisis y de interpretación.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROFESORES PARTICIPANTES

CUADRO N° 5 CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y GRUPALES DE LOS PROFESORES QUE TOMARON PARTE EN LA INVESTIGACIÓN					
N°	FORM. PROFESIONAL	MATERIA QUE IMPARTE	EXPERIENCIA DOCENTE	NIVEL EDUCATIVO	GRADO QUE ATIENDE
1	Médico	Int. a la Fis. y Quím.	5 años	Secundaria	1°
2	Q. F. B.	Química	5 años	Bachillerato	2°
3	Lic. en C. N.	Física II	25 años	Secundaria	3°
4	Lic. en C. N.	Jefe de Enseñanza	11 años	Secundaria	Jefe de Enza
5	Ing. Industrial	Física	17 años	Bachillerato	3°
6	Lic. en C. N.	Física II	20 años	Secundaria	3°
7	Ing. Agrónomo	Int. a la Fis. y Quím.	7 años	Secundaria	1°
8	Lic. en C. N.	Educ. Tecnológica I	18 años	Normal	III semestre
9	Ing. Industrial	Int. a la Fis. y Quím.	5 años	Secundaria	1°
10	Lic. en C. N.	Física I	17 años	Secundaria	2°
11	Lic. M.V.Z.	Zootecnia Acuicola	35 años	Licenciatura	5ª Fase
12	Ing. admón. Agrop.	Recursos Ecológicos	20 años	Secundaria	3°
13	Biólogo	Ecología	5 años	Secundaria	3°
14	Biólogo	Biología	5 años	Secundaria	2°
15	Odontólogo	Int. a la Fis. y Quím.	10 años	Secundaria	1°

CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO:			
MATERIAS:	NIVEL:	GRADOS:	PERFIL PROFESIONAL
1,7,9,15 = 4 (I.F.Q.)	Secundaria = 11	Secundaria 1° = 3	Lic. en C.N. = 5
2 = 1 (Q)	Bachillerato = 2	Bachillerato 2° = 3	Biólogo = 3
3,5,6,10 = 4 (F)	Licenciatura = 2	Bachillerato 3° = 4	Médico = 3
12,13,14 = 3 (B)		Licenciatura 2° = 1	Ingeniero = 4
4,8,11 = 3 (OTRAS)		Licenciatura 3° = 1	
		Licenciatura 2° = 2	

Este estudio se realizó con 15 profesores y se incluyó en él sólo a los que cubrieron los requisitos del protocolo de la investigación. En cuanto al perfil de los participantes, una tercera parte de ellos tenían formación de docentes, mientras que las dos terceras partes restantes de este grupo, venían ejerciendo la docencia en su campo disciplinario, sin tener una formación específica para la enseñanza. Los profesores normalistas tenían la formación de Licenciados en Ciencias Naturales como especialidad, la cual integra las disciplinas de física, química y biología, lo que los habilita para trabajar como maestros de estas asignaturas en el nivel de secundaria. Recurrieron a estudiar esta Maestría con la intención de actualizar sus conocimientos en los campos de la docencia y la disciplina científica que enseñan.

De esta manera, quienes ya tenían formación docente en el área recurrieron a estudiar esta Maestría en busca de actualizar sus conocimientos en el campo de la disciplina y complementariamente en la enseñanza, mientras que el resto buscaba resolver una necesidad de aprender a enseñar de mejor manera los contenidos de las materias científicas en las que ellos se desempeñan como docentes.

El resto del grupo, de origen universitario o tecnológico, estuvo integrado por 4 ingenieros, 3 biólogos (incluido entre ellos un farmacobiólogo) y 3 médicos de diferentes especialidades. Ellos buscaban en general resolver su necesidad de enseñar de mejor manera los contenidos de las materias científicas en las que se desempeñaban como docentes.

La antigüedad que se tomó como equivalente a la experiencia profesional en el ejercicio de la materia que enseñaban fue en promedio de 12.4 años. Las materias que tenían a su cargo eran: Introducción a la física y a la química (en secundaria), biología (en secundaria), física (en secundaria), y la optativa de ecología (en secundaria), dos casos de nivel bachillerato manejaron química y física y dos casos más de nivel licenciatura trabajaron con materias diversas, tales como: zootecnia acuícola y tecnología educativa y sólo un caso trabajó con docentes como Jefe de Enseñanza en el nivel de secundaria. Todos los participantes eran del V semestre (último) de la Maestría.

4.2. EL CURRÍCULUM DE LA MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

CUADRO N°6. DISEÑO CURRICULAR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS NATURALES						
EJE	SEMESTRE	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
TEÓRICO		(1)Ciencia, Historia y Sociedad	(6)Temas selectos de ciencias	(11)Física I,Química I y Biología I	(15)Física II, Química II y Biología II	(19)Seminario-Taller de elaboración de la investigación (aspecto científico)
POLÍTICO EDUCATIVO		(2)Educación I	(7)Educación II	(12)Corrientes Pedagógicas	(16)Práctica Educativa	(20)Seminario-Taller de la elaboración de la investigación (aspecto psicopedagógico)
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA		(3)Metodología de la Investigación	(8)Investigación educativa	(13)El diseño de investigación	(17)Seminario-Taller de elaboración de la investigación	(21)Seminario-Taller de elaboración de la investigación (aspecto Metodológico)
INSTRUMENTAL Y OPERATIVO		(4)Matemática General	(9)Probabilidad y Estadística	(14)Diseño experimental I	(18)Diseño experimental II	(22)Seminario-Taller de elaboración de la investigación (aspecto experimental)
		(5)Computación I	(10)Computación II			
El enclave específico de esta investigación, en relación con el currículum fue el V semestre de esta Maestría, el cual correspondió a los seminarios 19, 20, 21 y 22. El Seminario-Taller No 20, nominado "Elaboración de la Investigación (aspecto psicopedagógico)" fue el que sirvió de referencia concreta para este estudio, y en el cual se llevó a cabo el desarrollo del proceso metodológico para la obtención de la información empírica durante el semestre comprendido de septiembre de 2001 a febrero de 2002.						

Esta Maestría ha sido concebida para atender la formación de los profesores de física, química y biología que se encuentran en ejercicio profesional como docentes.

El currículo de la MECN, está diseñado para cursarse en cinco semestres y fue organizado en cuatro ejes: Teórico, Político Educativo, de Investigación, Instrumental y Operativo. En total, la estructura curricular consta de 22 seminarios, los cuales se cursan en 992 horas presenciales y 992 horas extraclase. Se otorgan 124 créditos académicos al término del programa. En el cuadro No 6, se presenta el mapa curricular de esta Maestría.

4.3. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACION

ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO		
ETAPA 1	INTERETAPA	ETAPA 2
4.4.1. Entrevista sobre epistemología 4.4.2. Entrevista sobre el proyecto 4.4.3. Documento del proyecto inicial	Proceso de intervención grupal	4.4.4. Cuestionario 4.4.5. Documento del proyecto final.

4.3.1. Los instrumentos para recabar la información

En este apartado se describen los instrumentos utilizados en este estudio y las opciones elegidas para la captura de datos y que se basó en una serie de recursos técnicos de observación como fueron: la entrevista a profundidad, el cuestionario estructurado de respuesta abierta, una entrevista sobre el proyecto de investigación y los documentos del proyecto de investigación de los profesores tanto al inicio como al final del curso que se siguió durante el quinto semestre.

Se utilizó el modelo de la entrevista (a profundidad) por ser un instrumento de investigación flexible y dinámica. Al respecto Taylor y Bogdan (1984, p. 101) se refieren a este método de investigación en los siguientes términos *Por entrevistas cualitativas en profundidad entendemos reiterados encuentros cara a cara entre el entrevistador y los informantes, encuentros éstos dirigidos hacia la comprensión de las perspectivas que tiene los informantes respecto de sus vidas, experiencias o situaciones, tal como las expresan con sus propias palabras.* Existen variantes en los tipos de entrevistas a profundidad, sin embargo atendiendo a los intereses de esta investigación, se diseñó un modelo de entrevista con la cual se intentó una mayor aproximación a las estructuras de pensamiento de los profesores, de observar e inferir los elementos conceptuales de sus visiones sobre el conocimiento científico, el aprendizaje y la enseñanza. Puesto que los profesores ven el mundo a través de sus propias experiencias y que éste es precisamente el contenido de lo que ellos hablan cuando se les entrevista. Estas representaciones no son accesibles de otro modo que no sea observando, con un sentido crítico que cuestione la congruencia de las descripciones de los acontecimientos y de los conceptos que configuran dichos acontecimientos y saberes del profesor. Es por esto que fue necesario ubicar con la mayor precisión posible el sentido de lo que los profesores decían para poder reubicar sistemáticamente el contenido de la

información y su utilidad. El hecho es que los profesores dicen muchas cosas en su expresión verbal y hacen cosas diferentes en distintas situaciones, tratando de justificar lo que no comprenden adecuadamente, o simplemente eso es lo que ellos creen u opinan porque así les parece que son las cosas. La limitación aquí del uso de la entrevista, consiste en no poder observar a los profesores directamente en su práctica docente y no conocer directamente el contexto del maestro para reconocer muchas de sus experiencias expresadas a través de la entrevista. No obstante las limitaciones, la información obtenida por la entrevista (para el fin de elaborar la caracterización) y cruzada con la información de los proyectos de investigación de cada profesor (para observar la evolución de los conceptos de ciencia, enseñanza y aprendizaje) aportó un mayor nivel de cercanía a sus concepciones y a su forma de pensar sobre la ciencia.

A continuación se describen las características que presentan cada uno de los instrumentos que sirvieron para la captura de la información, las razones de su uso y la utilidad que reportan en relación con este estudio.

La entrevista sobre concepciones epistemológicas, de enseñanza y aprendizaje

El diseño de la entrevista consistió en una guía configurada por tres apartados y los datos generales del profesor: el primero de estos apartados fue dedicado a concepción sobre la naturaleza de la ciencia, el segundo a la concepción de enseñanza, y el tercero a la concepción de aprendizaje. En cuanto a los datos generales se consideró necesario identificar la materia que enseñaba, en qué nivel educativo, el grado que atiende, la institución donde trabaja, los años de experiencia como docente y su formación profesional. La estructura específica de la guía de entrevista se configuró con 6 preguntas sobre la naturaleza de la ciencia, en relación con la enseñanza fueron 3 preguntas y sobre el aprendizaje se formularon cuatro preguntas, siendo en total 13 preguntas (ver Apéndice, p. 199).

En la elaboración de las primeras 6 preguntas, en particular, sobre la naturaleza de la ciencia, se consultó a autores como Aguirre, Sharon y Linder (1991), Pomeroy (1993), Abell y Smith (1994), Kouladis y Ogborn (1995), Palmquist y Finley (1997), quienes manejan preguntas claves en sus instrumentos para detectar las visiones de los maestros y estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia, la revisión de los planteamientos formulados por estos autores sirvieron de orientación y fueron adaptados a las necesidades de la guía de entrevista. Las tres cuestiones relativas a la enseñanza se propusieron tratando de que el profesor respondiera desde su experiencia, se buscaba detectar desde su propia práctica su concepción de la enseñanza, así como el proceso de enseñanza seguido con su grupo e identificar otras visiones alternativas que él tuviera sobre la enseñanza. El aprendizaje, al que se refirieron las últimas cuatro preguntas, también se basaron en la experiencia vivencial del profesor, aunque se rescata el aspecto conceptual del aprendizaje, la reflexión giró en torno a conocer si el profesor tiene o no claro lo que se supone que ocurre en la mente del alumno en el acto de aprender, la garantía de la obtención de aprendizajes y si ha pensado o no que el punto de partida del aprendizaje es el propio alumno, según lo sostiene el enfoque constructivista.

Antes de la aplicación de la guía de entrevista, ésta se probó para observar su adecuación y funcionalidad en relación con los objetivos planteados. Se aplicó dicha prueba en tres ocasiones a elementos integrantes del propio grupo. De los resultados se hicieron algunas modificaciones eliminando aquellos aspectos que no eran suficientemente entendibles y que requerían mayor claridad. Una vez que se hubo afinado la guía de la entrevista, se dio inicio con la programación de las entrevistas, previo acuerdo y aceptación de los participantes. Cada entrevista grabada se transcribió posteriormente su contenido para el análisis individual lo que arrojó la caracterización de las concepciones epistemológicas, de enseñanza y aprendizaje.

La entrevista sobre el proyecto de investigación

La guía de entrevista constó de 12 preguntas (ver Apéndice, p. 200) relacionadas con: el tema, el problema de investigación, la hipótesis, los objetivos, el diseño metodológico e instrumental, los sujetos de la investigación, los referentes teóricos y las categorías de análisis. Adicionalmente y en forma estratégica, esta guía contenía tres cuestionamientos fundamentales para esta investigación: la pregunta No 9, cuestionaba sobre la concepción de ciencia, la pregunta 10 estaba dirigida a la concepción de aprendizaje y la pregunta 11 indagaba sobre la concepción de enseñanza: La idea aquí fue la de observar de qué manera el profesor articulaba en el desarrollo de su proyecto de investigación la concepción que ya previamente había expresado en la entrevista inicial. Toda vez que en este estudio de lo que se trataba era de ver los cambios conceptuales operados en el proyecto a lo largo del semestre, cabe enfatizar que el proyecto de investigación del estudiante constituía un referente importante para poder ver si en el mismo se reflejaban estas concepciones.

Con la aplicación de la entrevista sobre el proyecto de investigación del profesor, se trataba de tener una radiografía de las condiciones en que se encontraba este elemento básico, por lo que se tenía que constatar qué tanto dominio tenían los profesores de los mismos y que tan estructuradas estaban sus ideas, la claridad o dificultad que su proyecto les representaba. Importaba sobre todo conocer el nivel de desarrollo real que habían logrado consolidar del proyecto, para a partir de ahí dar inicio al nuevo desarrollo. Las preguntas 9, 10 y 11 versaron sobre el concepto de ciencia, enseñanza y aprendizaje y su relación o articulación con la idea del proyecto de investigación del profesor.

Los documentos sobre el proyecto de investigación de los profesores

Los proyectos de investigación de los estudiantes de la Maestría, tal como se entienden en esta investigación son los datos significativos de información empírica de carácter documental, sobre los que se incidió para su reconstrucción y adecuación, toda vez que éstos son recursos instrumentales para el logro del conocimiento científico sobre las problemáticas detectadas por los estudiantes en el contexto de su práctica docente y del aprendizaje de las ciencias implicadas en las materias que ellos estaban enseñando. Con estos proyectos los profesores buscaban describir y explicar dichas

problemáticas y adquirir conocimientos de qué es y cómo se desarrolla un proyecto de investigación en el campo educativo de manera formal.

La información de estos proyectos se obtuvo al inicio y al final del semestre. Al inicio se recabaron 15 documentos de los proyectos de los estudiantes, en las condiciones que se encontraban después de cuatro semestres de estar siendo trabajados y con un determinado nivel de avance. Al término del semestre, se recabaron igual cantidad de documentos en donde los proyectos contenían ahora las modificaciones y cambios que sufrieron a lo largo del semestre, como consecuencia del proceso de intervención.

Documento inicial del proyecto de investigación

El proyecto de investigación de los profesores constituyó la alternativa de intervención durante el curso de la MECN, en virtud de que el currículo prescribe la necesidad del alumno de elaborar un proyecto que sirva para la obtención el grado académico y que se constituye en un elemento básico del proceso de formación académica del estudiante. Este proyecto, cabe decir, se había venido estructurando desde el primer semestre de la Maestría. Por lo tanto, era de esperar que, en el quinto semestre tuviese avances substanciales. La realidad era diferente, ya que en ese momento del proceso, el diagnóstico de los proyectos indicó que éstos presentaban serias inconsistencias y requerían de reformulaciones substanciales en sus elementos básicos para darles una mayor coherencia y viabilidad.

El proceso que se siguió para trabajar con estos proyectos fue el siguiente: previamente a la intervención, se obtuvo la información de la entrevista inicial lo que hizo posible reconocer la estructura explícita y contenidos del protocolo del proyecto de cada estudiante. Enseguida se recolectó el documento del proyecto concreto que ellos tenían en el inicio del quinto semestre y se pudo cotejar la estructura de cada proyecto con el documento concreto. Luego inició el proceso con la primera sesión de socialización y avances de los proyectos y el planteamiento de observaciones a los 15 proyectos. Enseguida, de acuerdo con la programación del semestre, inició el trabajo en forma individual y se trabajó con cada estudiante en el replanteamiento, ajustes, reordenación y búsqueda de sentido del planteamiento del proyecto, incidiendo en la clarificación de problema de investigación, redefinición del tema, y de las hipótesis, la redefinición de los objetivos, reconsiderar o profundizar los aspectos de fundamentación teórica y, atender un problema muy recurrente, la falta de claridad en cuanto a la definición de las categorías de análisis que se derivan de la teoría, también fue necesario insistir en la adecuada elección del enfoque metodológico e instrumental y fortalecer la búsqueda de la bibliografía de apoyo. Fue favorable el hecho de haber recolectado la información de la entrevista inicial sobre los proyectos de todos los profesores de la Maestría y tener la información por escrito de los mismos, pues esto posibilitó un intercambio directo con todos los profesores y la intervención también directa sobre sus proyectos.

El cuestionario

Este instrumento se concibió como un recurso útil para registrar las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje al final del proceso de intervención semestral. Fue un instrumento estructurado (ver Apéndice, p. 201), de respuesta abierta, constituido por 13 preguntas y sirvió también para cotejar el cambio conceptual que se pudo lograr en algunas categorías en las concepciones epistemológicas y de aprendizaje. Lo que se perseguía al final era tener evidencia de si había sido posible producir tales cambios, así como el sentido que éstos cambios podían tener.

El cuestionario estructurado de respuesta abierta que se aplicó al final del curso del quinto semestre, se concibió como un instrumento para hacer un seguimiento a las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje identificados al inicio del curso y ver si estas concepciones se mantenían o sufrían cambios conceptuales. De esta manera el cuestionario permitiría constatar, al recabar los resultados del proceso de intervención, si es que se habían dado o no los cambios en las concepciones de los profesores.

El documento del proyecto final de investigación

Con base en el trabajo efectuado al inicio del semestre sobre los proyectos de investigación y de la intervención durante el curso, para incidir en la reestructuración de los mismos, se pudo observar si los profesores habían o no efectuado cambios en la estructura de los elementos básicos de sus proyectos, pero además, lo más importante era ver si las elecciones sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje, registradas en la entrevista sobre los proyectos al inicio del curso, habían sufrido algún cambio, ya que de esta manera se podrían establecer las comparaciones con los resultados finales.

4.3.2. Interetapa: proceso de intervención grupal

El proceso de intervención grupal se dio a partir de dos elementos estratégicos: el proyecto de investigación del profesor y un curso de Seminario-taller. A través de estos dos elementos se pretendía incidir en el desarrollo del proceso de formación de los profesores participantes en esta investigación y uno de los resultados consistió en analizar el sentido de los cambios conceptuales que se presentaron al final. Ambas estrategias se aplicaron simultáneamente durante el semestre y fueron conducidas mediante el desempeño de un doble papel del realizador de esta investigación: como investigador y como asesor del grupo.

La intervención sobre el proyecto

La intervención que se llevó a cabo en este estudio se efectuó sobre el proyecto de investigación del profesor, en este caso el proyecto fue la mediación para observar si las representaciones de los profesores cambiaban o no posterior a la intervención. Como se sabe, un proyecto es una unidad estructural de tipo conceptual que se construye en torno a un objeto de conocimiento, con el fin de anticipar, prever y producir

nuevos conocimientos. Todo proyecto de investigación implica de entrada una cierta visión paradigmática y consecuentemente epistemológica, ya sea esta implícita o explícita, en donde se sustenta el origen y la forma de pensar el proyecto mismo. Para los propósitos de este estudio, en primer lugar se consideró la estructura del proyecto de los profesores y en esta estructura se tomaron únicamente elementos básicos como es el planteamiento de los temas, las problemáticas, las hipótesis y los objetivos de los proyectos y que tienen una implicación determinante en la lógica general de la investigación, y por lo tanto son punto clave en la reconstrucción estructural de la misma. También se trató de ubicar cuál era la concepción de ciencia, aprendizaje y enseñanza que ellos consideraban que estaba explícita o implícita dentro de sus proyectos y que les servía como orientación, si es que la tenían presente, en la elaboración y/o reelaboración del proyecto.

Una vez detectados los elementos centrales del proyecto en lo individual, se cuestionó en forma crítica cada uno de sus elementos en cuanto a los planteamientos centrales y la comprensión de lo que se tenía formulado, se buscó identificar las carencias y aspectos pendientes de elaborar, tratando de que éste fuera adquiriendo una mejor estructura lógica y lograr mayor congruencia y definición del objeto de conocimiento, orientando los puntos esenciales que aún no estaban suficientemente clarificados, como lo fue la orientación teórica y la construcción de categorías de análisis, así como la definición del enfoque metodológico de la investigación y el proceso instrumental para la obtención de los datos, que no tenían en la mayoría de los proyectos. Se trató en suma de que los proyectos lograsen una mayor coherencia y estuvieran mejor estructurados, con mayor entendimiento y significado para los profesores y en consecuencia que los pudieran desarrollar con una mayor viabilidad para el logro de los objetivos planteados.

La intervención a través del Seminario-taller Elaboración de la investigación (aspecto científico)

El Seminario-taller consistió en un curso con una duración de 5 sesiones de nueve horas cada una, con un total 45 horas al semestre. El tiempo del curso se dividió en dos partes: La primera parte se destinó a los proyectos de investigación, siendo dos sesiones grupales una al inicio y otra al final del semestre, para el diagnóstico y la socialización de los proyectos de investigación, con el fin de ver sus avances y la valoración de los logros alcanzados. Otras 18 horas se dedicaron a al, trabajo de asesoría individual sobre los proyectos. El tiempo restante se dedicó a la segunda parte del curso del Seminario-taller, el cual se desarrolló con base en una propuesta que abordaba nuevos enfoques en la enseñanza de la ciencia y cuyo objetivo consistió en *Plantear un acercamiento a los nuevos enfoques epistemológicos y de aprendizaje en la enseñanza de la ciencia, que propicien un acercamiento actualizado de cómo abordar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales*. Este contenido se cubrió, su vez, en tres sesiones de 3 horas dedicadas a las temáticas del curso, equivalente a 9 horas.

4.3.3. Criterio para la caracterización de las concepciones de los profesores

El criterio de asignación empleado para ubicar a los profesores en una determinada concepción, siguió un patrón de identificación de las palabras clave que denotaban alguna identidad con las definiciones contenidas en las categorías de análisis, en donde se buscó principalmente el grado de significatividad de las palabras clave en cada respuesta, las ideas centrales que caracterizaban al conocimiento científico, al aprendizaje y a la enseñanza. Pero además la información de cada respuesta con sus ideas clave se fue cruzando con las ideas clave de las subsiguientes respuestas para ver la consistencia en su uso o con los sinónimos empleados, buscando encontrar en cada caso, el reforzamiento que estas respuestas tenían con la información precedente, de manera que una idea ayudaba a elucidar a la siguiente y se podía, de esta manera, obtener un tejido conceptual de palabras más significativas de cada bloque de preguntas y sus respuestas atendiendo a la guía de la entrevista. El criterio seguido para la asignación de los profesores a una o a otra visión epistemológica o de aprendizaje, consistió en articular las definiciones teóricas de las categorías con los referentes empíricos de la información recabada. Una vez identificadas las ideas clave, el procedimiento consistió en ubicar al profesor en relación con cada categoría, lo que permitió finalmente hacer una caracterización básica de cada uno de los participantes. Así pues, la analogía en cuanto a la comparación y diferenciación analítica específica, resultó ser sumamente útil el tomar en consideración la idea central de cada categoría en el aspecto teórico y las ideas clave de la información, lo que permitió ir ubicando en cada categoría la concepción del profesor con el referente categorial más próximo definido en cada concepción epistemológica o de aprendizaje, incluso con sus respectivas variaciones, lo que finalmente dio la caracterización individual con matices específicos de una a otra categoría en los respectivos enfoques teóricos.

4.4. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS (ETAPAS 1 Y 2)

ETAPA No. 1

4.4.1. Concepciones epistemológicas a nivel individual

Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron de la aplicación de las entrevistas a cada profesor, siguiendo la guía que aparece en la p. 272. La caracterización individual de los profesores en los enfoques del empirismo, del positivismo lógico, el racionalismo crítico y el relativismo, tuvieron como referente para su interpretación a las 16 categorías agrupadas dentro de los tres contextos que dieron cuenta del proceso de construcción y desarrollo de la investigación científica en general. La información recabada de cada profesor fue ordenada en un cuadro de análisis individual, lo que dio como resultado un total de 15 cuadros informativos, es decir, 15 caracterizaciones distintas según la singularidad de cada profesor, pero con semejanzas y concepciones que presentaban variaciones entre sí, pero también mostraban similitudes, pues estas caracterizaciones individuales sirvieron posteriormente de base para la organización del cuadro de análisis grupal, en donde se aprecian las tendencias

dominantes a nivel grupal. El procedimiento seguido para el procesamiento de la información se ilustra con el ejemplo de uno de los profesores cuyos resultados se tomaron y se muestran en el cuadro No. 7, en seguida.

CUADRO N° 7: ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS				
CONTEXTO	CONCEPCION EPISTEMOLOGICA			
	EMPIRISMO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO CRITICO	RELATIVISMO
	CATEGORIAS			
1. DESCUBRIMIENTO				
1.1. La observación	1.1			
1.2. Papel del experimento		1.2		
1.3. Papel del científico	1.3			
1.4. Origen del conocimiento		1.4		
1.4. Relación sujeto-objeto				
1.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento	1.6			
2. JUSTIFICACIÓN				
2.1. La observación	2.1			
2.2. Papel del experimento	2.2			
2.3. Validación		2.3		
2.4. Correspondencia con la realidad		2.4		
2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)		2.5		
3. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA				
3.1. Concepción del conocimiento científico	3.1			
3.2. Concepción de ciencia		3.2		
3.3. Finalidad		3.3		
3.4. Niveles de organización	3.4			
3.5. Desarrollo de la ciencia	3.5			
CARACTERIZACIÓN	9	7		
Cada número que se observa dentro de los recuadros representa a un profesor y se le ubicó según las respuestas que éste emitió a la entrevista inicial.				

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El análisis individual permitió delinear una caracterización del profesor en donde las concepciones por categoría no son homogéneas, por el contrario, éstas cambian según la perspectiva que el profesor adopta sobre cada una de ellas, y no sólo cambian de una a otra categoría, sino que también pueden cambiar de uno a otro enfoque

epistemológico. En el caso del profesor que aquí se presenta, la concepción epistemológica dominante es de tipo empirista y muestra una tendencia hacia el positivismo lógico en menor proporción. No se registran cambios conceptuales en las representaciones epistemológicas de este profesor de uno a otro enfoque.

4.4.2. Análisis grupal de las representaciones epistemológicas.

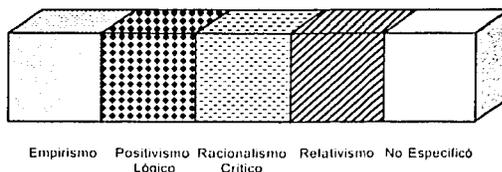
CUADRO N° 8: ANÁLISIS GRUPAL DE LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS								
CONTEXTO Y CATEGORÍAS	VISIONES EPISTEMOLÓGICAS DE MAESTRO EN SERVICIO							
	EMPIRISMO (1)		POSITIVISMO LÓGICO (2)		RACIONALISMO CRÍTICO (3)		RELATIVISMO (4)	
MOMENTO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO								
1.1. La observación	1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15,	2, 9, 13, 15,	4, 5, 6, 11, 14	11, 14				
1.2. Papel del experimento	3, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15	8, 9, 11, 15	1, 6, 7	6				
1.3. Papel del científico	1, 4, 6, 8, 10, 12	1, 12	3, 5, 7, 9, 13, 14, 15	3, 4, 7, 9, 13, 14, 15	2			5
1.4. Origen del conocimiento	6, 7, 8, 10, 11, 12, 15		1, 2, 5, 9, 13, 14	1, 9	3			
1.5. Relación sujeto-objeto	1, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15		3, 5, 13, 14				2	
1.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento	1, 10		3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15	3, 6, 8, 9, 11, 12, 13			2	
2. CONTEXTO DE JUSTIFICACION								
2.1. La observación	1, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14		2, 5, 7, 12, 15	2				
2.2. Papel del experimento	1, 4, 6, 8, 9, 13, 14	8	5, 7, 11, 12, 15	11, 12, 15	2, 3			
2.3. Validación	2, 9, 10, 11, 15		1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14	14				
2.4. Correspondencia con la realidad	4, 9, 11, 15		1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14	14				
2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)	10		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15	5			
3. CONTEXTO: NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA								
3.1. Concepción del conocimiento científico	1, 4, 6, 7, 11, 15		2, 8, 9, 12, 13, 14	8	5			
3.2. Concepción de ciencia	10	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15				5
3.3. Finalidad	7, 10, 11, 12, 13, 14	1, 7, 10, 12, 13, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 15	3, 6, 8, 9, 15				
3.4. Niveles de organización	1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	9, 11, 13	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8					
3.5. Desarrollo de la ciencia	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1, 10, 12, 13, 15			5			
TOTAL	102	26	116	55	7	0	2	2
Cada número que se observa dentro de los recuadros representa a un profesor y se le ubicó según las respuestas que éste emitió a la entrevista inicial. Los números resaltados indican que hubo un cambio conceptual registrado en el cuestionario final.								

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La información que se presenta en el cuadro N° 8 de análisis grupal fue organizada por categorías de la siguiente manera: En cada eje horizontal de izquierda a derecha correspondió a cada categoría, de tal manera que, en cada eje y categoría, se fueron ubicando los 15 profesores, de arriba hacia abajo, en cada enfoque epistemológico atendiendo al criterio de caracterización, colocando su número de clasificación en el recuadro en donde sus respuestas resultaban más congruentes con la definición que cada categoría aportaba. Por otra parte, en el eje vertical del cuadro, en la base de cada columna correspondió un determinado enfoque epistemológico, y es precisamente donde el registro del computo de la frecuencia muestra una caracterización a nivel grupal. De esta manera, se puede apreciar la tendencia global del conjunto de los profesores hacia uno o hacia otro enfoque, así por ejemplo, en este grupo la tendencia con 102 frecuencias está localizada en la perspectiva del *empirismo*, seguida por 116 frecuencias del enfoque del *Positivismo Lógico*, 7 del *Racionalismo crítico* y sólo 2 del *Relativismo*.

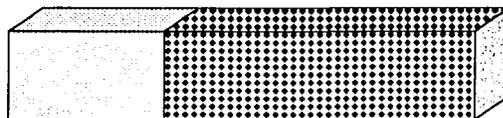
4.4.3. Representación gráfica de las concepciones epistemológicas a nivel grupal

A continuación se grafican las concepciones del conocimiento científico según los diversos enfoques epistemológicos que a nivel grupal tuvieron los 15 profesores participantes, diferenciadas de acuerdo al código adjunto

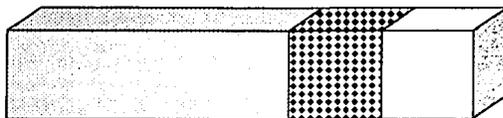


1. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO

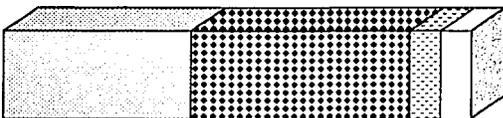
Gráfica 1.1. La observación En esta categoría 10 profesores (66.6%) manifiestan una visión positivista; mientras que los 5 profesores restantes (33.3%) tienen una visión empirista.



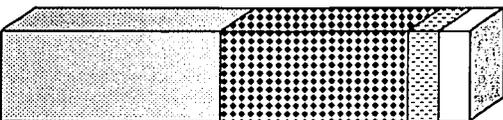
Gráfica 1.2. Papel del experimento Al respecto, 9 profesores (60%) tienen una visión empirista; 3 (20%), observan una visión propia del positivismo lógico; los otros 3 (20%), no especificaron sus respuestas.



Gráfica 1.3. Papel del científico Aquí, 7 profesores (46.6%), manifiesta la visión del positivismo lógico; 6 (40%) mantienen la visión empirista; uno (7%), se ubica dentro del racionalismo crítico; y 1 (7%), no especificó su respuesta.

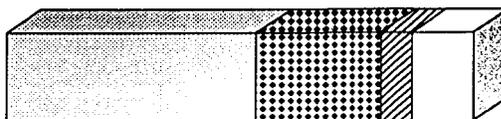


Gráfica 1.4. Origen del conocimiento 7 profesores (46.6%), suscribe el empirismo, 6 (40%) manifiesta la concepción del positivismo lógico; uno (7%) tiene la visión del racionalismo crítico y 1 (7%), no especificó su respuesta.

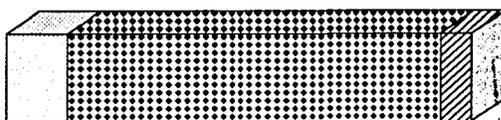


TESIS CON
DE ORIGEN

Gráfica 1.5. Relación sujeto-objeto En esta categoría 8 profesores (53.3%), tienen una visión del empirismo; la visión del positivismo lógico alcanza 26.6% con 4 adeptos, y uno (7%), la visión relativista; 2 (13.3%) no especificaron respuesta.

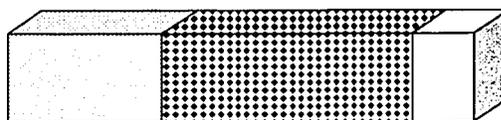


Gráfica 1.6. Proceso metodológico para la generación del conocimiento Aquí, 12 profesores (80%) se ubicaron en la visión del positivismo lógico; 2 (13.3%), en la visión empirista; y 1 (7%), con una concepción ligada al relativismo.

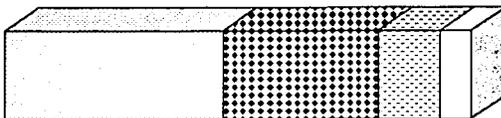


2. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN

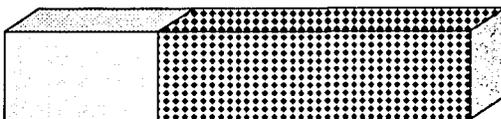
Gráfica 2.1. La observación Al retomar la categoría, pero en el contexto de la justificación, 8 profesores (53.3%) tienen una perspectiva del positivismo lógico; 5 (33.3%), con visión propia del empirismo; y 2 (13.3%), no especificaron sus respuestas.



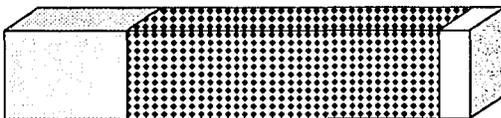
Gráfica 2.2. Papel del experimento En el mismo sentido, 7 profesores (46.6%) mantienen la postura empirista; 5 (33.3%) expresan la perspectiva del positivismo lógico; 2 (13.3%) la del racionalismo crítico; y uno (7%), no especificó.



Gráfica 2.3. Validación Esta gráfica ubica a 10 profesores (66.6%) con una visión del positivismo lógico; y a 5 (33.3%), con una visión empirista.



Gráfica 2.4. Correspondencia con la realidad. La postura de 10 profesores (66.6%) enmarca en el positivismo lógico; 4 (26.3%), en la visión empirista; y 1 (7%) no aclaró su postura.

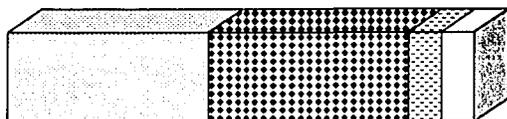


Gráfica 2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad). Aquí es dominante la visión del positivismo lógico con 13 profesores adeptos (86.6%); 1 (7%), se ubicó en la posición del empirismo; y otro (7%), no especificó respuesta.



3. CONTEXTO: NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA

Gráfica 3.1. Concepción del conocimiento científico. En la categoría, 6 profesores (40%) se manifiestan; 6 (40%), mantienen una visión positivista y 1 (7%) con visión propia del racionalismo crítico; 2 (13.3%), no especificaron sus respuestas.

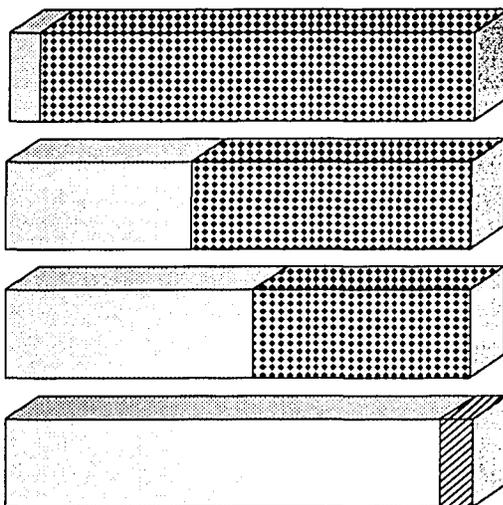


Gráfica 3.2. Concepción de ciencia Se aprecia que 14 profesores muestran una concepción propia del positivismo lógico (93.33%), y 1 (7%), se ubicó en la postura del empirismo.

Gráfica 3.3. Finalidad de la ciencia La gráfica revela que 9 profesores (60%) se colocan en la postura del positivismo lógico; y 6 (40%), se ubicaron en la visión empirista.

Gráfica 3.4. Niveles de organización de la ciencia En esta gráfica aparece que 8 profesores (53.3%) tienen una visión de tipo empirista; y 7 (46.6%) tienen una postura correspondiente al positivismo lógico.

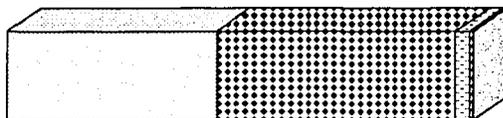
Gráfica 3.5. Desarrollo de la ciencia En esta categoría la mayoría de los profesores, 14 en total (93.3%), se ubican en la postura del empirismo; y 1 (7%) se identificó con la visión del relativismo.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SÍNTESIS DE LAS VISIONES EPISTEMOLÓGICAS

Gráfica A. Síntesis de las visiones epistemológicas En síntesis, la visión dominante fue la del positivismo lógico con un 51.1%, seguida de la empirista con un porcentaje del 45%, con un 3% está la del racionalismo crítico, y la del relativismo es prácticamente insignificante con tan sólo 0.88%.



4.4.4. Análisis individual de las concepciones de aprendizaje

La caracterización en cuanto a las representaciones de aprendizaje de cada profesor, se obtuvo a partir de las respuestas que éste emitió en relación con las preguntas de la entrevista. La organización de la información se hizo, al igual que con la concepción epistemológica, mediante un cuadro de análisis individual en el cual, en el nivel horizontal superior se anotaron las distintas concepciones de aprendizaje consideradas en este estudio y en la línea vertical, se anotaron los ámbitos con sus respectivas categorías. Para la ubicación del profesor en alguna de las concepciones de aprendizaje, fueron tomadas en cuenta las 8 categorías y la caracterización que se definió no fue exclusiva de una sola concepción, sino que esta caracterización presentó distintos matices, por lo que sólo un muy contados casos se tuvo una concepción pura dentro de una determinada concepción.

Este hecho puede verse en la mayoría de los profesores y en lo particular, en el caso que se tomó como ejemplo para ilustrar el procedimiento seguido, en el análisis individual de la concepción de aprendizaje, tal como se muestra a continuación en el cuadro No. 9, expuesto en la página 118.

CUADRO N° 9: ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LAS CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE				
AMBITOS Y CATEGORÍAS	CONCEPCION DE APRENDIZAJE			
	APRENDIZAJE MECANICISTA	APRENDIZAJE DESCUBRIMIENTO	APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	APRENDIZAJE POR TRANSF. EST. Y/O CON.
1. CARACTERIZACION				
1.1. En que consiste		1.1		
1.2. Rasgos generales		1.2		
1.3. Papel del sujeto		1.3		
1.3. Papel del sujeto		1.4		
2. PROCESOS				
2.1. Procesos cognitivos		2.1		
2.2. Origen y elementos			2.2.	
2.3. Verificación		2.3		
3. PROPÓSITOS				
3.1. Para qué aprender		3.1.		

Como puede observarse en el caso de este profesor él se manifestó con una idea a favor del aprendizaje por *descubrimiento*, con excepción de la categoría 2.2. *Origen y elementos*, lo cual evidencia que él considera que el aprendizaje consiste en obtener información directamente en contacto con la naturaleza, es decir, descubriendo a partir de la replica de fenómenos, que permiten dar solución a problemas planteados. El análisis individual sobre la concepción de aprendizaje requirió de la elaboración de 15 cuadros, uno para cada profesor con su respectiva caracterización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.4.5. Análisis grupal de las concepciones de aprendizaje

CUADRO N° 10: ANÁLISIS GRUPAL DE LAS CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE								
ÁMBITO Y CATEGORÍAS	CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE							
	MECANICISTA (1)		POR DESCUBRIMIENTO(2)		SIGNIFICATIVO (3)		POR TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL Y/O CONCEPTUAL (4)	
MOMENTO	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1. CARACTERIZACIÓN								
1.1. En qué consiste	6, 7, 8, 9, 10, 14, 15	7, 8, 9, 10, 14, 15	1, 11, 13	4, 11, 13	2, 3, 4, 12	2	5	3, 5, 6
1.2. Rasgos generales	5, 6, 10, 14, 15		1, 3, 4, 8, 11, 13	4	2, 9, 12,	9, 12		
1.3. Papel del sujeto	5, 6, 7, 8, 10, 14, 15	5, 6, 7, 8, 10, 14, 15	1, 3, 4, 11, 13	4, 11	2, 9, 12	2, 3, 9, 12		
1.4. Objeto de aprendizaje	5, 6, 7, 10, 15		1, 3, 4, 8, 11, 13, 14	4	2, 9	3, 9	12	
2. PROCESO								
2.1. Proceso cognitivos	5, 6, 7, 10, 14, 15	13, 15	1, 3, 4, 8, 11, 13	4, 8, 11, 14, 13	2, 9	2	12	
2.2. Origen y elementos	5, 6, 7, 9, 10, 13	9, 13	3, 4, 11, 14	4	1, 2, 15	15	12	12
2.3. Verificación	5, 6, 7, 8, 9, 10, 15	5, 6, 7, 8, 9, 10, 15	1, 4, 11, 13, 14	4, 11, 13, 14	2, 12	2, 3	3	
3. PROPÓSITO								
3.1. Para qué aprender	7, 10, 15	10	1, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 14	3, 4, 13	2, 9, 12		3	
TOTAL	46	25	44	19	22	11	6	2
Los números resaltados indican los cambios conceptuales identificados con base en el cuestionario final.								

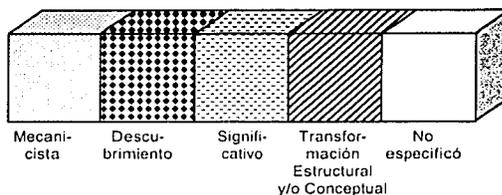
En el cuadro anterior, se ha concentrado la información del cómputo de las frecuencias del grupo en cada categoría en relación con las visiones de aprendizaje. Tomando como referencia el número de 15 profesores el cómputo final muestra, en la línea horizontal de izquierda a derecha, al igual que en el registro de las concepciones epistemológicas, ligeras variaciones en algunas categorías en las respuestas, por ejemplo que éstas sean 14 y no 15, pues en algunos de los casos los profesores no respondieron a las todas las preguntas sobre determinadas categorías, por lo que no se tuvo el registro en alguna pregunta en cuestión. La ubicación de los profesores en una determinada visión está enmarcada por el ámbito en el que se ordenan las categorías.

En suma, en las columnas verticales, se registraron un total de 46 frecuencias de respuestas de los profesores en la visión del aprendizaje mecanicista (ésta resulta ser la concepción dominante del aprendizaje lo cual se puede apreciar desde la visión de los propios profesores). Enseguida, está la visión del aprendizaje por descubrimiento, donde se registró un total de 44 frecuencias de respuestas de los profesores. En la visión del aprendizaje significativo fueron 22 frecuencias de respuestas de los profesores y en la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, fueron 6 frecuencias de respuestas. La caracterización grupal se describe a continuación.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.4.6. Representación gráfica de las concepciones de aprendizaje

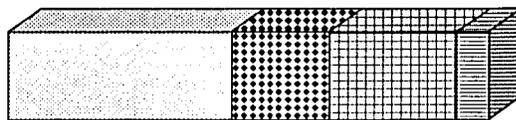
A continuación se grafican por categorías las concepciones del aprendizaje que a nivel grupal tuvieron los 15 profesores participantes, diferenciadas de acuerdo al código adjunto



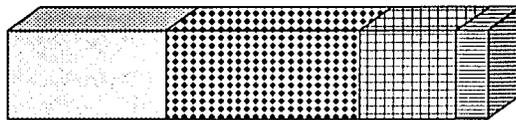
1. ÁMBITO DE CARACTERIZACIÓN

Gráfica 1.1. En qué consiste el aprendizaje

Observamos que 7 profesores, (46.66%) tienen una visión mecanicista del aprendizaje; 4 (26.6%), manifiestan la concepción del aprendizaje significativo; 3 (20%), refieren una visión del aprendizaje por descubrimiento; y 1 (6.6%), tiene la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.

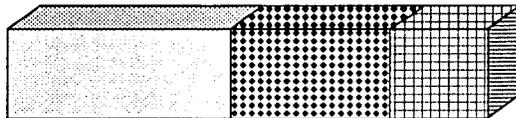


Gráfica 1.2. Rasgos generales Esta categoría ubica 5 profesores (33.3%) con una visión del aprendizaje mecanicista; 6, (40%) por la concepción del aprendizaje por descubrimiento; 3 (20%), se identifican con la visión de aprendizaje significativo; y 1 (6.6%), no especificó.

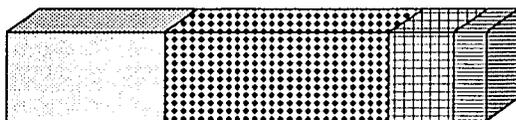


Gráfica 1.3. Papel del sujeto en el aprendizaje

Al respecto, 7 profesores (46.6%) manifiestan con una visión mecanicista del aprendizaje; 5 (33.3%), por descubrimiento; y 3 (20%), de aprendizaje significativo.

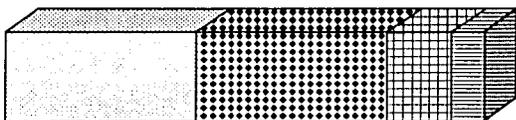


Gráfica 1.4. Objeto de aprendizaje La visión del aprendizaje por descubrimiento, obtuvo 7 profesores (47%) adeptos; 5 profesores (33.3%) se ubican en el aprendizaje mecanicista; 2 (33.3%), la visión del aprendizaje significativo y 1 (6.6%) sostiene una visión de aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.



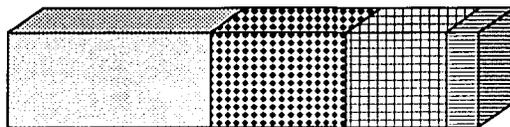
2. ÁMBITO DE PROCESOS

Gráfica 2.1. Procesos cognitivos En esta categoría 6 profesores (40%) refieren la visión del aprendizaje mecanicista; otros 6 profesores (40%), la concepción del aprendizaje por descubrimiento; 2 (13.3%), la perspectiva del aprendizaje significativo; y 1 (6.6%) la del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.

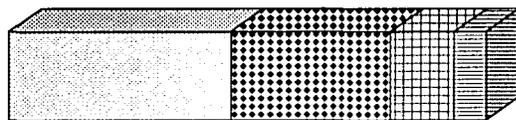


TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Gráfica 2.2. Origen y elementos del aprendizaje Aquí, 6 profesores (40%), tienen una visión centrada en el aprendizaje mecanicista; 4 (26.6%), la del aprendizaje por descubrimiento; 3 (20%), en la perspectiva del aprendizaje significativo; y 1 (6.6%) refirió la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.

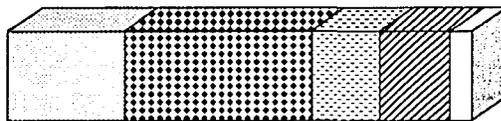


Gráfica 2.3. Verificación En la categoría representada, 7 profesores (47%), tienen una visión del aprendizaje mecanicista; 5 (33.3%), la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento; 2 (13.3%) la del aprendizaje significativo; y 1 (6.6%); la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.



3. ÁMBITO DE PROPÓSITOS

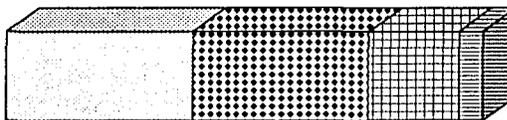
Gráfica 3.1 Para qué aprender Finalmente, se observa cómo 8 profesores (53.3%) tienen una concepción del aprendizaje por descubrimiento; 3 (20%) la concepción del aprendizaje significativo y otros 3 (20%) representan a la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, y 1 (6.6%) no especificó.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SÍNTESIS DE VISIONES DEL APRENDIZAJE

Gráfica B. Síntesis de visiones del aprendizaje En síntesis, se encuentra que la visión del aprendizaje dominante fue la mecanicista con un 39% global, seguida por la visión del aprendizaje por descubrimiento con un 37%, el aprendizaje significativo quedó representado por un 19%, y con un 5% quedó la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.



ETAPA No. 2

4.4.7. Estructura del proyecto de investigación

A partir de los elementos básicos que se tomaron en cuenta del proyecto de investigación de los profesores, esto es, el tema, el problema, las hipótesis y los objetivos, éstos se registraron en la entrevista inicial sobre el proyecto y además hubo un cotejo o revisión puntual con base en el documento que ellos entregaron del proyecto al inicio del curso, con el nivel de desarrollo que hasta ese momento tenían. Otro tanto se hizo al final del curso con cada uno de los elementos, a fin de tener en forma comparativa los dos momentos tanto inicial como final. Además se consideró necesario establecer un apartado que diera cuenta del cambio de enfoque y/o problema del proyecto para

efecto de caracterizar la naturaleza del cambio estructural en caso de que éste se manifestara, esto es, los cambios en las concepciones y las reestructuraciones ejercidas en el proyecto de investigación. Para ilustrar el procedimiento seguido se tomó el caso del profesor No 1.

CUADRO N° 11: ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LOS PROFESORES		
CONCEPCION DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		CAMBIO DE ENFOQUE Y/O PROBLEMA DEL PROYECTO
INICIAL	FINAL	
1. TEMA: Forma de guiar a los alumnos a descubrir conocimientos de su mundo, ayudándolos a organizar y jerarquizar lo descubierto, sin dejar de lado la transmisión de lo ya hecho o dado, como base de lo anterior.	1.1. TEMA: La perspectiva metodológica oficial y su influencia en el aprendizaje significativo de la materia de Introducción a la Física y a la Química I, en el nivel de secundaria.	Cambia el tema y el objeto de conocimiento, no se observa que haya evolución conceptual en cuanto una secuencia inicial.
2. PROBLEMA: El modelo que presenta el diseño curricular oficial de la materia de Introducción a la Física y Química I, no es el adecuado para la enseñanza de esta materia y que esto redundaría en un aprovechamiento escolar ya sea bueno o ya sea malo del alumno de 1° grado de secundaria.	2.1. PROBLEMA: ¿Es el bajo aprendizaje significativo, en la asignatura de Introducción a la Física y a la Química I de 1° de secundaria, resultado del inadecuado desarrollo metodológico de la perspectiva oficial por parte del docente?	Al cambiar el enfoque del tema, también el problema cambio. En el primer caso, el problema está ubicado en el currículo y en el segundo, está en la metodología didáctica.
3. HIPÓTESIS: El modelo constructivista del diseño curricular, determina un bajo aprovechamiento en esta materia por la pobreza de enseñanza.	3.1. HIPOTESIS: La perspectiva metodológica oficial constructivista para la enseñanza de esta materia, al ser inadecuadamente desarrollada por el docente, no permite un mejor aprendizaje significativo, ya que los alumnos sólo se convierten en receptores y repetidores del conocimiento.	Las hipótesis ahora son distintas, pasó de la relación entre el diseño curricular-bajo aprovechamiento a la relación entre la metodología oficial-aprendizaje significativo.
4. OBJETIVO: El modelo constructivista del diseño curricular, determina un bajo aprovechamiento en esta materia por la pobreza de enseñanza.	4.1. OBJETIVO: Analizar el desarrollo de la perspectiva metodológica oficial en la asignatura de Introducción a la Física y Química I de 1° de secundaria, en los docentes de la Esc. Sec. Fed No 6, de Morelia, Mich, para determinar si se generan bajos aprendizajes significativos.	Cambio de objetivos y de todo el propósito de la investigación. No hay manera de seguir un proceso de cambio conceptual.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En el ejemplo que se ilustra en el cuadro anterior, se puede observar efectivamente, como el profesor muestra un aparente cambio significativo de los elementos centrales de su proyecto de investigación. El problema radica en este caso, en que el profesor no concibe en forma precisa el problema de investigación. Pues mientras él está ubicando el problema en la falta de correspondencia entre el inadecuado desarrollo del docente de la perspectiva metodológica oficial, como causa del bajo aprendizaje significativo, el no se cuestiona sobre cuál es el enfoque metodológico que realmente está empleando el docente en el aula (que revela una determinada concepción de aprendizaje), y consecuentemente observar los resultados del aprendizaje que obtienen los alumnos. Como puede verse, la lógica en el planteamiento del problema resulta ser fundamental, y así lo es en cada uno de los casos analizados. En consecuencia, hay cambios aparentes, pero no necesariamente reflejan una comprensión elucidadora del complejo que implica clarificar el problema y cambiar conceptualmente hacia una reestructuración coherente con el objeto de conocimiento.

4.4.8. Las concepciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza de los profesores

Las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje (representadas en el cuadro No. 12, p. 175), constituyeron el núcleo central de esta investigación. Estas concepciones fueron obtenidas precisamente de la entrevista inicial y contrastadas con los términos expresados por escrito en el cuestionario final. También en este esquema comparativo se pudieron apreciar los cambios conceptuales dados, así como el sentido que dichos cambios presentaron. La importancia de esta idea dentro de la investigación tuvo una doble intención: por una parte, se trató de saber si los conceptos de ciencia, enseñanza y aprendizaje estaban o no articulados con los proyectos de investigación, de manera tal que, se pudiera apreciar la influencia de tales concepciones, cualquiera que estas fuesen, en la estructuración y definición teórica implícita o explícita del proyecto del profesor, mientras que, por otra parte se consideró necesario conocer si estas concepciones podían cambiar en el transcurso del proceso de intervención sobre los proyectos. La información se organizó en un cuadro de análisis individual, de los que se elaboraron uno para cada profesor. A continuación el cuadro No. 12 sirvió para la organización de las concepciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza y se ha tomado como ejemplo el caso del profesor No. 1:

CUADRO N° 12: CONCEPCIONES DE CIENCIA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE UNO DE LOS PROFESOR ES EN LOS MOMENTOS INICIAL Y FINAL DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN			
CONCEPCIONES DE CIENCIA, APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA		CAMBIO CONCEPTUAL	SENTIDO DEL CAMBIO
INICIAL	FINAL		
1. CIENCIA: Conjunto de conocimientos organizados, claros, objetivos, contruidos por medio de un método, bajo una estrategia para generalizar el conocimiento y explicamos el mundo (cuadro de C. A. A 2, categoría 3.2.)	1.1. CIENCIA: Conjunto De conocimientos objetivos y ordenados que explican los fenómenos, hechos y causas así como sus efectos en la naturaleza (cuadro de C. E. E. 2, categoría 3.2.)	NO	Se mantiene concepción empirista positivista
2. APRENDIZAJE: Observar fenómenos de la vida diaria, traerlos al aula preguntar porque ocurren y juntamente con el maestro buscar fórmulas de cómo explicarlos (cuadro de C. A. T 2, categoría 1.1.)	2.2. APRENDIZAJE: Proceso en el que el alumno pone en juego elementos cognitivos, psicológicos, emocionales y sociales, para comprender, memorizar y aprovechar conocimientos nuevos en Ciencias Naturales, del mundo que le rodea. (cuadro de C. A. T 3, categoría.	NO	Se mantiene concepción de aprendizaje por descubrimiento
3. ENSEÑANZA: Transmisión de conocimientos, motivación a que el alumno adquiera conocimientos, construya conocimientos, oportunidad de que maestro y alumno aprendan juntos. (cuadro 2.1., punto 2)	3.3. ENSEÑANZA: Forma de guiar a los alumnos a descubrir conocimientos de su mundo, ayudándolos a organizar y jerarquizar lo descubierta, sin dejar de lado la transmisión de lo ya hecho o dado, como base a lo anterior.	NO	Es congruente con la visión de ciencia y con la de aprendizaje

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

En relación con los conceptos de ciencia, aprendizaje y enseñanza que se registraron en la entrevista inicial, y posteriormente a la intervención, en el cuestionario final, se observa en el caso del profesor No 1, que no se dieron cambios conceptuales, pues este mantiene las mismas ideas básicas en cuanto a sus conceptos de ciencia, enseñanza y aprendizaje.

4.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ETAPAS 1 Y 2

4.5.1. Análisis de los cambios conceptuales en la caracterización epistemológica.

CUADRO N° 13: CAMBIOS CONCEPTUALES EN LA CARACTERIZACIÓN EPISTEMOLÓGICA			
CONTEXTO	CATEGORÍA	PROFESOR No.	CAMBIO CONCEPTUAL
1. De descubrimiento.	1.1. La observación.	4	Cambia de la posición inicial localizada en el empirismo hacia la visión del positivismo lógico.
1. De descubrimiento.	1.3 Papel del científico.	5	Cambia de la visión del positivismo lógico al relativismo.
3. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia.	3.2. Concepción de ciencia.	5	Cambia de la perspectiva del racionalismo crítico al relativismo.

Los cambios conceptuales que implican el aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, como puede verse son realmente muy pocos y en este estudio se presentan de manera incipiente, pues tan sólo fueron tres cambios en tres categorías, en solamente dos profesores, los casos No. 4 y 5.

4.5.2. Análisis de los cambios conceptuales en la caracterización de aprendizaje.

CUADRO N° 14: CAMBIOS CONCEPTUALES EN LA CARACTERIZACIÓN DE APRENDIZAJE			
AMBITO	CATEGORÍA	PROFESOR No.	CAMBIO CONCEPTUAL
1. Caracterización	1.1. En qué consiste	6	Pasa de la visión del aprendizaje mecanicista a la del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.
1. Caracterización	1.1. En qué consiste	4	Es un cambio en sentido negativo. Pasa de la concepción del aprendizaje significativo a la del aprendizaje por descubrimiento.
1. Caracterización	1.1. En qué consiste	3	Pasa del aprendizaje significativo a la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.
1. Caracterización	1.4. Objeto de aprendizaje	3	Pasa del aprendizaje por descubrimiento al aprendizaje significativo.

Como puede apreciarse, se manifestaron algunos cambios en el aprendizaje pero, estos no corresponden a los cambios esperados, es decir, no coinciden con los profesores 4 y 5 cuyos cambios se hicieron evidentes en los enfoques epistemológicos. De cualquier manera, en cuanto a las concepciones de aprendizaje puede observarse que, en principio son pocos los cambios conceptuales operados y que, también éstos sólo coinciden con uno de los ámbitos y, particularmente en tres casos corresponden a la categoría 1.1. *En qué consiste el aprendizaje* y sólo uno de los cambios se registró en otra categoría, en este caso en la 1.4 *Objeto de aprendizaje*. Los cambios se dan pues raramente, en forma incidental y fragmentaria, no en un espectro amplio correspondiente a la caracterización que se describió en las representaciones epistemológicas y de aprendizaje detectadas en la entrevista inicial.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.5.3. Análisis de los cambios en la estructura del proyecto de investigación

Como resultado de la intervención sobre los proyectos de investigación de los profesores, a continuación se presentan los cambios en los elementos básicos del proyecto. Aunque dichos cambios han sido registrados como reestructuraciones, esto no indica que necesariamente se trate de cambios conceptuales. Más concretamente, los cambios que aquí se operaron no son en estricto sentido conceptuales, pues no se trata de *acomodaciones* como lo señalan Posner y et. al. (1997), en todo caso puede tratarse de cambios dentro de la misma visión paradigmática inicial del profesor.

CAMBIOS EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CUADRO N° 15: CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN															
CONCEPCIÓN PROFESORES															
INICIAL/FINAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TEMA	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO
PROBLEMA	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
HIPÓTESIS	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
OBJETIVOS	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	No	NO	NO

El registro "SI" o "NO", indica si hubo o no cambio en alguno de los elementos básicos del proyecto del profesor.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Como puede observarse en el cuadro No 15, en 7 proyectos se manifestó un cambio en cuanto al tema, igualmente sucedió en cuanto al problema de la investigación, mientras que, en cuanto a la hipótesis ésta sufrió cambios en ocho de los proyectos y en igual proporción el cambio se detectó en los objetivos del proyecto. Se descubre que hay una proporción regular que alcanza un 50 % de cambios en los elementos estructurales del proyecto de investigación de los profesores. Como ya se dijo, estos cambios no reflejan un cambio en los compromisos básicos del profesor, sino que se presentan como reestructuraciones en la lógica del proyecto y no a nivel psicológico, es decir, cambia el proyecto pero se mantiene en la misma perspectiva epistemológica o de aprendizaje en su reconstrucción, lo cual significa decir que el proyecto se vuelve más coherente dentro de su misma lógica.

4.5.4. Análisis de los cambios conceptuales en las representaciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza

Los cambios o implicaciones conceptuales que se presentaron en relación con las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje y los proyectos de investigación fueron asociados al proyecto de cada profesor, de tal manera que se presenta enseguida un cuadro de las incidencias detectadas en cada proyecto.

CUADRO N° 16: CAMBIOS CONCEPTUALES EN LAS CONCEPCIONES DE CIENCIA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE															
CONCEPCION	PROFESORES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. CIENCIA	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO									
2. APRENDIZAJE	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
3. ENSEÑANZA	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO

El registro "SI" o "NO" indica si hubo o no algún cambio en estas concepciones del profesor

Como puede observarse claramente en este cuadro, el supuesto del que se partió en este estudio no se cumple, al menos en cuanto a los cambios en las concepciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza asociadas al proyecto de investigación. Solamente se presenta un cambio en el proyecto del profesor número cinco, pero éste no se refleja en la concepción de aprendizaje y de enseñanza del mismo profesor. En los demás profesores no se manifestó ningún cambio conceptual en cuanto a la naturaleza de la ciencia. En cuanto al cambio conceptual en el aprendizaje, éste ocurrió en cuatro casos, en el No. 2 es un cambio aislado de la concepción epistemológica y de enseñanza, en el caso No. 4, el cambio es aparentemente arbitrario, pues se da en sentido inverso, es decir en lugar de cambiar hacia una postura más abierta y progresiva evoluciona en sentido negativo, en el caso No. 6 el cambio tiene lugar en las concepciones de aprendizaje y de enseñanza pero sin conexión con un cambio en el nivel epistemológico, en el caso No 11, el cambio es aislado solamente a la enseñanza; igualmente en el caso No 12, el cambio sólo se dio en el concepto de aprendizaje. En términos generales se puede decir que, la intervención para incidir en el cambio conceptual de los profesores fue insuficiente y no logró alterar el nivel de fijación paradigmática de los profesores para que éstos cambiasen su puntos de vista sobre la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza.

No obstante que en este caso no se refleja la confirmación del supuesto de que la concepción epistemológica determina la idea de aprendizaje y de enseñanza del profesor, esto hecho no significa que el supuesto se invalide automáticamente, por el contrario, ahora se ha adquirido una evidencia de que, efectivamente el profesor tiene una estructura cognitiva formada en determinada concepción y que es sumamente difícil de cambiar, pero también se obtuvo evidencia que es posible el cambio conceptual aunque para ello se requiere de ciertas condiciones y procesos que en este estudio aparecieron como limitantes y las cuales impidieron el logro de cambios conceptuales en la fase de acomodación. Las condiciones limitantes para el logro del cambio conceptual, en un sentido más amplio, se abordan de manera más particularizada en el punto final del capítulo sobre Interpretación de resultados y se cierran en el apartado de conclusiones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SOBRE LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS Y DE APRENDIZAJE

Todo punto de vista depende de ciertos supuestos referentes a la naturaleza de la realidad. Si se reconocen así, los supuestos funcionan como hipótesis; si se olvidan, funcionan como creencias. Los conjuntos de hipótesis forman los modelos o teorías y los conjuntos de teorías constituyen los paradigmas.

(Roger Walsh y Frances Vaughan, 1982)

La manera de abordar la interpretación de los resultados es a través de la crítica reflexiva que permite develar el contenido que encierra la representación explícita del profesor, esto es, porqué el profesor piensa la ciencia cómo lo hace, la razón de ser que justifica esa forma de pensamiento. Observar los datos que se tienen a la vista, producto de la indagación empírica realizada no da automáticamente la comprensión del fenómeno objeto de estudio, pues como dice Hodson (1986, pp. 241-251) *la observación no proporciona acceso automático a un conocimiento factual seguro, se ha de interpretar a la luz de las creencias teóricas actuales*, así que, lo que se desea presentar enseguida como trabajo de interpretación, tiene una intención organizada y se da dentro de cada uno de los tres contextos de investigación científica previamente explicados. Dentro de estos respectivos contextos, se presenta la definición de la cita textual que cada categoría tiene en el respetivo enfoque epistemológico y de aprendizaje, esto sirve para situar una posición que habrá de contrastarse contra el referente empírico de los profesores y ver la congruencia o divergencia que hay entre ambos niveles de información. Previamente, la información se ha organizado en cada categoría, dando los porcentajes de las respuestas del conjunto de los profesores, en relación con los enfoques epistemológicos o los enfoques psicológicos de aprendizaje. Enseguida, se aporta el punto de vista de los profesores sobre cómo conciben ellos la categoría en cuestión. Una vez ubicada y ejemplificada cada visión de los profesores en la perspectiva de enfoque epistémico o de aprendizaje que le correspondió, se procede a formular la interpretación de las visiones de los profesores, atendiendo a cada categoría tal como se presenta en el orden de los resultados.

Es necesario aclarar que, las citas de referencia teórica en las que se define cada categoría y su significado fueron tomadas textualmente del cuadro No 1, *Categorías de las concepciones epistemológicas*, p. 67, por lo cual no se consignan las citas específicas a lo largo de este capítulo. Igualmente, ocurre con las referencias teóricas de las categorías de aprendizaje, las cuales fueron tomadas del cuadro No. 2, *Categorías de las concepciones de aprendizaje*, p. 91. Por otra parte, las referencias de la información que aportaron los profesores, fueron transcritas textualmente bajo el esquema de pregunta **P.** y respuesta **R.** Se consigna el número de identificación del profesor pero se respeta el anonimato.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1. INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LAS REPRESENTACIONES EPISTEMOLOGICAS

5.1.1. El Contexto de Descubrimiento

Categoría: 1.1. La observación

Puesto que la observación y la experiencia son caracteres dominantes para la definición de las ciencias naturales, cuyos fenómenos o hechos requieren ser examinados atentamente para determinar su naturaleza, se tomó esta categoría al inicio en la interpretación de las visiones sobre la naturaleza del conocimiento científico.

En esta categoría se manifiestan la presencia de dos visiones epistemológicas coexistentes entre sí, una con el enfoque del empirismo inductivo y la otra del positivismo lógico. El hecho de que esta categoría haya obtenido un porcentaje de 67% (ver gráfica 1.1., p. 115) en el enfoque empirista indica que en su mayoría los profesores coinciden en la expresión que sustenta el punto de vista del empirismo, desde el cual se considera que la observación *Es el punto de partida para la generación del conocimiento y consiste en percibir las experiencias sensibles de los objetos de la realidad, que se habrán de imprimir en la mente de afuera hacia dentro del sujeto, dejando en él cierto tipo de impresiones e ideas.* Esta concepción refleja el punto de vista de los profesores entrevistados, de entre los cuales se eligieron algunos de ellos, a propósito con el fin de ilustrar su visión sobre esta categoría, mediante el registro de preguntas y respuestas que permitiera observar qué piensan ellos sobre la observación:

Profesor 1:

P. ¿Qué papel juega aquí la observación?

R. La observación en principio es el dinamismo, es el principio de la búsqueda del conocimiento....,

Profesor 2:

P. ¿A partir de qué punto se inicia el proceso de descubrimiento o de búsqueda del conocimiento científico?

R. La observación

Profesor 3:

P. ¿Qué papel le concedes a la observación en este proceso?

R. Es fundamental la observación, es fundamental

P. ¿Por qué?

R. Porque a través de ella yo creo que el hombre se sensibiliza a los fenómenos o problemas, a raíz de la observación.

Profesor4:

P. ¿Cómo se da el proceso de descubrimiento científico?

R. Primero debería estar observando ese fenómeno que interesa....

En la perspectiva positivista, en la que se obtuvo el porcentaje con menor proporción de 33 % (ver gráfica 1.1., p.115) se parte de la idea de qué la observación, *Se dirige a las unidades básicas de la experiencia que son los hechos, los que se organizan y analizan mediante procesos lógico matemáticos*. El referente empírico de un profesor dentro de esta categoría se expresó así:

P. ¿De dónde crees que parte este proceso de la investigación?

R. *De la observación*

P. Y después de la observación ¿qué formulas?

R. Formulo una hipótesis, una reflexión, una situación problemática, que se generó a través de la observación.

Como se puede ver hay coincidencia en los puntos de vista empirista y positivista y la visión de los profesores sobre lo que ellos consideran que es la observación, concebida como un "mirar" espontáneo e inmediateista, en donde los profesores tienen la creencia, falsa por cierto, de que a través de la observación se "llega a las cosas tal como son", se trata de una observación "pasiva" en donde se supone que el sujeto tiene su mente vacía, no tiene ninguna noción previa, ningún modelo teórico que le permita interpretar lo que ve e integrarlo dentro de su campo de visión para dar significado a su mundo. En contra de esta tesis, existen otras que sustentan posturas opuestas como la del racionalismo crítico de Popper (1994, pp. 57-93) quien afirma que *"En realidad la creencia de que podemos comenzar con observaciones puras sin nada que se parezca a una teoría, es absurda"*, al respecto Kuhn (1962, pp. 105-118) apunta que *"conocemos primero a partir de alguna otra fuente (...), el ver libre de conceptos no es el criterio para ver lo que realmente está ahí, sino que, nuestro conocimiento independiente de lo que está ahí nos dice qué buscar"*, siguiendo el hilo de la reflexión hasta Kant (Losee, 1997, p. 116), éste *"Sostenía que las impresiones sensibles proporcionan la materia prima para el conocimiento empírico, pero que el propio sujeto cognoscente es el responsable de la organización estructural y relacional de esta materia prima"*, por lo tanto se puede afirmar que *"toda observación es una interpretación de la realidad y que no se observa pasivamente sino que el sujeto estructura lo que quiere observar utilizando las nociones que parecen útiles para tener una observación adecuada"*, según lo señalaba Arnkoff (1980)⁸⁷ *"Las teorías constructivistas de cognición están en oposición a las que*

87. Arnkoff (1980), citado por Fourez, G., en *La construcción del conocimiento científico*. p. 28.

consideran que el conocimiento del mundo viene directamente de una forma inmediata. El punto de vista es constructivista en cuanto que el significado de un acontecimiento o la configuración de los datos están contruidos por el individuo". De hecho, autores como Kuhn (1962), Toulmin (1973), y Feyerabend (1982), sostienen que "La observación está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma donde se encuentre inmerso"

Categoría: 1.2. Papel del experimento

Cuál es el papel que le toca desempeñar al experimento en la producción del conocimiento, justamente fue la respuesta que intentó ser registrada en esta categoría.

En la categoría *Papel del experimento* están presentes dos visiones epistemológicas: la primera del empirismo inductivo y enseguida la visión positivista.

La postura dominante es el empirismo inductivo 60 % (ver gráfica 1.2., p. 115) sostiene que el papel del experimento es *descubrir el conocimiento mediante la réplica*.

P. ¿Qué papel le asignas a la experimentación?

R. Si compaginamos explicaciones teóricas, con la realización de experimentos, el conocimiento queda más o menos definido.

Desde la perspectiva positivista el 20.00 % (ver gráfica 1.2., p. 115), dice que el papel del experimento consiste en la *Actividad que genera los hechos observables y nuevas hipótesis* y se ilustra con la siguiente afirmación de un profesor:

P. ¿Qué papel juega la experimentación?

R. El experimento, bueno pues yo digo que el experimento es el diálogo entre el investigador y la naturaleza ¿verdad?, el experimento para mi es el hecho de la construcción de los modelos, donde el investigador tiene que tomar en cuenta nada más aquellos aspectos que quiere investigar, aquellas variables que le interesan, y entonces mediante mediciones, interpretación de los resultados, es posible que obtenga alguna respuesta a su problema....

El supuesto en esta categoría, desde las posiciones empirista y positivista, es de que el conocimiento se descubre observando la reproducción y repetición de un fenómeno hecho en el laboratorio. Una consideración que aportan J. !. Pozo y M. A. Crespo. (2002, p. 20). Para entender estas perspectivas, es que *la realización de experimentos trasmite su carácter demostrativo y enfatiza la relevancia de los datos frente a otros factores sociales comunicativos que juegan un importante papel en la práctica científica*. El procedimiento inductivo de obtención del conocimiento, sin embargo, ya había sido duramente criticado por Popper (1974, pp. 57-93), cuando afirmaba que *Obtenemos nuestro conocimiento por un procedimiento no inductivo*, en alusión directa al problema de la inducción que él expresaba como *La creencia de que la ciencia procede de la*

observación a la teoría está tan difundida y es tan fuerte que mi negación de ella a menudo choca con la incredulidad. La idea de Popper es que obtenemos el conocimiento a través de procesos lógico-deductivos, que nuestros intentos por imponer interpretaciones al mundo (nuestras propias formas de ver e interpretar) son lógicamente anteriores a la observación de similitudes (demostración inductiva en el laboratorio). Efectivamente, el problema radica en que el observar pasivamente una secuencia de actividades experimentales para describir cómo funciona el fenómeno no necesariamente se traduce automáticamente en la estructuración conceptual del conocimiento del mismo, esto es, que el alumno pueda estructurar en su mente lo que se le está presentado para formar la representación del conocimiento del fenómeno en cuestión, sobre todo si esta observación de los fenómenos manipulados en el experimento no están referidos a sus propias formas de ver e interpretar los fenómenos naturales. Se puede concluir aquí con Kuhn (1962), Toulmin (1973), Feyerabend (1982), que, *el diseño experimental o la intención del experimento varían de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.*

Categoría: 1.3. Papel del científico

En esta categoría se describe la imagen que los profesores tienen de los científicos. Esta es una categoría que complementa la concepción de qué es la ciencia, al describir a los sujetos quienes ejercen la función de la producción del conocimiento científico. Por lo tanto, aunque se puede entender al científico y su razonamiento como una forma, socialmente reconocida, y muy eficaz, de resolver la relación con el mundo, importa ver cómo lo conciben los profesores.

Sobre el papel del científico se han ubicado tres perspectivas epistemológicas. El empirismo, el positivismo y el racionalismo crítico.

Desde la visión del empirismo, esta categoría registró un 40.00 % (ver gráfica 1.3., p. 115), lo cual implica la consideración del papel del científico en donde *se considera que el científico está libre de prejuicios, ideas, creencia e ideologías que influyen en su investigación, es imparcial ante las observaciones. Su papel es el de observar, asociar, describir y explicar los hechos de la experiencia sensible.* Como puede observarse, ahora a partir del referente que aporta uno de los profesores entrevistados, su punto de vista reflexivo sobre el particular es muy pertinente, por ejemplo, dice este profesor:

P. ¿Qué cualidades y capacidades debe tener un científico?

R. La capacidad de ser un buen observador...pero también debe ser alguien que busque entre lo cotidiano aquello que no está explícito, aquello que aparentemente los demás no ven, es alguien que tiene una preparación desde el punto de vista del conocimiento, pero también es alguien que ayudándose de herramientas y de instrumentos tiene que respetar las leyes, las reglas éticas y epistemológicas de esa búsqueda de conocimientos.

Para la perspectiva del positivismo lógico, donde esta categoría alcanzó un porcentaje dominante de 46.66 % (ver gráfica 1.3., p. 115), el científico es *Un sujeto libre de prejuicios, valores e intereses que utiliza la lógica en la explicación científica de la realidad. Explica la realidad mediante principios articulados lógicamente y fundados en la experiencia. Dicha realidad la interpreta a partir de hallazgos experimentales con la ayuda de la teoría y busca formular relaciones que resuman grandes cantidades de hechos y que los capacite para anticipar y describir fenómenos*, de esta manera la visión de uno de los profesores interrogados dibuja una idea muy coherente a esta concepción cuando responde a la pregunta:

P. ¿Cuál es el papel del científico?

R. El científico para producir un nuevo conocimiento observa, realiza una observación, establece hipótesis, realiza mediciones, obtiene datos, esos datos tiene que estudiarlos, analizarlos y bueno ahí utiliza la lógica y la matemática, utiliza las gráficas, utiliza las correlaciones, con el objeto de establecer si hay alguna dependencia de la variable dependiente con la variable independiente y establecer ya los resultados en una ecuación, sería una correlación ¿verdad?

P. ¿Qué es lo que tú piensas que hace el científico cuando hace ciencia?

R. El científico debe ser hábil para investigar, para inferir, para deducir, debe tener una curiosidad para buscar fenómenos y explicaciones que no han sido dados...dentro de sus actividades primero sería la observación, después sería el tener que elaborar una explicación o hipótesis de porqué sucede un fenómeno, luego diseñar alguna estrategia para comprobar esa hipótesis o desecharla, después de esto tendría que llevar el análisis de resultados para poder hacer la interpretación

la visión del racionalismo crítico apenas significativa con un 6.66 % (ver gráfica 1.3., p. 115), define el papel del científico como aquel que *Falsea las hipótesis de acuerdo a la correspondencia con los fenómenos*, siendo en este caso ilustrada con la visión de un profesor quien dice que un científico es aquel que tiene:

P. ¿Cuál es para ti el papel del científico?

R. Capacidad de observación, la perseverancia, o sea si el a la primera no pudo comprobar esa hipótesis o esa duda que él tiene, pues que lo intente nuevamente a través de ese ensayo y error hasta que él obtenga los resultados que le resuelvan esa hipótesis que él se está planteando.

Hay coincidencia en las visiones teóricas del empirismo y del positivismo, con las de los profesores entrevistados en su visión del papel del científico. Se infiere la descripción de una imagen ideal del científico como un sujeto que es objetivo, neutral, y desinteresado, como aquel que trabajando con el método científico sin más llega al conocimiento. Sin embargo, se está pasado por alto el hecho de que el científico al trabajar en la producción del conocimiento es un sujeto culturalmente contextualizado que

lo condiciona y que, por tanto, tiene su propio punto de vista sobre los hechos y fenómenos de la realidad y de su campo de estudio. Es ilusorio creer que ofrece una aproximación neutra y pretender que hace un desarrollo objetivo del conocimiento, incluso la visión del racionalismo crítico no comparte esta visión del conocimiento objetivo. Por el contrario, la síntesis del conocimiento que de ese modo se lleve a cabo estará desviada por el punto de vista del investigador dado desde su propia perspectiva, ya que verá las cosas como correspondientes con un cierto interés y las describe desde una posición favorable para su proyecto. *Los científicos no son individuos que observen el mundo a partir de cero; son los participantes de un universo cultural y lingüístico en el que se insertan sus proyectos individuales y colectivos (Prigogine y Stengers, 1980, citado por Fourez, 1994, p. 30)*, la objetividad (del científico) -en todo caso, así entendida- no es absoluta, sino relativa a una cultura (su propia cultura). Contra esta percepción del papel del científico Hodson (1986, p.17), señala que *la imagen de los científicos como desapasionados e independientes de consideraciones personales y sociales, visión que se proyecta en la mayoría de los cursos de ciencia, es incompatible con la noción de que la ciencia es una actividad social*, y cita a Dixon (1973), quien afirma *Tal como su propia lógica interna, la ciencia está delimitada por las creencias personales, la educación y las actitudes políticas de sus practicantes. Las instituciones de la ciencia, y la organización de sus resultados prácticos, reflejan, en parte, la historia, la estructura de poder y el clima político de la comunidad que las apoya*. Por lo tanto, el papel del científico consiste en *Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas es términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones neutras o puras* (Kuhn, 1962; Toulmin, 1973, Feyerabend, 1982).

Categoría: 1.4. Origen del conocimiento

¿En dónde se origina el conocimiento?, ¿es a partir de los objetos externos o de las representaciones internas que construye el sujeto o de la interacción entre el sujeto y el objeto?. Esto es lo que trata de esclarecer esta categoría, desde las visiones epistemológicas identificadas del empirismo inductivo, del positivismo lógico y del racionalismo crítico.

En la visión empirista, que resultó con un mayoría relativa de sólo 46.66 % (ver gráfica 1.4., p. 115), la concepción de la categoría *Origen del conocimiento* describe que *El entendimiento es como una hoja de papel en blanco, por lo que la fuente es la experiencia, donde no existen ideas, ni principios teóricos y prácticos innatos. La experiencia externa produce impresiones que se corresponden con las ideas...*, si se observa cuál es la idea dominante en el profesor entrevistado y la ejemplificación que él hace en su respuesta que dio a la siguiente cuestión, se puede entender cuál es la postura que implícitamente él está asumiendo :

P. Todo proceso de enseñanza entiendo que sigue una estrategia didáctica, la estrategia que tú aplicas ¿se inicia a partir de qué o de quién?

R. La verdad es que nosotros partimos de los contenidos, no partimos del alumno, sino

de los contenidos, esa es la verdad.

P. Tú, ¿qué objetivo persigues con la estrategia que aplicas, cuál es el objetivo que te propones?

R. El objetivo que nos proponemos es que el alumno asimile los contenidos de la materia, de la disciplina.

P. Y, ¿los asimila?

R. Ese es el problema cuando el alumno sale del bachillerato (...) si le pudiéramos hacer una entrevista, nos daríamos cuenta de que no sabe nada

Por el lado de la visión empirista se encontró con un porcentaje del 40.00 % (ver gráfica 1.4., p. 115), en donde el origen del conocimiento *se da a partir de observaciones como producto de la experiencia y organizada a través de la lógica matemática*. La respuesta de un profesor sobre esta categoría se asocia más concretamente con el papel del científico, pero sirve para aclarar cómo es que concibe la idea del origen del conocimiento:

P. ¿El científico deberá hacer un registro de los fenómenos, deberá revisar sus registros, hacer experimentos?

R. Sí, efectivamente dentro de su sistema de trabajo debe observar y cada vez que observe, anotar para ver cómo se está comportando ese fenómeno que él pretende investigar, posteriormente él plantea una sugerencia que nosotros le llamamos hipótesis para, posteriormente en condiciones controladas hace los experimentos necesarios y así de esta manera está en condiciones de comparar su hipótesis, con lo que está ocurriendo.

Finalmente con un porcentaje apenas perceptible aparece la visión del racionalismo crítico 6.66 % (ver gráfica 1.4., p. 115), esta visión sostiene que *por lo tanto la razón es la generadora de elementos conceptuales que permiten el planteamiento de conjeturas y refutaciones, esta visión es sostenida por uno de los profesores entrevistados:*

P. Si las teorías se sometiesen a refutación es porque quizá no fueran válidas, entonces habría que someterlas a una fuerte crítica para ver si se sostenían como válidas

R. Claro que sí, es lo que han tenido que hacer algunos científicos frente a las academias defenderla, incluso hay una cuestión, que el conocimiento establecido es muy difícil que se modifique porque hay mucha resistencia para transformar un conocimiento, entonces ahí es donde los científicos que han propuesto una teoría, un modelo, han tenido que hacer grandes esfuerzos con su argumentación científica y con la crítica, han tenido que imponer sus puntos de vista y eso hay ejemplos en los diferentes dominios del conocimiento que así sucedió.

Si se parte del hecho de que las observaciones contienen siempre elementos de interpretación y de teoría, no se puede aceptar que la observación del fenómeno sería el punto de partida indiscutible de la ciencia, como sería el caso del enfoque empirista. Entonces si por ejemplo, se va a observar la célula ya se trata de un modelo interpretativo que va implícito y que por lo tanto, va unido a una cierta comprensión del funcionamiento de la célula y no de un punto de partida absoluto como lo plantea el enfoque empirista. En el empirismo el objeto de conocimiento es el punto de partida al igual que en el positivismo lógico. En el enfoque positivista se parte de una visión muy esquemática asociada al proceso del método científico, en donde se presenta el origen del conocimiento como externo al sujeto, donde se le ve a este como recogiendo *observaciones* que se expresarían con ciertas proposiciones empíricas para llegar a explicaciones muy formales de los fenómenos, es una visión estereotipada que elimina al sujeto y su marco contextual. Desde el racionalismo crítico, le idea es que no se observa pasivamente ya que toda observación está *cargada* de teoría *a priori* el origen del conocimiento está en la razón, en el sujeto y su capacidad crítica del conocimiento elaborado. Hay cambio determinante en la visión de racionalismo crítico, de hecho, es la *ruptura epistemológica* que Popper marca y se había mantenido con la vieja tradición ortodoxa de la ciencia. En el constructivismo, el punto de partida sería el sujeto, en este caso el alumno y cómo interpreta él la célula, ya que la definición de una célula en biología no es un punto de partida sino el resultado de un proceso interpretativo teórico. Congruente con una visión de corte constructivista, a partir del sujeto Hodson (1986, pp. 241-251) señala *El reconocimiento de la necesidad de tener en cuenta las estructuras conceptuales ya existentes en los niños, dado que estas influyen profundamente en el trabajo observacional que los niños pueden hacer y en sus éxitos al adquirir nuevas ideas*. La visión desde el relativismo con Kuhn (1962), Toulmin (1972) y Feyerabend (1982) en relación con el origen del conocimiento es que *Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos*.

Categoría: 1.5. Relación sujeto-objeto.

En esta categoría las concepciones identificadas fueron la del empirismo, en seguida la del positivismo lógico y con una expresión mínima la del relativismo.

La visión empirista concentra un puntaje de 53.33 % (ver gráfica 1.5., p. 116), en esta concepción el marco de referencia señala que *El objeto de conocimiento determina las ideas del sujeto, es decir, el objeto influye en el sujeto, quien puede captar de manera iconográfica la realidad misma del objeto y por lo tanto el conocimiento se centra en la descripción del objeto. El sujeto de conocimiento es pasivo, descubre las regularidades como resultado de la repetición de los sucesos, y esas repeticiones imprimen o imponen las regularidades en el sujeto*.

La concepción de uno de los maestros expresa a su vez una idea congruente con esta forma de entender esta relación:

P. ¿Y qué objetivo persigue esa estrategia?

R. Que el alumno se aprenda de memoria el contenido.

P. ¿De memoria?

R. De esta forma sí, en esta forma común así se hace, comúnmente se maneja que memorice mucho.

Por otra parte, la visión positivista entre el sujeto y el objeto con un 26.66 % (ver gráfica 1.5., p. 116), también implica una relación entre el sujeto y el objeto que *Es vista como una relación pasiva, como una observación destinada a la observación y explicación de la realidad, pero ajustándose a ciertas reglas que especifica el método de investigación científica*. Como se ve en la respuesta de uno de los profesores esta idea de racionalidad universal, como condición del conocimiento científico se refleja en su visión de la ciencia:

P. Y ¿qué piensas tú de esta característica de que el conocimiento debe ser objetivo?

R. Hay más objetividad en la medida en que el investigador es un elemento menos activo cuando realiza una investigación científica, entonces quiere decir que, la mayor objetividad consistiría en que el investigador nada más hiciera mediciones....

El enfoque del relativismo representado en esta categoría por sólo un profesor 6.66 % (ver gráfica 1.5., p. 116), indica que *Existe una relación dialéctica entre el sujeto y el objeto de conocimiento, en donde ambos se influyen, construyen y cambian a través de esa interacción*, la posición del profesor que se ubica en esta concepción, lo expresó claramente ante la pregunta:

P. ¿Cuál sería para ti la postura dominante en esta relación?

R. El darle sentido al objeto de conocimiento, determina el sentido para mí porque el objeto por sí mismo está ahí y el científico le va a dar ese sentido, es decir, la relación tiene las dos cosas, él es influido, el científico logra eso, ser influido por el fenómeno por el objeto de conocimiento, pero al mismo tiempo logra influir y darle un sentido a ese objeto de conocimiento, da los dos.

En el empirismo y el positivismo el problema de la relación sujeto-objeto está asociado a la manera de ver, a la manera en que se observa de manera espontánea la objetividad que sería *absoluta*, sin relación alguna con otra cosa. Ahora bien, parece que no se puede hablar de objeto más que mediante un lenguaje –realidad cultural- que se puede utilizar para explicárselo a los demás; para *describirlo*, se utilizan una serie de nociones que se refieren siempre a una representación teórica, existentes como nociones previas en el sujeto predeterminadas en una realidad cultural. Hablar de objeto es siempre situarse en un universo convencional del lenguaje. Por eso, se suele decir que, *los objetos son objetos en virtud de su carácter institucional*, lo que quiere decir que son objetos en virtud de las convenciones culturales del lenguaje o como lo dice Toulmin

(1973) de la ecología conceptual. Por lo tanto, no existe una objetividad absoluta, como lo pretende el empirismo y el positivismo. Hablar de objetividad, esto es, decir que *algo* es objetivo es por lo tanto decir que es *algo* de lo que se puede hablar con sentido (como lo afirma el caso del profesor entrevistado que responde a esta cuestión con una visión de tipo relativista), es situarlo en un universo común de percepción y comunicación, en un universo convencional, constituido por una cultura. El mundo se convierte en objetos en las comunicaciones culturales. Ya que existe un lenguaje anterior a toda descripción, hay anterior a todo objeto, una estructura organizada del mundo en la que se insertan los objetos. Así que, los objetos no están dados en sí, independientemente de todo contexto cultural, como lo afirma Toulmin (1973). La palabra sujeto, por otra parte, designa el conjunto de actividades estructurantes necesarias para la observación. Ese conjunto forma lo que Kant llamaba *sujeto trascendental*. Y, como observar siempre es construir o estructurar, se puede decir que la observación es actividad del sujeto (...), pero en cuanto que observar es organizar nuestra visión según reglas que son sociales o están unidas a la historicidad de una cultura. Finalmente, lo que da al objeto su carácter *objetivo* es precisamente esa construcción por ese sujeto según reglas socialmente admitidas y reconocidas, lo que confirman Kuhn (1962) y Feyerabend (1982), cuando señalan que la *Interacción recíproca y permanente entre el sujeto y el objeto de conocimiento, en donde ambos se influyen, construyen y cambian continuamente a través de esa interacción*. Este as u vez, constituye uno de los principios del constructivismo *la interacción entre el individuo y el medio ambiente*, Piaget (1970).

Categoría: 1.6. El proceso metodológico para la generación del conocimiento

Para resolver el problema de la racionalidad en la construcción del conocimiento científico se ha considerado al método como la herramienta fundamental. En esta categoría se ubicaron tres representaciones epistémicas de los profesores: el empirismo con poca proporción, el positivismo lógico que refleja en este caso un porcentaje bastante alto y una mínima expresión del enfoque del relativismo.

En un nivel relativamente bajo con 13.33 % (ver gráfica 1.6.,p. 116) se ubicó la perspectiva empirista, la cual se caracteriza porque *El conocimiento científico se construye mediante procesos de inducción, es decir una lista de enunciados particulares nos lleva a la justificación de un enunciado universal mediante un razonamiento inductivo. Complementariamente se emplea la lógica deductiva para las derivaciones, predicciones y explicaciones del conocimiento científico*. A partir de estos referentes se puede ahora observar qué dice uno de los profesores entrevistados:

- P.** ¿Cómo crees tú que se genera o se produce el descubrimiento científico a través del proceso de la investigación?
- R.** En principio el conocimiento debe descubrirse por un procedimiento inductivo, debe ser demostrable y debe siempre presentarse en las mismas condiciones en las que fue demostrado en la investigación científica.

Desde la perspectiva del positivismo lógico, cuya influencia es la más alta en relación con los otros enfoques, dentro de este contexto ocupó un 80.00 % (ver gráfica 1.6., p. 116), se caracteriza así *Existe un solo método universal y ahistórico: el método hipotético –deductivo (o más conocido como el 'método científico'), cuyos principales pasos son: Planteamiento del problema, elaboración de hipótesis (teóricas o empíricas), la operacionalización y la verificación.* Es evidente, por lo menos en el caso de esta categoría, que la mayoría de los maestros piensan en términos más o menos similares o de esta manera, esto se deriva de sus reflexiones con una visión absolutista del método científico.

En primer lugar, se observa que una mayoría de los profesores entrevistados ubican el significado de la palabra *ciencia* asociada al concepto de *método*, así por ejemplo, cuando se refieren al conocimiento científico ellos lo caracterizan a partir de la respuesta a dos preguntas clave:

P. ¿Desde tu punto de vista cuáles son las principales características del conocimiento científico?

R. para que sea ciencia, es regirse por un método, tener una metodología y seguir estos pasos que por lo general tiene un orden.

P. ¿Cómo crees tú que se genera o se descubre el conocimiento científico, a través del proceso de investigación?

R. Está sujeto a criterios bien establecidos, tiene que ser universal y al ser universal tiene que ponerse en práctica en todas partes. Tiene que darse por una sucesión de pasos, otra vez el método científico.

R. construido desde un punto de vista metodológico, bajo una cierta regla,

R. a través del método científico.

R. gracias a una metodología ordenada y sistemática.

R. se trata ya de la cuestión del método para poder llegar a lo que queremos.

R. que deben llevar un orden lógico...una serie de pasos como lo marca el método científico.

R. porque lo hacemos a través de un método, utilizando un método científico.

R. a través de una serie de pasos.

Como puede verse estas ideas encuentran cobijo en aquel objetivo de *codificar las reglas metodológicas que encerraban el núcleo de la racionalidad científica*, Pérez, R. (1999, p. 15) muy característico del positivismo lógico y que los profesores ponen de manifiesto, al hacer una referencia constante de la mayoría de los entrevistados, al

distinguir en el proceso de construcción del conocimiento los elementos centrales del proceso metodológico de la investigación para la generación del conocimiento, estos son:

R. la observación de los hechos, formulación del problema, documentación, formulación de hipótesis, comprobación, conclusiones y elaboración de informe. En general este es el punto medular en cuanto a la construcción del conocimiento científico e incluso del criterio de validez del mismo.

Se ilustra de forma particular esta categoría, con un caso que refleja el cuestionamiento y la identificación de convencimiento profundo en torno al problema de la vigencia del conocimiento científico en la siguiente reflexión:

R. La ciencia tiene que ser universal, sino entonces ¿cómo sería ciencia?, para que sea ciencia no sólo se requiere de que yo la haga y la compruebe sino que precisamente las personas conocedoras del tema lo aprueben y de hecho es lo que hacen los científicos, para que esto tenga validez científica tiene que pasar por el filtro de quienes son científicos y, quienes son científicos, lo que hacen es repetir esos pasos que yo propongo...y que al repetirlos ellos lleguen a ese resultado, entonces si bajo las condiciones que yo estoy marcado ciertamente.

R. Otro profesor afirma que ...si voy a usar el método científico, que es lo recomendable, entonces las secuencia que yo voy a realizar serán siempre las secuencias que los demás realizan y eso me permite comprobar que verdaderamente ese conocimiento se cumple siempre bajo esas condiciones

El enfoque del relativismo, con una postura que contrasta con las anteriores y además con un porcentaje poco significativo 6.66 % (ver gráfica 1.6., p. 116), define desde otra perspectiva teórica el proceso metodológico para la construcción del conocimiento científico *Los proceso de construcción se apoyan en diversos marcos que hacen posible y a su vez delimitan el desarrollo de teorías. Estos marcos de investigación varían entre los distintos enfoques teóricos de la ciencia (paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales, etc.),* se ilustra este texto con la siguiente reflexión de un profesor

P. Tú, ¿cómo ves ese asunto del método como característica del conocimiento científico?

R. ¿El llamado método científico?, cuando se pretende hacer ciencia con ese método se establece una sucesión de actividades rígidas, para mi que impiden el desarrollo del pensamiento, la creatividad de los alumnos. Yo estaría en contra de aplicar esa actividad a los alumnos, enseñarles el método rígido, enseñarles el llamado método científico. Sería mejor que el alumno en su aprendizaje de la Física, bueno, sería el Laboratorio de Física fuera ciertamente aplicando esos pasos de una manera más flexible, no imponer sino que él lo vaya descubriendo....

Como se puede ver reflejado en estos resultados de los referentes teóricos y de las entrevistas a profesores, la representación dominante del método científico es la visión tradicional empirista y positivista de las ciencias. Esta visión parte del supuesto de que la observación captaría las cosas *tal y como son* sin que intervenga ningún elemento humano; las leyes surgirían de esas observaciones y luego se comprobarían o verificarían con experiencias que obedecerían a una lógica y una racionalidad única y claras (racionalidad de necesidad), lo cual deja ver una visión muy dogmatizada o condicionada ideológicamente, de *deber ser así*, una visión unilateral del problema de la racionalidad científica que se expresa a través de los juicios de los profesores respecto a cómo conciben la idea del método científico. Muy similar a la concepción de Wittgenstein (1981, p. 74), cuando afirmaba que *La proposición, si es verdadera, muestra cómo están las cosas. Y dice que las cosas están así.*

En consecuencia, la crítica a esta representación dominante consiste en señalar que tiene sus límites si se toma en cuenta que *las observaciones son construcciones humanas*, los modelos de interpretación de la realidad tienen su origen en las ideas anteriores y los científicos deciden rechazar o conservar los modelos particulares con una lógica pragmática e histórica (y no con una racionalidad de necesidad). Esta visión que desmitifica la concepción tradicional del método científico, es justamente la del racionalismo crítico y el relativismo, *la cual considera que el método No es normativo, ortodoxo, ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma*, según lo conciben Kuhn (1972), Toulmin (1977) y Feyerabend (1982).

5.1.2. El Contexto de Justificación

La distinción fundamental entre el contexto de descubrimiento (procesos de pensamiento efectivos por los cuales los individuos llegan a descubrir nuevas hipótesis) y el contexto de justificación (reconstrucción lógica o racional *substitutos lógicos* por los cuales dichas hipótesis se evalúan y se justifican ante la comunidad de especialistas), que comparten los filósofos de la ciencia clásica, es que sólo este segundo contexto es importante para dar cuenta del conocimiento científico. Tal concepción no es compartida desde la perspectiva del relativismo.

Categoría: 2.1. La observación

En esta categoría de observación, se ubicaron las tendencias epistemológicas del empirismo con un porcentaje relativamente mayor que la del positivismo lógico con un porcentaje regular solamente.

Así en la visión empirista que alcanzó el 53.33 % (ver gráfica 2.1., p. 116) en este contexto, se dice de la observación que esta *Interviene en la comprobación empírica, mediante la cual se valora la correspondencia de la teoría con los hechos*. Al respecto uno de los profesores que tiene esta visión alude a esta categoría en los siguientes términos:

P. Qué papel juega aquí la observación?

R. ...más adelante esta observación se prestará no sólo como el origen, sino como parte de la metodología y esta observación más adelante nos va a dar oportunidad de evaluar, porque también puede ser parte de la evaluación la observación.

En tanto que, desde la perspectiva de tipo positivista, con un puntaje regular del 33.33 % (ver gráfica 2.1., p. 116), ésta categoría se lee desde la teoría que advierte que *La observación se dirige a las unidades básicas de la experiencia que son los hechos, los que organizan y analizan mediante procesos lógico matemáticos*, así esta concepción es congruente con el comentario de uno de los profesores:

R. El científico, para producir un nuevo conocimiento observa, realiza una observación, establece hipótesis, realiza mediciones, obtiene datos, esos datos tiene que estudiarlos, analizarlos y bueno ahí utiliza la lógica y la matemática, utiliza las gráficas, utiliza las correlaciones con el objeto de establecer si hay alguna dependencia de la variable dependiente con respecto a la variable independiente y establece ya los resultados en una ecuación, sería una correlación ¿verdad?.

Como aparece dibujada aquí la visión de los profesores, viene a mostrar que el punto de vista de ellos es congruente con las posturas empirista y positivista sobre como conciben a la observación, como recurso para la prueba o verificación de la validez del conocimiento. Coincide con la imagen más popularizada de la ciencia, cuando se han producido cierto número de leyes y teorías hay que *comprobarlas* mediante la experiencia para ver si son *verdaderas*, entendiendo la concepción de verdad como lo que se conoce como *verdad-correspondencia-enunciado-hecho*, en una lógica muy inductiva contra la que Popper (1994), consideró que *es imposible encontrar un criterio (...) que permita probar la verdad de una proposición o una teoría, pero si no se puede probar que una proposición es verdadera, se puede probar que es falsa a condición de poder testarla, ponerla a prueba*, en tal caso, la observación desde la perspectiva de Popper se utiliza en el momento de la falsación o corroboración de las teorías. En la postura relativista, se considera que la observación no se realiza en forma pasiva, sino que el sujeto estructura e interpreta lo que observar, cabe decir que, lo que se llama *hecho* ahora dentro de este contexto ya es un modelo teórico de interpretación, es decir, la palabra hecho remite a su carácter construido. Un *hecho* indica cuál es la interpretación teórica del sujeto, la que le permite al sujeto entender (y por lo tanto, utilizar) el mundo. Desde esta perspectiva entonces, los profesores siguen viendo a la observación con una impresión de inmediatez en la que no se cuestionan las teorías que sirven de base para la interpretación de los hechos. Por lo tanto, la observación *sirve para apreciar la coherencia entre las representaciones que el sujeto tiene y su relación con los fenómenos de la realidad observada*.

Categoría: 2.2. Papel del experimento

El laboratorio no es simplemente el lugar del trabajo del científico, es la institución que sirve para traducir los problemas de la vida cotidiana al lenguaje científico y luego remitirlos a ella. Ahí se procede a experiencias controladas. Este es el punto medular

de la pregunta que se formula a los profesores para saber qué piensan sobre el papel del experimento.

Esta categoría registra tres visiones epistemológicas: la del empirismo que aparece como dominante, la del positivismo lógico con un porcentaje regular y la del racionalismo crítico con un proporción baja.

En la perspectiva empirista se registró un 46.66 % (ver gráfica 2.2., p.116), que dimensiona una visión perfilada en el siguiente referente *El papel del experimento es el de comprobar y corroborar que los enunciados observacionales correspondan a las impresiones y éstas a la generalización que se da mediante enunciados universales; es decir, su papel es el de corroborar que los enunciados relativos a las cuestiones de hecho correspondan con la realidad.* Se preguntó a uno de los profesores sobre el particular y esta fue su respuesta:

P. ¿Qué estrategia didáctica consideras más efectiva...?

R....trabajar de manera experimental a base de diseños experimentales, a base de experimentos que generen en él la necesidad de resolver un problema, de hacerlo que se plantee el problema, no de darle el problema sino que a partir de un fenómeno determinado él se vea en la necesidad de preguntarse en por qué, el cómo y todas las características que habrán de dar como resultado el redescubrir un fenómeno que obviamente ya está explicado, ya está dado.

En cuanto a la concepción de tipo positivista, con un menor porcentaje de 33.33 % (ver gráfica 2.2, p. 116), esta es definida como aquella *Actividad que genera los hechos observables y nuevas hipótesis*, al respecto se formulo una pregunta a uno de los profesores en los siguientes términos:

P. ¿Cómo crees tú que se produce el descubrimiento científico, a través del proceso de la investigación?,

R. Lo primero que buscamos es ver a nuestro alrededor un problema...trato de documentarme más sobre el problema...planteo una hipótesis inicial que me va a dar la pauta para crear un trabajo experimental...posteriormente una vez que hago mi experimento y si lo hago bien y que me esté dando resultado, voy a ordenar mis datos para someterlos a algún tratamiento estadístico para de ahí inferir y dar una conclusión

En cuanto a la visión del racionalismo crítico, con un porcentaje relativamente pequeño del 13.33 % (ver gráfica 2.2.,p. 116), el papel del experimento *es crucial para falsear o corroborar las hipótesis o teorías de acuerdo a la correspondencia con los fenómenos*, en relación con este marco de referencia se retoma una secuencia de preguntas y respuestas con uno de los profesores, en donde se deja ver qué es lo que responde uno de los maestros a las preguntas que se le hacen:

P. ¿Qué es una hipótesis

R. Yo supongo, hago una suposición.

P. Y ¿ya es verdadera por el hecho de que tú la hayas formulado?

R. No ahí es una suposición, hay que ir al proceso de experimentación.

P. Si no la compruebas como cierta, ¿entonces qué pasa?

R. fue nada.

P. No, sí hubo conocimiento, sí hubo, ¿descubriste qué?

R. Que no era válida.

P. Entonces qué, ¿hay ahí un error?

R. No es un error, yo creo que es parte de un proceso.

P. Entónces ¿Cuál es el papel del ensayo en la investigación

R. ¿El papel del ensayo?, pues es importante es aprobar o negar también ¿no?.

P. ¿Puede ser o crees que es así?

R. Es así, le permite al investigador continuar la búsqueda de ese problema que él tenía.

La concepción que aparece aquí como resultado de la observación de lo que piensan los profesores sobre el experimento, está fuertemente influenciada desde el empirismo y el positivismo, ya que desde estos puntos de vista el papel del experimento, es que, como se revisó en la categoría anterior, la vía para *comprobar* cuando se han producido cierto número de leyes o teorías estas se *comprueban* mediante la experiencia. Así cuando se piensa en *comprobar* o *verificar* las leyes científicas la idea que prevalece, como puede verse desde el positivismo es que, partiendo de una teoría se generan hipótesis y entonces se experimenta para ver si la ley en cuestión es verdadera. Contra esta visión del empirismo y del positivismo, de representación inductiva en donde se supone que las leyes científicas se *proponen*, *deducen*, *encuentran*, o se *descubren* partiendo de observaciones, está la versión del racionalismo crítico, que sostiene que más que la experiencia y la observación neutra hay que poner el acento en sustitución de un modelo teórico por otro, desde la perspectiva de Popper (1974) y Lakatos (1993) el experimento es crucial para falsar o corroborar las hipótesis. Desde la perspectiva del relativismo y el contextualismo, el experimento forma parte del proceso de validación de acuerdo a cada contexto. Kuhn (1962), Toulmin (1973).

Categoría: 2.3. Validación

Desde los puntos de vista del empirismo y del positivismo, tanto la comprobación como la verificación se utilizan como criterios de validez del conocimiento científico, en esta categoría se observa cuál es la percepción de los maestros sobre esta categoría.

Por una parte el empirismo registra un 33.33 % (ver gráfica 2.3., p. 116) y su referente para la interpretación enuncia que *Se pueden justificar como verdaderos los enunciados observacionales acerca del estado del mundo, por un observador libre de prejuicios, mediante la utilización de los sentidos y un procedimiento empírico-inductivo. Los enunciados de cuestiones de hecho se refieren al mundo de la experiencia y su valor de verdad viene determinado por su correspondencia con esta. Se enlaza con las ideas de dos de los profesores entrevistados, al referirse al criterio de validez del conocimiento científico:*

Profesor 1:

R. La comprobación en diferentes situaciones y en diferentes medios y que yo llegue a los mismos resultados me da la validez, sino no es científico, puede ser una probabilidad, pero para ser científico me tiene que dar la comprobación

Profesor 2:

R. que sea comprobado, que esa comprobación se haga teoría o ley, por que no sólo lo comprobé yo, sino ya lo comprobaron una serie de personas y entonces viene el siguiente paso, que se haga una ley tal cual.

Desde la perspectiva del positivismo lógico, que muestra una posición ventajosa del 66.66 % (ver gráfica 2.3., p. 116) la perspectiva teórica define que *Se aceptan los enunciados empíricamente significativos que sean verificables y se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico; es decir se atienden a un estricto empirismo y al uso sistemático de la lógica matemática.* Así, para ejemplificar esta forma de concebir la validez, uno de los profesores ha expresado:

P. ¿Y qué piensas tú sobre la validez o la verdad universal de los conocimientos científicos?

R. Es una construcción (teórica) que se relaciona, que tiene nexos con una realidad, con un medio en el cual intervengan ideas, aproximaciones a hechos o fenómenos y esto va llevando a una serie de procesos para llegar a la experimentación, este proceso le confiere la validez.

P. Entonces el problema de la validez, el problema de la verdad ¿en dónde aparecerían aquí?

R. La validez ya la dan todos los científicos, ya en esta divulgación que se hace y ya

pasa a un nivel universal, entonces es donde viene la validez porque yo científico de Italia lo puedo ver, lo puedo entender porque tu me lo estas dando en un lenguaje universal...

De acuerdo con los resultados de esta categoría, desde el marco de perspectiva teórico y su coincidencia con la información proporcionada por los profesores, la validez del conocimiento científico se obtiene cuando se comprueban los enunciados observacionales con los hechos empíricos o cuando se verifica el valor lógicos de las proposiciones o leyes para ver si son o no verdaderas. Esta forma de ver tiene sus dificultades. En primer lugar está el problema de la inducción que Popper (1977) cuestionaba, cuando decía que *Si he hecho mil experimentos que comprobaban que 'todos los cuervos son negros', no hay nada que me indique que un día no pueda lograr un cuervo blanco*, esto quiere decir que nunca se puede estar seguros de que una experiencia suplementaria no diera un resultado distinto a la precedente. Sobre las comprobaciones se puede decir lo mismo que de las pruebas: son relecturas del mundo con ayuda de la teoría que *comprobamos* y que es satisfactoria, por que esta es útil y práctica. Los profesores también apelan a la validez universal del conocimiento científico, lo que demuestra que hay una confusión en ellos entre el lenguaje dicho universal y los *objetos estandarizados*, porque las definiciones y los procesos teóricos producen el efecto de dar *objetos estandarizados* (Factor y Kooser, citado por Fourez, 1994), sin embargo hablar de objetos es siempre situarse en un universo convencional del lenguaje, lo que quiere decir que son objetos en virtud de las convenciones culturales del lenguaje (Toulmin, 1973), que son en tal caso las visiones organizadas admitidas (válidas) comunitariamente. En todo caso la validez es aquello que está en conformidad con una regla socialmente admitida, es decir, convencional, pero no objetivo y universal por necesidad. De aquí que, desde el relativismo y contextualismo filósofos de la ciencia tales como Kuhn (1962), Toulmin (1973) y Laudan (1987), afirman que la validación *se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada uno de las comunidades científicas*

Categoría: 2.4. Correspondencia con la realidad

¿Qué es la realidad?, ¿cuándo se observa la realidad?, ¿se observa la cosa en sí tal como sería independientemente del observador?, ¿la realidad es una construcción del sujeto que observa?. Aquí la idea consiste en saber cómo piensan los maestros respecto a su manera de entender la realidad y la relación de correspondencia de esta realidad con las representaciones, conceptos y proposiciones científicas.

En esta categoría se ubicaron dos visiones epistemológicas, una la del empirismo inductivo con un porcentaje que alcanza tan sólo la mitad en relación con el positivismo lógico que es la otra postura identificada.

El empirismo con el 26.66 % (ver gráfica 2.4., p.116) afirma que *El mundo existe independientemente de los sujetos y este se puede conocer mediante los sentidos. Las proposiciones situaciones problemáticas, leyes y teorías tienen una existencia objetiva*

y son una copia fiel de la realidad. Esta manera de concebir el mundo como algo ajeno al sujeto quien sólo a través de los sentidos puede acceder al conocimiento como una copia fiel de la realidad es una de las ideas más influyentes del empirismo, una visión que, por otra parte comparten algunos de los profesores entrevistados:

P. Desde tú punto de vista ¿cuáles son las principales características del conocimiento científico?

R. Una de las características del conocimiento científico es que es objetivo, que los fenómenos existen independientemente de cómo los investiguemos, de cómo los concibamos.

El positivismo lógico, obtuvo la mayoría del porcentaje con 66.66 % (ver gráfica 2.4., p. 116) el cual al referirse a la realidad afirma que *Es inmutable y está al margen de los sujetos. El sistema de conceptos debe ajustarse a los hechos, a los que acostumbra describir mediante las leyes de la naturaleza, que son descripciones esquemáticas del mundo.* En este caso tiene su paralelo en la forma en que uno de los profesores entrevistados lo entiende, de esta manera:

P. ¿ En qué consiste aprender ciencia?

R. Consiste en manejar los conceptos, los conceptos formales que existen sobre ciencia, para poder solucionar situaciones y fenómenos que estamos viviendo o que se están presentando en forma cotidiana para el alumno.

La perspectiva que se muestra en esta categoría, como puede verse desde los enfoques empirista y positivista está asociada a la idea de que el mundo de los objetos a conocer es ajeno o externo al sujeto que conoce y que la realidad existe por sí misma. Que las formas de representación del conocimiento obedecen a la idea la verdad del conocimiento como establecida y única. Esta postura como ya se ha mencionado es compartida por la mayoría de los profesores, quienes no pueden captar la realidad de otra manera posible. Popper (1982) por su parte, cuestiona *¿no valdría la pena ver a las ciencia en primer lugar como creación de teorías y modelos y creer que las teorías brotan cuando se exploran los límites de los modelos anteriores?*, de tal manera que desde el racionalismo crítico, las teorías son acercamientos progresivos a la realidad. Más aun, en la perspectiva del relativismo, la tesis contraria a las visiones empiristas y positivistas de entender la realidad, parte de la idea de que la observación es una interpretación: es integrar determinada visión en la representación teórica que se hace de la realidad, así para Kuhn (1962) y Toulmin (1977), Laudan (1987) *el conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.*

Categoría: 2.5. Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)

En este caso se han detectado tres visiones epistemológicas en donde llama la atención un marcado desequilibrio, ya que el empirismo y el racionalismo crítico tienen el más

bajo porcentaje a diferencia del positivismo lógico que alcanzó el más elevado porcentaje.

Las visiones de *La verdad* que se definen en cada enfoque paradigmático, remiten por su propio peso, a los modelos de concebir el conocimiento científico y, por ende, a la manera en que los profesores entienden el deber ser de este punto controversial.

Así entonces, el empirismo con tan sólo un 6.66 % (ver gráfica 2.5., p. 116), se refiere a esta categoría en los siguientes términos *Los enunciados observacionales que constituyen la base de la ciencia son seguros y fiables porque su verdad se puede determinar haciendo uso de los sentidos, lo anterior se transmite a las leyes y teorías siempre y cuando satisfagan el principio de inducción. La verdad es una correcta definición de la realidad.* Aquí se habla de una relación unívoca entre las proposiciones científicas y la correlato con la realidad, como lo indicó uno de los profesores entrevistados:

P. ¿Cuáles son las principales características del conocimiento científico?

R. Bueno, que es veraz, que trata de darnos una explicación lo más objetiva posible, que es repetible, que se obtiene varias veces, que no lo ponemos en duda, que es algo que estamos seguros que va a pasar.

El positivismo lógico, posición que aparece permeando ampliamente la visión de la mayoría de los profesores 86.66 % (ver gráfica 2.5., p. 116), describe esta categoría de la siguiente manera *Existe una verdad absoluta y ahistórica, por lo tanto es universal. Por ende, las teorías son interpretaciones de la realidad.* Esto significa que una vez que se les cuestionó a los profesores en qué basaban su creencia de por qué el conocimiento científico es cierto y por qué dicen que éste tiene validez, ellos contestaron asociando de manera constante el concepto de ciencia con el de verdad, así algunos de ellos dijeron, refiriéndose a la idea de la verdad:

P. ¿Qué significa para ti la palabra ciencia?

R. Para mi ciencia es un conjunto de conocimientos, los cuales deber ser verdaderos

R. ...tiene que ser universal y al ser universal puede ponerse en práctica en todas partes

R. ...es en los resultados de la ciencia, donde ya tiene que ser universal, que ya debe tener un lenguaje universal de hecho, ya se pasó a nivel de concepto universal, entonces si tiene esa validez

P. ¿Dijiste verídico?

R. Si, o sea que nos conducen a una verdad que no está dada a través de dogmas, que es veraz

P. ¿Así lo consideras?

R. Yo digo que ese conocimiento tendría validez universal en cuanto la comunidad científica avale ese conocimiento....

La visión del racionalismo crítico, con una proporción muy baja de sólo 6.66 % (ver gráfica 2.5., p. 116), se refiere a la verdad de esta manera *La verdad es una idea reguladora que critica y orienta la investigación, las teorías son universales y tiene un carácter ahistórico. Las decisiones y selecciones de los científicos están guiadas por el criterio universal, y estas son aproximadamente o probablemente verdaderas y no se logra un estado definitivo de verdad.* En esta manera de concebir existe al menos algún señalamiento desde la visión de un profesor que menciona cosas tales como:

P. ¿Qué piensas tú sobre la validez o la verdad universal de los conocimientos científicos?

R. No, no, en la ciencia definitivamente no hay verdades absolutas, porque si así fuera entonces convertiríamos la ciencia en una cuestión de iglesia, pues los conocimientos científicos se convertirían en una especie de catecismo...la historia nos muestra que nunca se llega al conocimiento total de las cosas...tendremos aproximaciones cada vez más cerca, pero no vamos a llegar a la verdad totalmente.

La idea del conocimiento científico como verdadero se presenta en esta categoría desde dos perspectivas de análisis como marcos extremos posibles para su interpretación, dependiendo de cómo se concibe por los profesores entrevistados. Un enfoque, el cual se puede llamar la perspectiva idealista consiste en dar un valor absoluto a las verdades científicas, buscando en algún lado algo sólido en lo que poder confiar, este corresponde con la visión empirista y positivista. La visión del empirismo y del positivismo dice que una representación es verdadera cuando refleja la cosa en sí. Esta es una visión de la verdad en la que el sujeto, por así decir, gira en torno a la cosa, la cual está en el centro del proceso, es por eso que, esta categoría corresponde a una de las cuestiones más relevantes sobre la naturaleza de la ciencia puesto que se presume es la característica de que el conocimiento científico es un conocimiento verdadero lo que le confiere su estatuto de validez. En general los puntos de vista de los profesores se corresponden con esta visión totalitaria de la verdad.

Otra visión es del racionalismo crítico, en donde los modelos teóricos siempre serán hipotéticos y ya no se plantea si los modelos son verdaderos, sino que sencillamente interesa su eficacia en un marco dado. Al respecto, Popper considera que *es imposible encontrar un criterio (o un conjunto de criterios) que permita probar la verdad de una proposición o de una teoría; pero si no se puede probar que una proposición es verdadera, se puede probar que es falsa a condición de poder testarla, ponerla a prueba.* Flores (2000), ubica hay dos posturas: la verdad-correspondencia y la verdad-coherencia. Dependiendo de la postura que se adopte, será el criterio de verdad que prevalezca, así Flores apoyado en el punto de vista del relativismo kuhniano sostiene que *El criterio de verdad, sin embargo, no consistiría en una adecuación con las cosas*

tal como son, sino una construcción de interpretaciones sobre la realidad. Como propone Toulmin (1977) el criterio último de lo verdadero sería la manera en que permite vivir y adaptarse.

5.1.3. El Contexto de Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

Categoría: 3.1. Concepción del conocimiento científico

Se detectaron tres posturas epistemológicas, de las cuales dos de ellas, la del empirismo y el positivismo lógico obtuvieron un porcentaje equilibrado y, podría decirse que, complementario y una proporción muy pequeña en el rango del racionalismo crítico.

De esta manera el empirismo con 40% (ver gráfica 3.1., p. 117) y en su enfoque muy característico del conocimiento científico, enuncia que en esta visión *El conocimiento es tratado como algo que está fuera y no dentro de las mentes de los sujetos, por lo que trasciende las creencias y los estados de conciencia de los individuos que los conciben o contemplan. Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos.* Esta forma de ver el conocimiento tiene a su vez forma de caracterizarse y propósitos que lo perfilan a partir de la expresión de los profesores entrevistados, quienes responden a la secuencia de preguntas formuladas:

- P. ¿Cómo crees tú que se genera el conocimiento científico a través del proceso de la investigación?,
- R. La observación es el principio de la búsqueda del conocimiento,
- P. Y ¿el problema, qué papel juega aquí?
- R. Es el centro de la investigación,
- P. Y ¿entonces la hipótesis qué papel juega en este proceso?,
- R. La hipótesis es solamente una explicación previa,
- P. ¿qué papel le asignas a la experimentación?,
- R. Es el camino que tenemos que seguir para llegar a la meta,
- P. Ya experimentamos, entonces pasamos a otra etapa que nos permite llegar ¿a?,
- R. A la meta, tenemos que poner en orden todo lo que experimentamos, para ver si llegamos a la meta que nos propusimos.
- P. ¿Cuál sería esa meta?,
- R. La hipótesis que nos propusimos,

P. ¿Comprobarla, o qué?,

R. Comprobarla o no, según sea.

P. Este conocimiento, cuando se descubre algo ¿toma la forma de...?,

R. La forma de una teoría, que en un momento dado también tendrá que ponerse a prueba,

P. Y esa teoría ¿te explica el fenómeno?,

R. Si, me explica, fundamenta y es posible que responda a una pregunta y que de ahí esta teoría sea la base de una nueva propuesta de investigación...cuando se relaciona con uno o varios objetos de investigación.

La otra visión de esta misma categoría es la del positivismo lógico con 40.00 % (ver gráfica 3.1., p. 117), el que a su vez afirma desde la teoría que *El conocimiento se crea mediante el establecimiento de un sistema de proposiciones lógico- matemáticas, como instrumento que explique la realidad y se contraste con la experiencia.* Al efecto, se preguntó entonces a uno de los profesores:

P. ¿Cómo crees tú que se genera o produce el conocimiento científico, a través del proceso de la investigación?

R. Se produce a través de reconocer que existe un problema, una vez que hay un problema viene todo el proceso ¿no? todo el proceso por parte de lo que son las hipótesis y luego entrarle al trabajo experimental y ya comprobar o disprobar.

P. Y ¿a dónde llegas cuando compruebas una hipótesis?

R. A un conocimiento, a un conocimiento científico.

P. ¿Qué es...?,

R. Una teoría, un conocimiento que se considera una teoría.

P. ¿El conocimiento científico te permitiría que?,

R. El conocimiento científico me permitiría resolver el problema.

P. Específicamente ¿qué hace con el fenómeno?,

R. Lo explica se ve la manera de abordarlo para que no afecte.

La otra visión que se ubica en esta categoría es la del racionalismo crítico con tan sólo 6.66 % (ver gráfica 3.1., p. 117), la cual menciona que *Todo saber tiene un carácter*

provisional, constructivo y universal, una idea que se asocia con esta afirmación, dentro de la óptica de una de los profesores el cual dice que:

P. Ahorita hay teorías de muchas cosas, pero todavía falta más pues es probable que los instrumentos con que midamos sean imprecisos.

La visión de los profesores sobre el conocimiento científico, remite a las perspectivas empirista y positivista que por lo que se ve enmarcan su forma de pensar. Ellos conciben que los modelos teóricos son copias del mundo. En esta perspectiva, lo importante para un modelo teórico es acercarse lo más posible a la realidad tal como esta. Sin embargo, ahora se puede entender desde el constructivismo que no es preciso imaginar que exista un mundo objetivado con el que habrían de corresponderse los modelos teóricos. Para dar cuenta de la producción de los modelos teóricos basta con pedir que estos sean una representación que nos permita organizar nuestro mundo y actuar dentro de él. De tal manera que en conocimiento científico es *un conjunto de construcciones que intentan dar cuenta de la realidad*, Kuhn (1962), Feyerabend (1983), Toulmin (1977). De esta manera los modelos científicos se pueden ver no como una representación del mundo universal, sino como una representación de nuestro campo de acción posible en el mundo, *ya que las ideas científicas son afectadas por su medio ambiente físico y social*. La cuestión es saber que, en último caso, toda representación va unida a convenciones. La perspectiva del constructivismo va en la línea de la ausencia de criterio absoluto para decir como *hay* que representar las cosas ya que una misma situación se puede modelizar de infinitas maneras (Flanagan, 1991 cita a Piaget). En todo caso, los criterios podrían ser relativos al contexto o a nuestros proyectos. Como afirman Mc. Comas, Almasroa y Clough, (1982), *La gente de todas las culturas contribuye a la ciencia, ya que la ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales*.

Categoría: 3.2. Concepción de ciencia

Esta es la categoría central de los diferentes conceptos sobre la naturaleza de la ciencia. Esta categoría es vista desde sólo dos perspectivas epistemológicas, por una parte está la concepción del empirismo inductivo con un porcentaje mínimo y, por la otra, la del positivismo lógico, con un porcentaje muy elevado.

La perspectiva del empirismo con 93.33 % (ver gráfica 3.2., p. 117), visión que con algunos matices es compartida también por la perspectiva positivista, sustenta este punto de vista así *Es el conjunto de enunciados universales que se obtienen de un conjunto de enunciados observacionales particulares. Es una colección de generalizaciones (leyes y teorías) sobre la asociación y sucesión de fenómenos que se derivan de la observación. La ciencia se considera absoluta, objetiva y ahistórica*. La representación que los profesores entrevistados tienen en su mente del significado de la ciencia, en lo general coinciden con el enunciado antecedente en que ésta es:

R. Un conjunto de conocimientos (o de saberes) sistematizados, verdaderos, sujetos a la verificación y a la comprobación, claros, objetivos, emanados de la búsqueda por medio de un método o metodología (ordenada y sistemática) que nos permite

generalizar el conocimiento y explicarnos el mundo.

Desde la perspectiva positivista con un 6.6% (ver gráfica 3.2., p 117), la forma en que se define la noción de *ciencia* como un *Conjunto de teorías, con una organización racional lógico-matemática y demostrables empíricamente*, encuentra su correlato en uno de los profesores en la expresión siguiente:

R. La explicación objetiva y racional del universo...la ciencia consiste en conocer las leyes de la naturaleza, en explicarnos la naturaleza, los fenómenos naturales

Como se observa en las conceptualizaciones que los profesores emiten sobre la idea de ciencia, esta se corresponde con las definiciones más tradicionales de la ciencia que se utiliza en el lenguaje restringido empleado en la mayoría de los cursos de ciencia, lo que muestra el carácter instituido de las definiciones que utilizan un marco teórico admitido. En este caso, esta definición de ciencia que esta presente en los profesores parece ser el efecto de una estandarización de la representación del concepto de ciencia, en donde se refleja un discurso en el que los profesores son participantes de ese universo de lenguaje que les homogeniza su visión particular del conocimiento. Lo que se puede observar es que la visión de los profesores está *integrada* a algo más amplio, la institución social que es la ciencia (tradicional, ortodoxa, clásica). Una visión organizada y admitida comunitariamente y que a través de la cultura y el lenguaje (científico universal) los profesores han (más o menos) adquirido en su proceso de formación profesional, como un condicionamiento que no va más allá del discurso establecido, han uniformado o *estandarizado* su percepción del mundo. La cultura (científica) habría inventado representaciones mentales que cualquiera puede aislar, interiorizar y a veces comunicar quizá sin entender el origen de tales representaciones. Desde el racionalismo crítico, la percepción es diferente con Popper (1994) y Lakatos (1993) pues ellos consideran que la ciencia es *Un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir y explicar el comportamiento de algún aspecto del universo*. Desde el relativismo, el punto de partida son los compromisos básicos y los presupuestos compartidos, donde la ciencia se entiende como la *Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías, dicha organización parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas*, según los puntos de vista de Kuhn (1962), Toulmin (1977), Feyerabend (1982) y Laudan (1987).

Categoría: 3.3. Finalidad de la ciencia

En esta categoría se ubican dos visiones epistemológicas: el empirismo y el positivismo.

El empirismo, registró un 40% (ver gráfica 3.3., p. 117), y la definición teórica indica que la finalidad es *Describir y explicar los fenómenos de la naturaleza a través de la elaboración de teorías acabadas*. El positivismo a su vez captó 60% y describe su idea de la finalidad de la ciencia como *Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabadas, completas y lógicamente consistentes*. ambas visiones aparecen en

este punto como si tuviesen la misma respuesta respecto a cómo los profesores captan la idea de los fines del conocimiento científico, de manera tal que los profesores entrevistados coinciden en describir esta categoría en términos muy similares, pero utilizando tres niveles de clasificación de las respuestas sobre los propósitos y objetivos de la ciencia:

Una primera clasificación alude al nivel del saber científico, se registran los puntos de vista de seis profesores:

R. (La ciencia) nos ayuda a describir y explicarnos los fenómenos que nos rodean, a darles una razón

R. Sirve para interpretar y explicar e incluso en algunas ocasiones controlar y predecir.

R. Sirve para resolver problemas, de manera que se pueda dar una solución a ellos

R. Yo creo que el conocer implica que podamos explicarnos los fenómenos de la naturaleza y, de esa manera, poder preverlos, manejarlos y tratarlos adecuadamente

R. Para construir ideas más claras, más específicas.

R Descubrir o redescubrir (el conocimiento), Una respuesta a la curiosidad misma del científico, Sirve para indagar el porqué de un fenómeno o hecho.

La segunda clasificación se relaciona con la utilidad social del conocimiento científico:

R. Sin embargo todo el conocimiento nos ayuda a poder emplear este de alguna manera en que el ser humano pueda vivir más adecuadamente.

R. mejorar el nivel de vida del ser humano.

R. El fin último de la ciencia es el bienestar el hombre, el bienestar de la sociedad

R. Mejorar sus condiciones de vida

R. Estamos sujetos a los avances de esa ciencia en beneficio del hombre, en la salud, en todas las tecnologías que existen, en la alimentación, en las comodidades ¿no?.

La tercera clasificación maneja las concepciones relativas a la aplicación a nivel del desarrollo tecnológico

R. (Sirve para) desarrollar tecnología, para desarrollar equipo. Hacer descubrimientos tecnológicos.

R. Esto lo convierte, por ejemplo, en algo llamado tecnología, en algo llamado ciencia aplicada.

R. Proporcionar conocimientos para que la tecnología digamos se pueda fabricar, elaborar objetos que nos hagan la vida más cómoda

Dentro de las finalidades de la ciencia, señaladas por los profesores en el primer nivel, aparecen algunos elementos significativos tales como *describir, explicar, controlar, prever, predecir*, coincidente con las visiones empirista y positivista. En el racionalismo crítico sustentado por Popper (1994) y Lakatos (1993) ellos difieren de la visión anterior y parten de la idea de que la finalidad de la ciencia consiste *A partir de conjeturas y refutaciones (a las hipótesis y programas de investigación), buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad*, mientras que desde el relativismo para Kuhn (1962), Toulmin (1977), Feyerabend (1983), Laudan (1987), la finalidad consiste en *Desarrollar paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para entender los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos*. Estas percepciones del primer nivel sobre la finalidad de la ciencia, no son precisamente consecuentes con la expectativa de los profesores planteados en el segundo nivel, como puede verse en la segunda clasificación de los fines del conocimiento, cosas como *mejorar el nivel de vida, el bienestar de la sociedad, el beneficio del hombre, comodidades*, aspectos éstos por demás evidente, pues los profesores están confundiendo la tecnificación con el conocimiento científico, situación que se traduce consecuentemente en la tercera clasificación de los fines de la ciencia, en donde ya se asocian los medios para lograr el avance y desarrollo tecnológico, todo ello con un modelo de representación teórica del mundo subyacente, el de la ciencia tradicional, y su concepción del progreso científico-tecnológico.

Categoría: 3.4. Niveles de organización

Esta categoría está presentando dos visiones epistemológicas: la del empirismo y la del positivismo lógico.

Con un porcentaje muy elevado 53.3% (ver gráfica 3.4., p. 117) que define el esquema que domina en la mente de los profesores en relación con la estructura de organización que conduce a la construcción del conocimiento científico la concepción empirista, afirma que *Es lícito generalizar a partir de enunciados observacionales, estas generalizaciones conforman enunciados universales y se refieren a todos los acontecimientos de un determinado tipo en todos los lugares y todos los tiempos: a). Experiencias, b). Hechos, c). Enunciados observacionales, d). Enunciados generales, e). Leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la predicción*. Entonces, en función de esta estructura organizativa, que posibilita tener una visión de orden (inductivo-deductivo) que le da sentido y lo que le confiere el ingrediente de racionalidad al proceso de construcción del conocimiento científico, se captó cómo es que los profesores entienden que se da este proceso, al respecto ellos identifican los siguientes elementos y su orden respectivo:

R. Descubrir ciertos hechos que se presentan en lo fáctico, en lo no fáctico (la observación), enunciar un problema sobre un fenómeno; enunciar las explicaciones

previas (hipótesis), La experimentación; principios de carácter universal; ley científica; teorías y modelos teóricos.

El positivismo, por otra parte con un porcentaje bajo de 46.6 (ver gráfica 3.4., p. 117), enuncia que *Las teorías científicas se presentan como una estructura que agrupa leyes experimentales, sistemas axiomáticos y reglas de correspondencia que correlacionan términos del sistema axiomático con magnitudes experimentales determinadas y modelos asociados*. Este tipo de sustentación teórica resulta difícil de encontrar como correlato empírico en el pensamiento de un profesor, ya que la naturaleza de la exigencia formal de esta visión no se observa en las respuestas de los profesores. No obstante, se ha tomado una de las respuestas de un profesor, que dice:

R. Empiezo con un problema, posteriormente trato de documentarme más sobre ese problema ya sea en bibliografía o en investigaciones...planteo una hipótesis inicial que me va a dar la pauta para crear un trabajo experimental en la cual yo debo aclarar que tipo de metodología voy a aplicar ahí...valoro la factibilidad de la investigación, hago mi experimento, ordeno mis datos, los someto a un tratamiento estadístico, infiero una conclusión y luego, pues lo informo.

Estas concepciones de organización del conocimiento científico, que los profesores describen apoyándose básicamente en el esquema de la representación del método científico, siguen caminos tanto inductivos como deductivos. Esta organización concuerda con el modelo de exploración racional de la naturaleza, que obedece a un determinismo producto de una sola forma de estructurar el conocimiento del mundo objetiva, típica de la ciencia clásica y del uso del llamado lenguaje universal de la ciencia. Desde el racionalismo crítico, el conocimiento científico, siempre sujeto a la crítica, se organiza en principios, hipótesis, teorías y programas de investigación. Por otra parte, el relativismo, sin una pretensión de un esquema organizativo unitario, considera con Kuhn (1962), Toulmin (1977) y Feyerabend (1983), que el conocimiento se organiza en *conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos*, dentro de contextos sociales diferenciados.

Categoría: 3.5. Desarrollo de la ciencia

En esta categoría se registraron dos visiones epistemológicas con puntajes muy contrastantes, la del empirismo y la del relativismo.

La visión empirista con un porcentaje bastante alto 93.3% (ver gráfica 3.5., p.117), concentra en su referente teórico la posibilidad de interpretar la manera de entender el desarrollo de la ciencia por la mayoría de los profesores, al observar este referente que dice *La ciencia evoluciona a través de la progresiva incorporación de resultados pasados a teorías presentes, por lo que da una impresión de una continua acumulación*. Al comparar este enunciado con las respuestas concretas de los profesores se puede observar la congruencia que encuentra en afirmaciones como las siguientes:

Profesor 1:

P. ¿Cómo piensas tú que avanza el conocimiento científico?

R. Cuando la ciencia avanza en un solo sentido, el conocimiento tiene que ser de menos a más...el conocimiento acumulado sigue siendo la base, el conocimiento acumulado tiene que ser antecedente, en estos momentos ningún científico puede decir que ha partido de cero, todo científico tiene que partir de un conocimiento acumulado así sea en un nuevo avance, en un nuevo paradigma.

Profesor 2:

P. Y el movimiento de tipo evolutivo (de la ciencia) ¿cómo consideras que se da?,

R. Pues tiene que ser más bien...de avances y retrocesos,

P. ¿De qué partimos entonces en ese movimiento?,

R. ¿De qué partiríamos? a h, caray!, pues sería de la experiencia, de lo acumulado ya, de los antecedentes,

P. Cuando estos antecedentes que tenemos no son suficientes para aplicarlos y explicar un fenómeno ¿tenemos qué?...

R. Tiene que pensar el científico en buscar más estrategias de investigación para entender el fenómeno.

P. ¿Y superar los conocimientos que ya estaban?,

R. Si, así debe ser, ahí está la ciencia que tenemos, por ejemplo, las teorías algunas en base a nuevas investigaciones, han tenido que ser superadas,

P. Pero entonces ¿es acumulativo el conocimiento o no?,

R. Pues yo siento que si, se va acumulando pero va creciendo,

P. Pero ¿y si las teorías son incompatibles unas con otras?,

R. ¡Ah, caray! Pues ahí si ya...de cualquier manera no se desechan,

P. ¿Algunas sí?,

R. Algunas si, hay algunas que siguen apoyando a pesar de que aparecen algunas nuevas, se siguen conservando por que tiene unos elementos rescatables que explican a lo mejor una parte de la realidad,

P. O sea que son explicaciones que conservan cierta validez ¿podríamos decir?,

R. Puede ser, sí. Ahí tenemos el caso de la mecánica cuántica, comparada con la mecánica clásica. Hasta cierto momento, la mecánica clásica explicó fenómenos físicos que fueron atendidos y resueltos perfectamente, pero al entrar a la mecánica cuántica algunos fenómenos ya no fueron tan aceptables ni tan comprobables como lo eran con la física clásica, sin desechar las teorías de la física clásica, la mecánica cuántica puso en duda ciertos principios y ciertos criterios y esto permitió un avance que dio como resultado nuevas explicaciones y nuevos conocimientos.

La visión del relativismo implica un cambio muy significativo y, aunque en esta visión apenas aparece la idea de uno de los profesores entrevistados 6.66 % (ver gráfica 3.5., p. 117), es un ángulo de mirada necesario para ver cómo entiende el desarrollo de la ciencia esta perspectiva *Se da por revoluciones o por evolución (camino espiral) de manera discontinua*. Esta visión está representada en la concepción de uno de los profesores que dice lo siguiente:

R. Se da por espiral ascendente, bueno incluso hay que analizar cómo se ha dado el conocimiento históricamente en la Física ¿verdad?, yo creo que no es un avance continuo, porque si se dan determinadas épocas en que ese conocimiento avanza, otras épocas prolongadas o menos prolongadas que se estanca...

Como se puede ver en esta concepción del crecimiento, evolución y avance de la ciencia, en la perspectiva clásica, dentro de esta perspectiva la historia no existe. A lo largo de su evolución, las ciencias han borrado poco a poco su origen particular, pretendiendo que sólo hay una ciencia única universal. Desde esta perspectiva se ha empezado a creer que todo depende de razonamientos que pueden ser los mismos en cualquier lugar y se pretende que el discurso científico obedece a una racionalidad independiente de cada época. De este modo se endurecen las aproximaciones científicas hasta el punto de borrar todo lo que tiene de relatividad histórica. Así es como la historia de las ciencias ha borrado a menudo su dimensión histórica (...) al contrario, se ha querido mostrar el desarrollo del progreso científico, generalmente visto como inexorable y tal lineal (y acumulativo como lo describen los profesores entrevistados en este estudio). Desde la perspectiva clásica, se privilegia la continuidad presentando el movimiento de los conocimientos como un proceso racional, completamente lógico, en el que necesariamente un estado deriva de otro, es el principio de causalidad o encadenamiento lineal de causa a efecto, como núcleo central de la explicación científica. Los trabajos de Thomas Kuhn y su noción de matriz disciplinaria o paradigma (1962) admite que la investigación científica está influenciada por su perspectiva, sus lentes, sus prejuicios, los proyectos subyacentes (compromisos básicos), etc. Aquí la sociología –o la historia de las ciencias- empieza a considerar como los elementos sociales pueden estructurar los conocimientos científicos. Además de Kuhn, filósofos de la ciencia como Feyerabend (1965), Lakatos y Musgrave (1970), Prigogine y Stengers (citados por Fourez, 1979) piensan ahora que las ciencias son un producto de la historia de los humanos y van unidas a esa historia. La perspectiva histórica privilegia la discontinuidad, presentando el movimiento de los conocimientos como la sustitución incesante de las representaciones teóricas (reestructuración de

las estructuras cognitivas) que el sujeto tiene de las cosas con las rupturas típicas de los desequilibrios y equilibrios, Piaget (1989) en el paso de un estado de conocimiento a otro más elaborado. Esta visión toma como centro al sujeto en interacción con el objeto de conocimiento, y también en su desarrollo evolutivo y lo asimila al proceso de desarrollo de la ciencia.

5.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LAS CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE

De la misma manera como se organizó la interpretación de las visiones epistemológicas, la información de los resultados sobre las concepciones de aprendizaje, ha sido organizada para su interpretación, en cada uno de los tres ámbitos ya manejados. Tomando en consideración a cada categoría, se parte del porcentaje de respuesta que captó la frecuencia de las respuestas de los profesores en cada categoría, a continuación se cita el referente teórico que explica la concepción de aprendizaje, luego se toma la respuesta de los profesores como ejemplo para ilustrar respectivamente a la categoría en cuestión y seguidamente se hace una interpretación sobre la comparación de los puntos de vista teórico y empírico en forma crítica.

5.2.1. Ámbito: Caracterización

Categoría: 1.1. En qué consiste el aprendizaje

En esta categoría se ubicaron cuatro visiones del aprendizaje: aprendizaje mecanicista, aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje significativo y aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.

En la visión del aprendizaje mecanicista con el 46.66 % (ver gráfica 1.1., p. 120), que comparten la mayoría de los profesores entrevistados, se considera que el aprendizaje se da a partir de la *Adquisición de información sobre la 'realidad' a partir de la asociación de ideas*, en este caso se toma como ejemplo la respuesta de uno de los profesores que fue ubicado en esta concepción el cual indica que:

P. ¿Qué es el aprendizaje para ti, en qué consiste aprender ciencias?

R. Pues precisamente en este proceso de que nos apropiemos de ciertos conocimientos que provoquen un cambio en la conducta, en nuestra conducta....

Para la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento con un 20.00 % (ver gráfica 1.1., p. 123), este consiste en *Obtener información directamente del libro de la naturaleza a partir de la replica de los fenómenos*, pensamiento que coincide con la visión de los profesores que tienen esta forma de pensar y que se ilustra con el siguiente pensamiento:

R. Se requiere que el alumno funja como si fuera un investigador, que el alumno manipule, que el alumno maneje, que el alumno redescubra lo que en algún momento, bajo ciertas condiciones alguien, un científico se encargó de descubrir. Consiste en

trabajar de manera experimental a base de diseños experimentales, a base de experimentos que generen en él la necesidad de resolver un problema, de hacerlo que se planteé el problema, no de darle el problema sino que a partir de un fenómeno determinado él se vea en la necesidad de preguntarse el porqué, el cómo y todas las características que habrán de dar como resultado el redescubrir un fenómeno que obviamente ya está explicado, ya está dado.

La visión del aprendizaje significativo 26.66 % (ver gráfica 1.1., p. 120), se representa como *La adquisición de conceptos a través de la comprensión e incorporación de significados*. Esta idea del aprendizaje es compartida por varios profesores, alguno de ellos dice al respecto que:

R. Es la forma en que el alumno anexa el nuevo campo de conocimientos a los que ya tiene y obviamente lo puede hacer de distintas formas, pero en resumen, cuando esa asimilación se logra el alumno adquiere un nuevo conocimiento.

Finalmente, en la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual con un 6.66 % (ver gráfica 1.1., p. 120) la sustentación señala que éste consiste en *Construir una interpretación racional del mundo a partir de las interacciones entre el sujeto, sus ideas, sus estructuras y la realidad*, visión que, por otra parte uno de los profesores la tiene de entre una proporción muy reducida y menciona que:

P. En qué consiste para ti el aprendizaje de las ciencias?

R. Pues aprendizaje consistiría en que la persona asimile nuevos conceptos, procedimientos, actitudes, nuevas formas de participación, que modifique quizá las ideas que tenían antes, los propios conceptos o preconceptos que tenían los maestros, hay que ver que a través del aprendizaje los superen, los modifiquen, los cambien.

La reflexión sobre las implicaciones de cada enfoque de aprendizaje permite entender más de cerca la naturaleza de sus principios, así en el enfoque mecanicista del aprendizaje se parte de la idea que el conocimiento científico se asume como absoluto y verdadero y por lo tanto aprender ciencia requiere de la reproducción de ese conocimiento de la manera más fiel posible. Esta posición (realismo interpretativo), asume que la ciencia permite conocer cómo es realmente la naturaleza y el mundo y que, por lo tanto, aprender ciencia es saber lo que los científicos saben sobre la naturaleza, es decir, formarse *las representaciones (del conocimiento) en forma pasiva, como formatos en los que debe acoplarse la información*, tesis contra la que están precisamente Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982).

En la perspectiva de aprendizaje por descubrimiento, tal como lo describe el profesor entrevistado se trata de que los alumnos vivan y actúen como *pequeños científicos* y asume el método científico, como la aplicación rigurosa de una estrategia de investigación que conduce al alumno necesariamente al descubrimiento de la estructura de la realidad, en este caso, al *redescubrimiento* de los mismos principios que en ella

encontraron los científicos. Se trata de una concepción del realismo interpretativo, basada en una visión inductivista de la ciencia.

El principio en el que se apoya la visión del aprendizaje significativo es la máxima de Ausubel *Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, averígüese esto y enséñese en consecuencia* (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). El aprendizaje significativo exigiría una compatibilidad básica entre las representaciones previas del alumno y las representaciones formales del conocimiento científico, en donde lo más importante es que los alumnos acaben por compartir los significados de la ciencia, como un conocimiento externo al alumno y que deben recibir con la mayor precisión posible.

En la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, tanto en el sustento como en la posición de los profesores entrevistados se concibe a las representaciones del conocimiento funcionando de forma activa y no pasiva como el caso de la visión del aprendizaje memorístico. La actividad aquí consiste en una planificación para dirigir la atención del alumno en la elaboración y construcción de su propio conocimiento. En este enfoque las representaciones previas ocupan un lugar central, de manera que la meta del aprendizaje será cambiar esas representaciones previas de código restringido por otras representaciones que se aproximen más al conocimiento científico.

Categoría: 1.2. Rasgos generales

En esta categoría se presentan tres visiones del aprendizaje: aprendizaje mecanicista, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo.

El aprendizaje mecanicista con el 33.33 % (ver gráfica 1.2, p. 120) se caracteriza por ser *Acumulativo, universal, antimentalista, mecanicista y memorístico*, el cual viene a ser representado por el siguiente texto de respuesta de uno de los profesores:

P. Y ¿qué objetivo persigue esta estrategia?

R. Que el alumno se aprenda de memoria el contenido.

El aprendizaje por descubrimiento con el 40.00 % (ver gráfica 1.2., p. 120), se caracteriza por lo siguiente *individual y centrado en el activismo*, del cual uno de los profesores entrevistados contesta lo siguiente:

R. Debe haber una serie de tareas, de actividades, donde siempre haya una relación entre el conocimiento, el alumno y yo maestro, debemos estar interactuando los tres

El aprendizaje significativo con un 20.00 % (ver gráfica 1.2., p. 120) tiene como rasgos generales que es *Significativo (carga semántica), jerárquico, secuencial, dinámico e individual*, por lo que uno de los profesores señala que:

R. Los pasos que siempre partimos, es de una pregunta generadora, de acuerdo al tema que estamos manejando y empiezan ellos a sacar sus ideas y vamos construyendo, hasta llegar a un concepto

Los rasgos característicos de cada enfoque de aprendizaje, de acuerdo a las finalidades que se pretende alcanzar dan como resultado una clasificación que puede tipificarse como reproducciónista, utilitaria y de la comprensión significativa de los conocimientos científicos.

Categoría: 1.3. Papel del sujeto

En esta categoría se ubicaron tres concepciones del aprendizaje: mecanicista, por descubrimiento y de aprendizaje significativo.

En la perspectiva del aprendizaje mecanicista con la proporción de porcentaje más alta con 46.66 % (ver gráfica 1.2., p. 120) se caracteriza al sujeto como *Pasivo y receptivo, responde a los estímulos físicos y simbólicos del medio*. Expresiones éstas que reflejan también la percepción que tiene uno de los profesores entrevistados sobre sus propios alumnos:

P. ¿Cuál consideras tú que es el papel del alumno para obtener resultados favorables en el aprendizaje de esta materia?

R. Lo que ocurre aquí es que generalmente el alumno ocupa un papel pasivo en este proceso ¿verdad?. Es el profesor el que va induciendo a que haga el razonamiento, a que elabore tal o cual experiencia y vamos a decir que le plantea una serie de preguntas para que él conteste, por eso es que yo digo que el papel activo lo toma el profesor ¿no?, no el alumno.

La postura del aprendizaje por descubrimiento con un 33.33 % (ver gráfica 1.3., p. 120) caracteriza el papel del aprendiz como sigue *Activo, producto de su interacción con el medio*, esta visión del alumno tiene un correlato en cuenta por parte de los profesores, los cuales indican que:

P. Y ¿cuál es el papel que le toca desarrollar al alumno para obtener resultados favorables en el aprendizaje de esta materia que tú enseñas?

R. principalmente observar fenómenos de su vida diaria, después traerlos al aula y tratar de preguntarse por qué ocurren y tratar conjuntamente con sus compañeros y el maestro de tomar métodos, formular de tratar de explicar ese tipo de fenómenos.

P. ¿ Le toca un papel activo al alumno?

R. ¿Si, un papel activo, generalmente los alumnos más que llevarse una tarea sosa y cotidiana a la casa, generalmente se llevan siempre una pregunta.

La visión del aprendizaje significativo con un 20 % (ver gráfica 1.3., p. 120), define el papel del sujeto en los siguientes términos *activo en la organización de los nuevos significados, se basa en la experiencia y en la afectividad*, esta conceptualización es apropiada para ver a través de ella la posición de uno de los profesores:

P. ¿Qué papel debe asumir el alumno?

R. ¿El alumno?, pues de alguna manera debe ser muy reflexivo, muy crítico, o sea ellos dicen ¡oiga maestra! y si pasa esto o sea, si yo corto la hoja de un árbol ¿porqué entonces le sale juguito blanco y yo ya no puedo volver a meterlo?, porque ellos así dicen juguito blanco, en la hoja. Cuando ya el alumno está pensando más allá y está tratando de poner ejemplos que a mí ni siquiera se me ocurrieron para ponerlos, entonces yo veo que el alumno se está interesando y tratando de comprender el concepto, entonces ahí es cuando él está motivado a comprender.

Siguiendo cada concepción de aprendizaje ejemplificada, en esta categoría se describe el papel del alumno de acuerdo a un perfil, con las características que definen una manera de representación del conocimiento científico por parte del alumno en relación con el objeto de aprendizaje: adquisición de representaciones del contenido altamente condicionadas (aprendizaje mecanicista), adquisición de representaciones del contenido con un sentido eminentemente pragmático (aprendizaje por descubrimiento) y la adquisición de representaciones del conocimiento científico por asimilación de acuerdo a una secuencia lógica del contenido (aprendizaje significativo).

Categoría: 1.4. Objeto de aprendizaje

En esta categoría se registraron cuatro visiones del aprendizaje: mecanicista, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual.

En la visión del aprendizaje memorístico con 33.33 % (ver gráfica 1.4., p. 120), se ubicó como objeto de aprendizaje las *Conductas y algoritmos que dan cuenta de la realidad*, idea que se ilustra con la visión de uno de los profesores:

P. ¿Has pensado cómo aprende el alumno conceptos de biología, por ejemplo el concepto de célula?

R. Pues sí, si lo he pensado, lo puede aprender mejor consiguiendo todos esos materiales y haciéndoselos llegar para que se los grabe pues.

P. ¿Cómo se los debe grabar?

R. ¿Cómo?, pues dejándole, por ejemplo el concepto porque ese si se lo tiene que aprender, entonces se tendría que aprender el significado de cada una de las partes de la célula, pues tiene que estudiar y se los tiene que aprender ¿cómo?, pues estudiándolo.

P. Sí, pero ¿qué tiene que hacer mentalmente, tiene que memorizar o qué?

R. Sí, tiene que memorizar, sí porque un concepto lo tiene que memorizar.

Por su parte la concepción del aprendizaje por descubrimiento llegó al más alto porcentaje 46.00 % (ver gráfica 1.4., p. 120) y explica desde su perspectiva que es *El desarrollo de explicaciones inductivas a partir de una acción experimental*, afirmación que es compartida por uno los profesores, en la siguiente opinión:

R. Yo creo que es importante, repito, elaborar estrategias en las que el experimento les permita, en forma activa, un aprendizaje por descubrimiento, redescubrir los conceptos que ya fueron descubiertos. El aprendizaje por descubrimiento, en apoyo a los distintos escenarios en que pueden llevarse a la práctica en la formación de equipos, el uso de las concepciones previas que tenga el alumno considero yo que son medulares para llegar a obtener un aprendizaje que se relacione y se vincule con la experiencia personal de cada uno de los muchachos...

El aprendizaje significativo representado en este caso por 13.33 % (ver gráfica 1.4., p. 120) asume que los objetos de aprendizaje son *Los conceptos, su incorporación y su reorganización en la estructura cognitiva*, percepción que aparece en los puntos de vista de los profesores:

R. Pienso que primero tendría que acercarse al problema, al fenómeno a estudiar, al concepto o conocimiento.

Finalmente el aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual con un 6.66 % (ver gráfica 1.4., p. 120), muestra que el objeto de aprendizaje tiene que ver con *La construcción de conocimientos mediante la reestructuración y transformación de las estructuras cognitivas y/o conceptuales*, tal como lo señala alguno de los profesores en este enfoque de su visión:

R. Bueno, según entiendo, el aprendizaje para mí consistiría en el cambio de las estructuras cognitivas, a través de todo el proceso de desarrollo del alumno, hasta que haya una estructura perfectamente equilibrada.

En esta categoría, se hace un deslinde sobre cuál es el punto de partida en el aprendizaje, esto es, el alumno o los contenidos. De acuerdo con los resultados obtenidos de la observación de los maestros en relación con el objeto de aprendizaje, éste es visto por la mayoría de los maestros como siendo adquirido por los alumnos a partir del objeto o del contenido, el cual se convierte en el centro alrededor del cual gira el alumno como determinado por dicho contenido. Esto no quiere decir que en todas las perspectivas del aprendizaje el centro sea el objeto de conocimiento, ya que en el caso de la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, esta visión está orientada hacia el alumno como el centro de la actividad del aprendizaje, como bien lo ejemplifica el profesor entrevistado.

5.2.2. **Ámbito: Procesos**

Categoría: 2.1. Procesos cognitivos

En esta categoría se ubicaron las perspectivas del aprendizaje memorístico, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual.

En la concepción del aprendizaje memorístico con 40.00 % (ver gráfica 2.1., p. 120), la idea que orienta el proceso cognitivo señala la *Memorización, asociación, almacenamiento, recuerdo y recuperación de información*, lo cual tiene una expresión adecuada en esta visión de uno de los profesores:

P. ¿Cómo ocurre este aprendizaje de biología en tus alumnos, cómo obtienen el conocimiento?

R. Pues lo obtienen por medio de la observación que ellos hacen, de lo que se ve.

P. Y, ¿luego de la observación?

R. De la observación, pues lo pueden llevar a la práctica, hay algunos conocimientos que si se pueden comprobar.

En la visión del aprendizaje por descubrimiento también con 40.00 % (ver gráfica 2.1., p. 120), la perspectiva teórica señala que los proceso cognitivos son *Inductivos que posibilitan relacionar conceptos dentro de una estructura y el razonamiento facilita los procesos heurísticos de descubrimiento*. De acuerdo con lo enunciado, se registra el pensamiento de uno de los profesores, quien dice:

R. El manejo de conceptos da mucho la idea de confusión, porque hay ocasiones en que los alumnos memorizan el concepto más que aprenderlo y al memorizarlo obviamente lo olvidan, yo considero que para demostrarnos si el concepto está afianzado o no en las estructuras mentales del alumno es necesario (...) que ellos puedan decir cómo, cuándo y de qué manera el concepto, por ejemplo, de energía se aplica y se ve manifiesto, que me digan energía es esto y se puede aplicar aquí, se puede aplicar allá.

Otra concepción del aprendizaje, identificada como significativo con 13.33 % (ver gráfica 2.1., p. 120), aporta su referente del proceso cognitivo, en los siguientes términos *Deductivos, donde los conceptos generales que permiten llegar a los específicos que se denominan subsumidores e inductivos para acceder a los conceptos supraordenadores*, también encuentra en una proporción menor una expresión coherente con la visión de uno de los profesores más representativos de este enfoque:

P. ¿Cuál crees que es el proceso mental que el alumno sigue desde que observa un conocimiento para que llegue a un aprendizaje concreto?

R. Bueno yo creo que lo primero sería ¿qué sabes acerca de la luz o para ti qué es la

luz?, más específico, ¿para ti qué es la reflexión, qué es la refracción?, enseguida una serie de cuestionamientos para irlos relacionando, que me dé toda la información de qué sabe, sus ideas previas, enseguida mostrarle un experimento y llevarlo a situaciones donde se den esos fenómenos la reflexión, la refracción donde haya luz natural para que de ahí vaya relacionando, vaya observando, vaya analizando la información que él tenía o que se va diciendo en el mismo grupo, enseguida volver a cuestionar

La perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual también representada con el más bajo porcentaje 6.66 % (ver gráfica 2.1., p. 120), centra el proceso cognitivo del alumno en la *toma de conciencia, abstracción reflexiva, generalización inductiva y constructiva*, y tiene correlato en una de las profesoras que da la materia de Química a nivel Bachillerato:

R. Bueno, empezamos con que ideas tienen sobre el átomo, de hecho les pido que dibujen un átomo, como ellos se imaginan un átomo, que lo representen gráficamente y ya, unos dibujan una carita feliz, otros lo que quieran, tienen chance de dibujar lo que quieran, después ya empiezan a ver lo que son las características, como está formado, qué partes tiene y ya cuando el chavo sabe no sólo la forma en sí, porque la forma es tan variable y está tan matemática que no es así tan real, ya ellos al pedirles una segunda vez que me dibujen un átomo me lo van a dibujar con las partes del átomo con las partículas subatómicas y entonces ya le dan la forma

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta categoría, el proceso cognitivo que los profesores consideran que sigue el alumno para adquirir el conocimiento científico varía según la perspectiva de aprendizaje en la que se ubican, esto va desde la posición que *acepta que en el corazón de la ciencia hay un compromiso con la evidencia y que (...) parece obviar que la evidencia no adopta un camino independiente de la construcción teórica, conceptual y heurística.* (Benlloch, 2002, p. 21). La otra posición que viene a afianzar la visión del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, la sustenta N. Sanmartí (Citado por Benlloch, 2002, p. 26) quien señala que *una de las condiciones para prender ciencias es desarrollar una capacidad autoevaluatora y autorreguladora del proceso de aprendizaje propiamente dicho.* Sin embargo, aunque el enfoque del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual lo señala, por ejemplo la *abstracción reflexiva* no se puede caer ingenuamente en la falacia como indica Osborne (2002, p. 39) *de dar por supuesto que el estudio de la ciencia enseña a los alumnos el pensamiento reflexivo y crítico, el análisis lógico que después podrán aplicar a otras materias de estudio (...) una tesis que se basa en el supuesto engañoso de que el simple contacto con la ciencia proporciona, por algún proceso de osmosis invisible, un sentido de racionalidad crítica.*

Categoría: 2.2. Origen y elementos

Esta Categoría engloba también cuatro perspectivas de aprendizaje conocidas, a saber: memorístico, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual.

Con una mayoría relativa la visión de los profesores se ubica en la visión del aprendizaje memorístico 40.00 % (ver gráfica 2.2., p. 121) y describe que el origen y elementos básicos del aprendizaje se generan *A partir de las relaciones que se dan entre las ideas y el reforzamiento mecánico*, ilustrado con la entrevista realizada a una de las profesoras que se ubicaron en este enfoque, en la materia de biología, en secundaria:

P. ¿Cómo te aseguras de que tus alumnos ya entendieron el concepto de célula?

R. Pues ya cuando yo les pregunto, por ejemplo, cuando yo les pregunto después de que se terminó la clase, y se les explicó ¿qué entendían por célula?, y así, cada una de sus partes, pues si me contesta bien, pues quiere decir que si lo aprendió.

P. Y ¿cómo te das cuenta de que lo comprendió bien?

R. ¿Cómo me doy cuenta?, pues al contestarme bien y que lo relacione, así me doy cuenta.

P. Y ¿Si no te da los mismos términos en que está enunciado el concepto?

R. Aunque no me dé los mismos términos, es que por lo regular los chamacos usan otro tipo de términos.

R. Y ¿Si no coincide lo que él te dice?

R. Pues es que está mal debe de coincidir.

P. Pero, ¿Si eso que te dice significa lo que el concepto formalmente dice?

R. Si significa o qué es, pues entonces está bien

En la visión del aprendizaje por descubrimiento donde se alcanzó 26.66 % (ver gráfica 2.2., p.121), el origen y elementos del aprendizaje se da *Mediante situaciones problemáticas de tipo experimental que conllevan al descubrimiento de las estructuras del conocimiento disciplinar*, esta definición es congruente con la forma en que lo entiende uno de los profesores, de la materia de física II, en secundaria:

R. Cuando vemos tensión superficial, por ejemplo, el que hace la burbuja más grande, es el que se siente, pues no se como el que hizo mejor la demostración. Hay ocasiones en que el experimento sale muy bien y las explicaciones teóricas que elabora no salen tan bien, pero si compaginamos explicaciones teóricas de unos equipos con la realización de experimentos de otros yo creo que el conocimiento queda más o menos

definido y expresado en los muchachos.

El aprendizaje significativo, que en este caso llegó a 20.00 % (ver gráfica 2.2., p. 121) define esta categoría como *Articulando el significado de los nuevos conocimientos con los anteriores dentro de una estructura cognitiva*, circunstancia que ya había sido vista por una de las profesoras, de física II, en secundaria cuando expresaba que:

R. A bueno, primero establecer lo que él sabe, o tiene cognitivamente, o sea un saber, preestablecerlo, enseguida qué quiere saber, enseguida qué tengo de información para formar una estructura, y luego, comprobarla al final para saber si ese conocimiento que el alumno formó es verídico ¿no?

La perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, con sólo un caso 6.66 % (ver gráfica 2.2., p. 121), distingue el origen y elementos del aprendizaje *Mediante el conflicto cognitivo y el reconocimiento del mismo*, como explica el profesor de la materia optativa *Recursos Ecológicos en la Entidad*, de secundaria:

R. El proceso que sigue el alumno yo creo que es a través del conflicto cognitivo, de ese conflicto que tenemos que crear a través de la pregunta generadora, porque se ve que cuando no conflictuamos al alumno, no se da el conocimiento para nada, entonces si al muchacho lo conflictuamos es como él se puede apropiarse del aprendizaje, si no, no existe

Esta categoría condensa las visiones de los profesores hacia el origen del acto de adquisición del conocimiento y los elementos que entran en juego, a saber: la estructura cognitiva, los contenidos de aprendizaje y la relación entre ambos elementos. El énfasis en alguno de estos elementos está dado por la adopción que los profesores hacen de alguno de los enfoques de aprendizaje. Como se puede ver, en los resultados de esta categoría, predomina en los profesores la visión del aprendizaje mecanicista, esto es, el origen del aprendizaje está en el contenido de información en donde *el único criterio al que se acude para determinar qué contenidos son relevantes y cómo hay que organizarlos en el currículo es el conocimiento disciplinar, entendido como el cuerpo de conocimientos aceptado en una comunidad científica*. Por otra parte, en la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento la fuente del conocimiento son los resultados obtenidos a un problema de investigación, así lo ejemplifica uno de los profesores entrevistados, cuyo planteamiento se parece bastante al del modelo de Joyce y Weil (1978, citado por Pozo, J. I., 1998, p. 276) quien a su vez señala que *Tal vez la crítica más completa y sistemática a la 'epistemología del descubrimiento' sea aun hoy la que Ausubel, Novak y Hanesian (1978) realizaron y tiene que ver con el método científico, esto es, el asumir la compatibilidad básica entre la mente de los alumnos y la mente de los científicos, se parte del supuesto de que estos pueden aprender y actuar en múltiples contextos como pequeños científicos. Sin embargo, por deseable que resulte este propósito, parece alejarse bastante de las propias capacidades mostradas por los alumnos – y agrega - nuestro pensamiento se basaría en numerosos sesgos y reglas heurísticas que se desvían bastante de la aplicación canónica del método científico. En*

cuanto al origen del aprendizaje en el modelo del aprendizaje significativo, también señalado por los profesores, se trata de *lograr un ajuste progresivo de las concepciones de los alumnos al conocimiento científico, pero ello sólo se puede lograr como lo señala Ausubel (1995) cuando existan conceptos inclusores o puentes cognitivos entre el conocimiento cotidiano y el científico, sin embargo los alumnos tienen representaciones previas sobre la materia y su funcionamiento cuyos principios son incompatibles con las teorías científicas, por lo que se requiere la reestructuración de esas concepciones de los alumnos.* Finalmente en la concepción del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, se toma al sujeto y los proceso de reorganización estructural del conocimiento en su estructura cognitiva como el origen del conocimiento, a partir de sus concepciones alternativas.

Categoría: 2.3. Verificación

En esta categoría se registró el punto de vista de las cuatro teorías del aprendizaje: mecanicista, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual.

Como se puede observar desde la visión del aprendizaje mecanicista con un 46.66 % (ver gráfica 2.3., p. 121), cuya postura es dominante, la posición teórica define que la verificación es la *Reproducción de información sobre la 'realidad' y cambio de conductas y/o algoritmos.* Esta posición resulta ser compartida por la mayoría de los profesores, uno de cuyos casos es tomado aquí como referente:

R. Bueno, lo más común es hacerles un examen y preguntarles qué es Energía potencial, qué es Energía cinética en el espacio, preguntarles desde este punto de vista qué tipo de energía lleva el cuerpo y si me saben describir qué tipo de energía tiene el cuerpo en un punto dado, si el cuerpo se está moviendo y si me saben plantear las ecuaciones de la conservación de la energía, entonces yo veo que si han aprendido el concepto de conservación de la energía ¿verdad?

La perspectiva del aprendizaje por descubrimiento tuvo un porcentaje ligeramente menor 33.33 % (ver gráfica 2.3., p. 121), y desde esta perspectiva se considera que la verificación consiste en *La congruencia entre las explicaciones, la estructura disciplinar y la heurística del fenómeno en cuestión,* situación que es consistente con los que algunos de los profesores entrevistados manifestaron:

R. Que puedan expresar ellos (los alumnos) de qué manera, cómo y cuando se maneja el concepto de Energía, por ejemplo, se aplica y se ve manifiesto, que me digan Energía es esto y se puede aplicar aquí, se puede aplicar allá.

También la visión del aprendizaje significativo está considerada con un porcentaje del 13.33 % (ver gráfica 2.3., p. 121), y desde este enfoque del aprendizaje, la verificación consiste en la *reorganización de las estructuras cognitivas, que dan cuenta de los nuevos significados,* y aunque es poca su influencia se representa con el siguiente caso:

R. Bueno, yo creo que el alumno aprende cuando comprende el fenómeno y el concepto y, aprendiendo este concepto entonces puede compara este concepto con otros conceptos diferentes, discriminarlos, más o menos por ahí está la cuestión.

Finalmente y para concluir esta categoría se ubica la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual con 6.66 % (ver gráfica 2.3., p. 121). En donde la postura teórica explica que la verificación se consigue *con las inferencias hechas a partir de las acciones del sujeto, las cuales dan cuenta del objeto del aprendizaje*, con un solo caso, se ilustra esta categoría:

R. Bueno, empezamos con qué idea tiene sobre el Átomo, por ejemplo, que los representen gráficamente, luego su papel va a ser el de ellos buscar la información sobre el átomo y al final les pido que me escriba con sus palabras lo que están entendiendo, que no los voy a calificar por si lo que ellos escriban está bien o mal.

La verificación constituye el cierre de todo proceso de aprendizaje, en la idea del logro de metas, objetivos y los propósitos. Como se puede apreciar en las respectivas visiones del aprendizaje, en el aprendizaje mecanicista se trata de verificar la reproducción fiel del conocimiento, en la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento se trata de la probar la utilidad de la aplicación del conocimiento, en el aprendizaje significativo se trata de evaluar la articulación significativa de los nuevos conocimientos y, en la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual se trata de dar cuenta del cambio conceptual operado en las estructuras cognitivas.

5.2.3. **Ámbito: propósitos**

Categoría: 3.1. Propósitos del aprendizaje

En relación con los propósitos del aprendizaje se ubicaron cuatro perspectivas de aprendizaje: mecanicista, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual.

En cuanto al aprendizaje mecanicista con 20.00 % (ver gráfica 3.1., p. 121), éste tiene como sustento la idea de que el propósito del aprendizaje es *Modificar conductas y acumular y reproducir información*, descripción que tiene a su vez un contexto en la siguiente expresión de una profesora de Física II, de secundaria:

R. Es asimilar un conjunto de conocimientos, de estructuras, es apropiarse de un conjunto de ideas (...) y esto implica ir cambiando, cambiar formas, cambiar conducta.

La perspectiva del aprendizaje por descubrimiento con la mayoría de elecciones de los profesores 53.33 % (ver gráfica 3.1., p. 121) sostiene que los propósitos del aprendizaje son *Descubrir las leyes que dan cuenta de la estructura conceptual de los fenómenos en cuestión*, uno de los profesores de Física II, de secundaria lo explica de esta manera:

R. (Para que los alumnos aprendan)...trabajan a base de experimentos, un ejemplo

que me llega ahorita a la memoria es el segundo bloque del curso donde se ven fluidos y se tiene que analizar el principio de Arquímedes, el principio de Bernoulli, el principio de Torricelli, principios que se aplican a los fluidos, entonces para el desarrollo del tema les encargo a los alumnos un trabajo que demuestre cada uno de los principios, ellos se encargan de elegir qué trabajo, bajo qué condiciones y con qué material tiene que elaborar un diseño experimental, de ese diseño explicar el porqué lo elaboraron, para qué les va a servir y finalmente concluir con sus propios términos el principio que descubrió Arquímedes, Bernoulli o Torricelli, cualquiera de ellos.

En la perspectiva del aprendizaje significativo que tiene 20.00 % (ver gráfica 3.1., p. 121), la sustentación teórica dice que el propósito del aprendizaje consiste en *Comprender significativamente la nueva información de tal forma que pueda ser incorporada jerárquicamente a lo que el sujeto ya sabe*, entonces esta idea se engarza con el pensamiento representativo de una de las profesoras de Química, de bachillerato:

R...es el ver que hay otras formas en las que el chavo se le va a facilitar, uno va a ser un facilitador para que logre comprender y no sólo memorizar, que sea una comprensión.

Finalmente en la perspectiva del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual con 6.66 % (ver gráfica 3.1., p. 121), la sustentación sobre el propósito del aprendizaje señala que éste es *Construir, transformar o reestructurar representaciones simbólicas de carácter lógico sobre la realidad*, lo cual no es muy común, es visto muy escasamente por sólo uno de los profesores de la materia Optativa de Ecología, de secundaria:

P. ¿Qué tienes que hacer para ese acto de reconstruir y construir el conocimiento científico en los alumnos?

R. Bueno, tengo primeramente que problematizar al muchacho, conocer lo que él maneja, decíamos ya que nada está en ceros, el muchacho tiene nociones de todo lo que ocurre. Entonces, así es como yo partiría ¿no?, lo que ya está volverlo a construir pues con los muchachos..

5.3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL CAMBIO CONCEPTUAL EN LAS REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS.

La interpretación de los resultados sobre el cambio conceptual, tomó como base la información recabada de los registros específicos de los cambios en el aspecto epistemológico, pocos realmente, que se pudieron observar al final del proceso del ciclo semestral. Importa no obstante, dejar establecido la singular importancia que reviste el análisis de este aspecto, pues es en esta perspectiva donde se ubicó la orientación teórica de esta investigación. Importa sobre todo valorar la utilidad que como herramienta teórica aporta la visión del aprendizaje como cambio conceptual en la postura constructivista. En particular, destaca el enfoque tomado de Posner y Strike,

Hewson y Gertzog (1997), quienes han dado a la interpretación de las visiones de los profesores, la sustentación final básica para tratar de entender la naturaleza del cambio en la perspectiva evolutiva y de transformación estructural de los esquemas cognitivos de los profesores.

La organización de este apartado se hizo tomando en cuenta los registros iniciales sobre cada categoría, se toma la concepción previa tomada de la entrevista inicial y se contrasta con la respuesta al cuestionario final, también referido a la misma categoría, se comparan ambas visiones y se ubica el enfoque en particular de origen y el enfoque final para valorar la pertinencia del cambio efectuado. Al final se hace la interpretación de las expresiones registradas. El cambio conceptual es tomado en forma personal y no grupal, por lo tanto, no se puede hablar de porcentajes sobre un conjunto de profesores en absoluto. Una de las aportaciones valiosas de este enfoque del cambio conceptual es el hecho de que posibilita la relectura del pensamiento del profesor, para develar los sustratos de la expresión verbal del profesor y permite detectar cuando se habla de un cambio a profundidad y cuando sólo se trata, podría decirse, de una forma de encubrir los compromisos básicos que el profesor no ha cambiado, por lo tanto no concita un auténtico cambio a nivel de visión renovada del mundo.

Categoría: 1.3. Papel del científico

Los cambios registrados en las concepciones de los profesores, en la categoría del *papel del científico*, están localizados en los siguientes profesores:

Profesor No. 5

Concepción previa (entrevista)

P. Desde tu punto de vista ¿Cuál es el papel del científico?

R. Bueno, el papel del científico desde mi punto de vista es el de generar nuevos saberes, de producir nuevos conocimientos en el campo de dominio de cada quien en las ciencias naturales

Concepción final (cuestionario)

P. Desde tu punto de vista ¿cuál es el papel del científico?

R. Construir el conocimiento científico, elaborar explicaciones provisionales sobre los fenómenos naturales, es un proceso social e histórico

El cambio conceptual de este profesor se puede observar al pasar de la visión del positivismo lógico al relativismo, compárese su posición en ésta categoría sobre el papel del científico. En la visión del positivismo lógico, como se recordará el elemento central es el método científico, fue la posición que este profesor compartía al inicio del

semestre, en donde él consideraba que para producir un nuevo conocimiento el científico *observa, establece hipótesis, realiza mediciones, obtiene datos, esos datos tiene que analizarlos, estudiarlos y bueno ahí utiliza la lógica y la matemática...* Al final del semestre en este profesor aparece una duda en relación con la idea el método científico y el papel del científico *la labor de ellos es investigar un fenómeno científico (...) porque hay algunos (científicos) que dicen que no hay método, hay algunos que dicen que el método se va construyendo juntamente con el quehacer de la ciencia.*

Puede interpretarse que en el pensar de este profesor se ha dado un cambio conceptual porque el énfasis de su nueva forma de percibir está dado en la estructura de sus ideas y de su evidencia (a través del lenguaje), pero no es así, porque como dice Posner y *et. al.* (1997, p. 90) *No es la simple adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o de un conjunto de conductas, creemos que aprender, al igual que investigar debe ser un proceso conceptual.* En este caso habría que confirmar que el cambio modificó su estructura cognitiva hacia una acomodación, circunstancia que puede apreciarse de manera más clara en la siguiente categoría.

Categoría: 3.2. Concepción de ciencia

El cambio detectado en la visión del mismo profesor sobre la concepción de la ciencia, se registró de la siguiente manera;

Profesor 5:

Concepción previa (entrevista)

R. La ciencia consiste en conocer las leyes de la naturaleza, en explicarnos la naturaleza, los fenómenos de la naturaleza, la ciencia es una explicación objetiva y racional del universo:

Concepción final (cuestionario)

R. La nueva concepción sobre la ciencia, establece que es un proceso de construcción del conocimiento

No se puede afirmar que realmente el cambio se dio en este profesor. El cambio conceptual que se aprecia en este profesor, puede ser sólo en el ámbito verbal. Este profesor traía concepciones sumamente fijas de lo que consideraba como ciencia y conocimiento científico, centradas dentro de la perspectiva del positivismo lógico, en la cual se considera que el científico *descubre* las leyes de la naturaleza, que las verdades están aguardando ahí ser descubiertas y el científico tiene que llegar a ellas obedeciendo a una lógica y racionalidad única y clara, sin embargo al final del semestre la forma de entender esta categoría presentó modificaciones interesantes y afines con reflexiones que consideran que *Las teorías científicas no se descubren, son construcciones o explicaciones que el hombre construye para dar cuenta de un fenómeno*, nótese que hay un salto teórico en la forma de concebir, podría decirse que

es un salto paradigmático, porque aquí lo que proyecta este pensamiento final es que *los sistemas teóricos aparecen como interpretaciones que organizan nuestra visión del mundo, son construcciones humanas, una representación de nuestro campo de acción posible en el mundo*. Sin embargo, aparentemente se podría creer que existe en este profesor una forma más radical de cambio conceptual (por acomodación), como lo señala Posner *et. al.* (1997, p. 90-91) cuando afirma que para que se dé el cambio por *acomodación*, implica *reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales*, no parece ser este el caso, ya que, un cambio de los compromisos básicos de este profesor es algo que no se puede afirmar, pero si como una primera fase del cambio conceptual que se denomina por *asimilación*, en el cual, los nuevos conceptos utilizan los conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos, como ha sido en este caso, sobre la concepción de las categorías sobre la naturaleza de la ciencia. De hecho no se registraron cambios en otras de las categorías consideradas en cuanto a la naturaleza de la ciencia, lo cual confirma que este cambio sólo se dio parcialmente y con un alcance limitado.

El hecho de que no se hayan presentado cambios en las demás visiones epistemológicas refleja que es sumamente difícil que estos cambios se den. El cambio conceptual concebido como una nueva forma de *ver el mundo* implica trastocar los compromisos básicos de los profesores con sus forma de entender y explicarse el conocimiento y tiene que ser, necesariamente, un proceso de toma de conciencia que pasa por un proceso de *desestabilización* de las creencias previas que se asumían como verdaderas, es decir, tomar conciencia de cuál es la postura que se tiene o se asume sobre el conocimiento y saber si es cierto que así se desea ser (postura ontológica), de lo contrario se requiere que el sujeto quiera cambiar, a partir del conflicto que surge en relación con una nueva forma de ver el mundo. Implica un cuestionamiento crítico y encontrar una nueva forma viable y comprensible de explicarse ahora las cosas, desde una nueva perspectiva, implica ciertamente una revolución cognitiva racional en las estructuras mentales del profesor y adoptar una nueva visión paradigmática. Esto puede ser la razón de lo escaso de los cambios que se manifestaron y se pueden explicar en función de por lo menos tres condiciones limitantes en la intervención realizada: El problema del tiempo, el problema de la inadecuación curricular y el problema de la falta de interés de los profesores. Por una parte, no se contó sino con un semestre de trabajo y tan sólo tres sesiones efectivas de 9 hrs, aproximadamente con el grupo. Por otra parte, no se introdujo oportunamente un cambio de enfoque, sobre la enseñanza de las ciencias para reestructurar el currículo vigente, en relación con la visión tradicionalista que se manejó durante los primeros cuatro semestres de la Maestría. Otra causa fue que el quinto semestre y último es un período crítico, en el que los profesores sólo tienen interés en concluir sus estudios sin mayor complicación y no con un compromiso serio con su propio proceso de formación, condición indispensable para ejercer un cambio conceptual (o de cualquier otro tipo).

5.4. INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL CAMBIO CONCEPTUAL EN LAS REPRESENTACIONES DE APRENDIZAJE

Al igual que se hizo con la descripción del cambio conceptual en el aspecto epistemológico, aquí en la concepción de aprendizaje de los profesores se registraron sus concepciones previas y sus concepciones finales. La primera a través de entrevista y la segunda a través de un cuestionario, se comparan y ponderan los resultados y se interpreta la naturaleza del cambio efectuado, en cada categoría ubicando específicamente la nueva concepción que le corresponde a la visión del aprendizaje, lo que permite caracterizar solamente el cambio de los profesores en lo particular, por lo tanto no cabe en este punto un registro de porcentajes a nivel grupal.

Categoría 1.1. En qué consiste

Los cambios conceptuales registrados en los profesores respecto a la categoría en qué consiste el aprendizaje, se presentan a continuación:

Profesor 3:

Concepción inicial (entrevista)

P. ¿En qué consiste para ti el aprendizaje de las ciencias?

R. Es la forma en que el alumno anexa el nuevo campo de conocimientos a los que ya tiene y obviamente lo puede hacer de distintas formas, pero en resumen, cuando esa asimilación se logra el alumno adquiere un nuevo conocimiento

Concepción final (cuestionario)

P. Desde tu punto de vista ¿qué es el aprendizaje, en que consiste para ti aprender ciencias?

R. El aprendizaje es darle significancia a los conceptos, apropiarse de ellos. Enseñar ciencias naturales es permitir que el alumno asimile y acomode los nuevos conceptos a sus estructuras cognitivas, para ello hay que *hacer* ciencia, jugar al científico.

El caso de este profesor es ilustrativo de cómo se da un cambio conceptual de la concepción del aprendizaje significativo a la del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual. Como puede observarse muestra elementos a nivel de la fase del cambio conceptual por *asimilación*, pero no representa un cambio conceptual profundo por *acomodación*, en virtud de que este *puede implicar cambios en las propias asunciones fundamentales (compromisos básicos) respecto al mundo, sobre el conocimiento y en relación con el saber, y que tales cambios pueden ser agotadores o amenazantes, particularmente cuando la persona está comprometida con sus asunciones previas* Posner et. al. (1979, p. 106), tal como es el caso que se está analizando. Obsérvese también, que este profesor, en su concepción final sobre el

aprendizaje describe qué se tiene que *hacer* para lograr que el alumno *asimile* y *acomode* los nuevos conceptos. De hecho, él está manejando verbalmente y con ideas correctas qué entiende por aprendizaje, y aparentemente refleja la visión de un nuevo enfoque de aprendizaje, sólo que éste se finca sobre la base de sus conceptos previos, es decir, sigue firmemente comprometido con sus asunciones previas sobre el aprendizaje por descubrimiento, las cuales a su vez se proyectan en su forma de pensar *yo parto de la premisa más antigua acerca de lo que es el aprendizaje y es que hay que conocer haciendo y yo creo que en las ciencias naturales esta premisa se da, pues al cien por ciento*. Así pues, como lo maneja Posner y otros, en el caso de este profesor, la segunda fase del cambio conceptual no se da porque ésta sucede sólo cuando se han modificado los compromisos centrales.

Profesor 4:

Concepción inicial (entrevista)

P. Desde tu punto de vista ¿qué es el aprendizaje, en qué consiste aprender ciencias?

R. Pues aprendizaje consistiría en que la persona asimile nuevos conceptos, procedimientos, actitudes, nuevas formas de participación, que modifique quizá las ideas que tenía antes... Yo creo que también, los propios conceptos o preconceptos que tengan los maestros, hay que ver que a través del aprendizaje los superen, los modifiquen, los cambien.

Concepción final (cuestionario)

P. Desde tu punto de vista ¿qué es el aprendizaje, en qué consiste aprender ciencias naturales?

R. Es la apropiación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, se aprende ciencias naturales cuando verdaderamente se entra en contacto con la naturaleza.

Este caso representa una contradicción pues el cambio conceptual que se anuncia, si se da pero a la inversa, es decir, el cambio es más característico de la concepción del aprendizaje significativo hacia la concepción del aprendizaje por descubrimiento. Lo que se refleja es que no hay claridad conceptual ni coherencia en la visión teórica del aprendizaje, porque tal como lo dicen Posner y otros (1997, p. 98) *la forma en que la persona representa el conocimiento y las teorías determina su habilidad para dar sentido y utilidad a esas nuevas ideas. Sólo si el estudiante construye psicológicamente una representación coherente y con sentido de una teoría puede esta convertirse esta en un objeto de valoración y en un instrumento del pensamiento, Sólo una teoría inteligible puede ser candidata a una nueva concepción en un cambio conceptual*. De ser así, como lo mencionan estos autores entonces sucede que este profesor manifiesta tener sus compromisos básicos sumamente arraigados en la visión del aprendizaje por descubrimiento y que, en la entrevista inicial, él pudo expresar ideas que, si bien pueden considerarse como una conceptualización del aprendizaje significativo, sólo lo son a

nivel verbal, ya que no se puede olvidar el hecho de que *aprender es, fundamentalmente llegar a comprender y a aceptar las ideas, al ser éstas inteligibles y racionales, no es la simple adquisición... de un repertorio verbal*. En suma, no es realmente un cambio conceptual lo que se logró encontrar en este profesor.

Profesor 6:

Concepción inicial (entrevista)

P. Desde tu punto de vista ¿en qué consiste para ti aprender ciencias?

R. Es asimilar todo un conjunto de conocimientos, de estructuras, es apropiarse de un conjunto de ideas y esas ideas llevarlas a la construcción y esto implica ir cambiando, cambiar formas, cambiar conducta. Para mí aprender es algo más complejo y más activo también.

Concepción final (cuestionario)

P. Desde tu punto de vista ¿qué es aprender, en qué consiste aprender ciencias?

R. Cambio de conducta. Estimular las estructuras cognitivas para facilitar que el alumno asimile nuevas ideas

Como puede observarse en este caso, que está fuera del registro de los cambios de tipo conceptual, por haber sido ubicada inicialmente en el enfoque del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, se puede distinguir con claridad es que esta profesora disfraza su discurso sobre el aprendizaje con un acentuado substrato del lenguaje de la concepción del aprendizaje mecanicista, pero ahora encubierto con elementos conceptuales del aprendizaje con sustento constructivista. En este caso no se puede entender que ha habido un cambio conceptual por acomodación, pues se infiere que permanecen intactos los compromisos básicos de esta profesora con su visión del aprendizaje y con una anclaje epistemológico de tipo positivista, lo cual se corrobora con su definición de ciencia *Conjunto de conocimientos verdaderos, comprobables, sistematizados, que bajo una estructura lógica y secuencial forma un saber humano*. En todo caso, lo que procede es reubicar este registro en el enfoque del aprendizaje mecanicista y no como un cambio conceptual.

Categoría 1.3. Papel del sujeto

Profesor 3:

Concepción inicial (entrevista)

P. ¿Cuál es el papel que el alumno debe desempeñar para obtener resultados favorables en el aprendizaje de la materia que tú enseñas?

R. Yo creo que es importante, repito, elaborar estrategias en las que el experimento les

permita en forma activa, un aprendizaje por descubrimiento.

Concepción final (cuestionario)

P. ¿Cuál es el papel que el alumno debe desempeñar para obtener resultados favorables en el aprendizaje de la materia que tú enseñas?

R. El alumno debe estar interesado por el tema, porque en la adquisición del conocimiento es el punto de partida del alumno, *interés, ganas, compromiso*, si partimos de este hecho el alumno puede aprender.

Aquí se puede apreciar cómo se manifiesta la emergencia mínima, pero emergencia al fin, de cambios conceptuales en la fase de asimilación parcialmente. Como ya se sabe, el aprendizaje significativo se basa en la experiencia y afectividad del sujeto para poder acceder a la organización conceptual de los nuevos significados, por lo tanto, este profesor está enunciando sólo una de las características básicas del aprendizaje significativo, si bien no señala los elementos esenciales que Ausubel considera del proceso de aprendizaje significativo en su conjunto, en cual reside en el aprendizaje de representaciones, conceptos o proposiciones

No se puede presuponer que éste profesor ignore el contenido conceptual de en qué consiste el aprendizaje significativo, cuando maneja conceptos tales como *asimilar los conceptos alternativos y acomodarlos a las estructuras cognitivas para finalmente aplicarlos en las explicaciones que haga del mundo que le rodea*, sin embargo, como ya se explicó anteriormente en relación con este caso, la fijación paradigmática que tiene con su concepción de origen impide un cambio definitivo por acomodación.

Categoría 1.4,: Objeto de aprendizaje

Profesor 3

Concepción inicial (entrevista)

P. ¿Tú has pensado la manera en que los alumnos llevan a cabo el proceso mental, intelectual que siguen para lograr el aprendizaje de la materia de Física II?

R. Entonces, creo que el alumno aprende (haciendo las cosas) precisamente de esta manera, entonces él va a conocer óptica manejando y viendo cómo funcionan los aparatos de óptica, él va a conocer mecánica viendo y manejando cómo funcionan los aparatos de mecánica, él va a aprender cada una de las áreas de la ciencia manejando y manipulando instrumentos diseñados...

Concepción final (cuestionario)

P. ¿Cuál consideras que es el proceso mental, intelectual que sigue el alumno para lograr el aprendizaje de la materia de ciencias que tú enseñas?

R. Primero, debe explicitar sus ideas previas, después crearse un conflicto con opción de cambio, experimentar-investigar, asimilar conceptos, aplicar los conocimientos

En esta categoría el profesor analizado presenta una visión que cambia conceptualmente (en apariencia), porque nótese que dentro del proceso que describe el profesor que debe seguir el alumno mentalmente para lograr el aprendizaje, ha incluido los términos de *experimentar-investigar*, proyectando de esta manera su perspectiva del aprendizaje por descubrimiento, encubierta por una terminología del aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.

Consideraciones generales sobre el cambio conceptual

Desde una perspectiva más amplia se puede ver que hubo una cantidad ligeramente mayor de profesores que manifestaron cambios en los enfoques de aprendizaje, pero no así en sus concepciones epistemológicas. Este hecho se presentó en los casos 1, 3, 4 y 6, lo que puede inferirse es que el cambio de las concepciones de aprendizaje, en el caso de los profesores, es más accesible, es más entendible para ellos y está más al alcance para manejarse tanto a nivel práctico como a nivel discursivo, que las concepciones epistemológicas. Lo que está subyaciendo a este hecho es que los profesores no son concientes de la articulación de soporte epistemológico que está a la base de sus concepciones de aprendizaje y que, por lo tanto, ellos no han comprendido que la percepción epistemológica que traen en sus esquemas mentales, determina las formas de concebir el proceso de adquisición del conocimiento por parte del alumno. Si se entiende que efectivamente la epistemología corresponde a un discurso de segundo orden, entonces se puede entender que es difícil que el profesor maneje este tipo de reflexión ajena a la naturaleza de su quehacer docente. Por supuesto, en estos casos que aquí se presentan, ellos no han ejercido un reconocimiento conciente, han *olvidado*, mejor dicho, ignoran los supuestos y compromisos básicos en los que se asienta su manera de ver y entender el mundo y cómo este olvido afecta su práctica docente. Un cambio conceptual como tal, no se ha dado en los casos estudiados de manera completa, pero si de manera relativa o como dicen Postner, Strike, Hewson y Gertzog, (1997) a nivel de *asimilación* o primera fase del cambio, pues el cambio conceptual amplio implica centrarse en el contenido central de las ideas de los estudiantes e incidir en el cambio esos conceptos a partir de nuevas ideas, de nuevas informaciones o evidencias. Esta investigación refleja que probablemente no se contó con el tiempo suficiente y una estrategia integral de intervención curricular y de asesoría altamente calificada para incidir en el cambio conceptual deseado. Puesto que una cuestión básica del cambio conceptual consiste en *cómo cambian las ideas de los estudiantes al sufrir el impacto de las nuevas ideas y la nuevas evidencias* Postner, Strike, Hewson y Gertzog (1997), en este estudio se tiene una evidencia de este proceso a partir de los proyectos de investigación de los estudiantes, los cuales si bien no sufrieron cambios espectaculares si mostraron un avance con mayor coherencia y consolidación en sus planteamientos con respecto al inicio del curso. Aprender es investigar, efectivamente esta frase ilustra y da marco al trabajo realizado con los proyectos de los profesores, y por supuesto este proceso se sucedió sobre el fondo de

los conceptos vigentes de los profesores que eran los que estaban aprendiendo, ya que al estudiar los documentos de los proyectos de investigación de los estudiantes, se tomaron éstos proyectos de investigación tal como venían en su desarrollo natural por lo tanto, para llegar a comprender y aceptar las ideas, los estudiantes debían realizar sus propias valoraciones partiendo de la información, discusión análisis y evidencias de las que disponían. Como se sabe, en los procesos de investigación, los conocimientos y evidencias no están dados, se van construyendo y se van buscando en función de las necesidades específicas de cada proyecto. Si bien no se dio el cambio conceptual en toda su expresión, si queda manifiesto que este cambio es posible bajo ciertas condiciones, como son:

1. Que los profesores tomen conciencia de la necesidad del cambio conceptual,
2. Insatisfacción con las condiciones existentes,
3. Tener una nueva concepción para estructurar la experiencia,
4. La nueva concepción debe ser coherente con la concepción anterior pero más capaz de resolver los problemas que la anterior. Todo esto implica la necesidad de asumir compromisos básicos nuevos que cambien la forma de ver y de pensar de los profesores lo que les permita interpretar desde una perspectiva diferente su propia realidad.

5.5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA CONCEPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En este estudio se eligió el proyecto de investigación de los profesores como unidad de observación del cambio de las concepciones de ciencia, aprendizaje y enseñanza, Puesto que todo proyecto implica una construcción conceptual previa, de anticipación al algo, implica también el conocimiento y la formulación de los fundamentos en que se basa su posibilidad, su factibilidad. Todo proyecto de investigación implica un proceso de sistematización teórica y construcción metodológica para la observación empírica en el proceso de aproximación al objeto de conocimiento. Por esta razón era importante observar ese proceso de evolución de los proyectos de los profesores en sus dificultades intrínsecas de todo tipo: de formulación conceptual, con sus confusiones y necesidades de reestructuración teórica y metodológica y reformulación de los distintos elementos básicos de la investigación, puesto que todo cambio podría implicar para cada proyecto una nueva forma de plantearse y replantearse su problema central de investigación.

Concebidos los proyectos de los profesores en el momento inicial reflejaban una cierta conceptualización y organización. Esta conceptualización sufrió cambios en algunos casos, así: en cuatro proyectos se aprecia que hubo cambio favorable al pasar de la *Falta de enfoque conceptual*, hacia una concepción de *aprendizaje significativo*; dos proyectos más apuntaron en esa misma concepción de aprendizaje a partir de la *práctica docente* y la articulación de la enseñanza-aprendizaje; sólo uno de los proyectos mostró un cambio sensible para ir desde el *aprendizaje significativo*, hacia la concepción del

aprendizaje *por transformación estructural y/o conceptual*, mientras que otro proyecto pasó de su concepción inicial sobre el *análisis conceptual del currículum* hacia la articulación con la *enseñanza-aprendizaje*; la propuesta de *educación ambiental* también logró estructurar con base en la idea del *aprendizaje de contenidos y valores*, en la perspectiva del aprendizaje *por transformación estructural y/o conceptual*.

Lo que se observó es que si bien hay cambios evidentes en 7 proyectos en cuanto al tema y el problema de investigación y otros 8 proyectos manifestaron cambios en cuanto a sus hipótesis y los objetivos, en general se mantiene las visiones empirista-positivistas con visiones del aprendizaje mecanicista y por descubrimiento. No hay cambios perceptibles en las concepciones epistemológicas, esto podría explicarse debido a que las representaciones de los profesores están mayormente localizadas en las representaciones de tipo psicológico, del aprendizaje propiamente y sobre las representaciones del conocimiento científico, localizadas éstas en el campo filosófico. Es muy probable que a eso se deba que la mayoría de los profesores tuvo problema en el proceso de construcción de orden conceptual y categorial, cuyo meollo radica en el proceso lógico del conocer y que determina la forma de estructurar el proyecto en sí a través del pensamiento, del razonamiento (lógico) de los profesores.

Cada cambio de enfoque o de problema tiene un sentido que puede reflejar, en general pero no necesariamente, un cambio por transformación estructural y/o conceptual en la concepción del proyecto.

5.6. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CAMBIO CONCEPTUAL EN LAS CONCEPCIONES DE CIENCIA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La presencia o ausencia de cambios conceptuales en relación con los proyectos de investigación, aparecen íntimamente asociados a las concepciones del profesor. A continuación se registran los puntos de confluencia comunes de estas concepciones en cuanto a la transferencia o no en relación con los proyectos de investigación. Las tendencias en cuanto a las implicaciones con los proyectos estuvieron ubicadas en cada una de las concepciones y se presentan ligeras variantes de omisión de respuestas con respecto al resultado de las gráficas y su descripción por categoría, de la siguiente manera:

En las concepciones de ciencia

La concepción empirista-positivista no registró cambios, en relación con los proyectos 1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14 y 15.

En las concepciones de aprendizaje

Las concepciones del aprendizaje mecanicista, por descubrimiento, significativo y por transformación estructural y/o conceptual en su conjunto, no registraron cambios en relación con los proyectos: 1,3,5,7,8, 9,10, 11, 13,14 y 15.

En las concepciones de enseñanza

La concepción de la enseñanza tradicional, no registró cambios en relación con los proyectos: 1, 2,3,4,5,7,8,9, 9, 10, 12,13,14 y 15.

En el contexto de este estudio la idea de la enseñanza, se puede entender como el ámbito de concreción de ciertas concepciones de aprendizaje, es factible afirmar que es el resultado de una asociación íntima con la representación del aprendizaje que el profesor tiene. Esto es, en la medida en que el profesor está guiado por una determinada concepción del aprendizaje, ya sea de manera conciente o inconsciente, ésta se refleja en sus concepciones y consecuentemente en sus acciones al enseñar. La idea que sirve de punto de partida a esta investigación, es la de que no es la actividad de la enseñanza *per se* la que provoca los cambios en los alumnos en relación con los objetivos educativos, sino una intencionalidad contenida en el objetivo final de toda acción de enseñanza, esto viene a ser el aprendizaje, lo que se quiere lograr en el educando. La tesis que se sostiene en este estudio, en consecuencia, en relación con la concepción de la enseñanza es que la forma en que el maestro concibe el aprendizaje determina su forma de enseñanza. Así, se asocia el aprendizaje mecanicista con el profesor que tiene una visión tradicionalista de la enseñanza, tal como el caso de los proyectos en los cuales coinciden con la visión del aprendizaje mecanicista. Hay matices y diferencias de una a otra concepción, pero la coincidencia en términos generales es mayoritaria.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

Las conclusiones se formularon en dos apartados: por una parte están las consideraciones particulares sobre los resultados de este estudio y su interpretación y por la otra se presentan algunos elementos para integrar una propuesta de formación de profesores de ciencias naturales en la perspectiva del cambio conceptual.

En cuanto a los resultados y su interpretación las conclusiones tocan los siguientes puntos: las representaciones epistemológicas nivel individual y a nivel grupal, las representaciones de aprendizaje a nivel individual y a nivel grupal, el cambio conceptual en las representaciones epistemológicas y el cambio conceptual en las representaciones del aprendizaje y la interpretación general del cambio.

La idea de la propuesta de formación de profesores viene motivada como producto del análisis e interpretación los resultados, en donde se manifestaron las limitaciones que se observaron como consecuencia del proceso de intervención. Es necesario reconocer que el proceso de intervención en las condiciones en que se llevó a cabo no fue suficiente para incidir en el cambio de las concepciones de los profesores, y puesto que la idea del cambio conceptual significa un paso consustancial con la experiencia de la investigación para aportar elementos hacia la sustentación y mejoramiento de la práctica de formación de profesores en el campo de la enseñanza de la ciencia, en el nivel de postgrado, entonces la visión del aprendizaje por medio del cambio conceptual, puede encausarse para consolidar una propuesta operativa que tenga mayores posibilidades de lograr cambios conceptuales con mayor amplitud y solidez. Esto a partir del conocimiento adquirido y las inquietudes que surgieron del propio trabajo de investigación.

6.1. De las representaciones epistemológicas

6.1.1. A nivel individual

1. Con base en la información aportada por la entrevista, se obtuvo una caracterización de las concepciones epistemológicas de cada uno de los profesores participantes en esta investigación. Este resultado es un indicador, solamente aproximado, al tipo de estructuración cognitiva del profesor respecto del conocimiento que él podría tener sobre la naturaleza de la ciencia.
2. Se observa que el profesor no es conciente de la naturaleza del enfoque epistemológico en que se encuentra ubicado. Puesto que la epistemología implica una reflexión de segundo orden, entonces, el profesor necesita acceder al conocimiento de su propio conocimiento, esto requiere de que el profesor pueda tener acceso a la información sobre el campo epistemológico, así como al reconocimiento de la propia forma de pensar y conceptualizar el conocimiento científico, esto debe asumirse como un proceso de toma de conciencia que pueda incitar al profesor hacia un cambio en su visión actual.

3. Los resultados indican que no existen concepciones puras que permitan caracterizar en forma rígida a cada profesor, dentro de un sólo enfoque epistemológico. Las imágenes mentales del profesor sobre el conocimiento científico no tienen una localización fija de acuerdo con cada categoría, por ejemplo, como solamente empirista o positivista o racionalista, sino que presenta matices que conjugan diferentes visiones epistemológicas, sin embargo, el peso específico de la caracterización en términos globales se localiza en aquel o aquellos enfoques que concentraron la visión dominante del profesor en relación con cada categoría.
4. La identificación específica de cada profesor en alguno o algunos de los enfoques epistemológicos, lo que realmente está indicando es una aproximación tentativa de en dónde se localizan los compromisos básicos del profesor (compromisos de tipo pragmático, ontológico, epistemológico y procedimental), cosa que lo define en una determinada posición paradigmática, la cual le puede condicionar la manera de conceptualizar su experiencia y, ante todo, implica el compromiso con un determinado conjunto de principios teóricos y operacionales.
5. El hecho de que los cambios observados en la concepción epistemológica sean muy reducidos, enfatiza la importancia de investigar más detenidamente cómo pueden cambiar los conceptos con el impacto de las nuevas ideas, de las nuevas informaciones o valorando la evidencia de que se dispone.

6.1.2. A nivel grupal

1. El registro de las frecuencias por enfoque y categoría, del conjunto de los profesores participantes en el estudio, fue representativa, pues tomó en cuenta a la mayoría de los profesores del grupo, lo que favoreció la identificación de las tendencias en las posiciones epistemológicas. Esta visión de conjunto permite tener una evidencia de que los esquemas de pensamiento no son rasgos sólo individuales sino que, en este caso, son compartidos por el conjunto de los 15 profesores. Estas visiones de conjunto pueden considerarse como representaciones colectivas muy homogéneas del conocimiento de los profesores producto de esquemas socioculturales y tradiciones científicas internalizadas por los profesores a lo largo de su proceso de formación.
2. A partir del análisis de la información teórica del enfoque epistemológico del relativismo, se puede confirmar que las representaciones que el profesor estructura están sustentadas en sus compromisos básicos o centrales –paradigmas - (formas de observar e interpretar el mundo, sus decisiones basadas en valores, sus creencias, su lenguaje, su contexto, etc.). Los resultados de este estudio indican que, de manera general la visión de los profesores está condicionada por los enfoques epistemológicos del empirismo y positivismo lógico y en una proporción muy pequeña por el racionalismo crítico y el contextualismo relativista.
3. Al observar los indicadores de cuáles categorías tuvieron las más altas frecuencias a nivel grupal se puede concluir que son las siguientes: en el enfoque empirista, la *La observación* y la de *Desarrollo de la ciencia*; en el positivismo, fueron *Proceso*

metodológico para la generación del conocimiento, Grado de certidumbre (posibilidad de verdad) y Concepción de ciencia. Estas categorías destacadas en los enfoques citados, dibujan en su conjunto los rasgos más sobresalientes de la caracterización grupal de la visión de los profesores sobre la naturaleza del conocimiento científico.

4. Al agruparse las categorías por contextos, las frecuencias que fueron asignadas en el contexto de *Descubrimiento* dominan las asignaciones hechas en el enfoque empirista, en tanto que, en el contexto de *Justificación* fue el enfoque positivista el dominante, un hecho que aunque parece obvio indica claramente que hay un condicionamiento mental a encontrar la explicación de la naturaleza del conocimiento científico desde esta visión, quizá precisamente por la fuerza de esta tradición y su influencia en el profesor. Finalmente en el contexto de la *Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia*, nuevamente se presenta como dominante el enfoque positivista por la influencia que ejerce en el concepto de ciencia (qué se entiende por ciencia), matizado con la perspectiva del empirismo en la categoría del *desarrollo científico* (cómo va cambiando la ciencia en el tiempo).
5. La sumatoria final de las frecuencias del grupo de profesores coincide en su más alto puntaje en el enfoque del positivismo lógico. En conclusión, se puede inferir que en la concepción de la mayoría de los profesores, la ciencia aparece como un conocimiento limpio y acabado, y que fundada en el método científico alcanza la racionalidad que le confiere validez universal y absoluta. En términos generales, los profesores no reconocen (pues no son científicos, ni filósofos de la ciencia) que hay dos contextos en el proceso de la investigación científica: el de descubrimiento y el de justificación y que los resultados de la producción científica se presentan sólo como fruto del contexto de justificación y derivados éstos del proceso de reconstrucción lógica del conocimiento.
6. La organización de las frecuencias de las asignaciones de los profesores dentro de un determinado enfoque epistemológico, permitió transformar los registros relativos del grupo a porcentajes para graficar cada categoría y poder expresar qué proporción de cada visión correspondió a cada enfoque.

6.1.3. El cambio conceptual en las representaciones epistemológicas

El registro de la manifestación de cambios conceptuales en las concepciones epistemológicas de los profesores se obtuvo a nivel individual y en forma cualitativa, tratando de ver los motivos, valores, interpretaciones y sentidos que ellos tienen del fenómeno llamado ciencia. Las formas de concebir el conocimiento científico por parte del profesor, son susceptibles de cambiar, en la medida en que se origine un conflicto entre las ideas previas y las nuevas ideas que vengan a reemplazarlas, que puede ser motivado por la insatisfacción con las concepciones preexistentes, o las anomalías no resueltas por el propio profesor. Cabe entonces introducir la idea del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia.

De acuerdo con los resultados de este estudio, la intervención sobre los proyectos de investigación, estrategia prevista para inducir el cambio conceptual en los profesores, fue insuficiente y demostró ser limitada en las condiciones que se aplicó, para ejercer un impacto que cambiase las ideas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia. Esto lo evidencia el hecho de que el profesor No. 5 manifestara solamente dos cambios: cambió la visión que tenía del *Papel del científico* en el contexto de descubrimiento y su *Concepción de ciencia*, dentro del contexto de *Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia*. Otro de los profesores, el No. 4 cambió su percepción empirista de la *Observación* hacia la visión del positivismo lógico, dentro del contexto de *Descubrimiento*.

6.2. Las representaciones de aprendizaje

6.2.1. A nivel individual

La ubicación específica de cada profesor en alguno o algunos de los enfoques de aprendizaje consiste en una aproximación tentativa, esto quiere decir que él está en una determinada posición paradigmática, lo que supone un factor determinante de la manera de conceptuar su experiencia educativa y de enseñanza y ante todo, implica el compromiso con un determinado esquema conceptual y un conjunto de principios teóricos que constituyen su repertorio, derivado de las posiciones de aprendizaje que se observa resultaron dominantes.

El supuesto que orienta este estudio es que si maestro entiende cómo es que el alumno adquiere el conocimiento de la ciencia, entonces planteará en consecuencia y de manera congruente su estrategia de enseñanza. Esto implica invertir la lógica del proceso de enseñanza, para pensar primeramente en el alumno, en su experiencia y referentes cognitivos y a continuación diseñar las estrategias que posibiliten la reestructuración de los conocimientos previos del alumno hacia formas más elaboradas y complejas de conocimiento. El mismo proceso tiene que ser considerado para la formación del profesor, esto es, partir primero de la concepción de cómo aprende el profesor y luego diseñar las estrategias de enseñanza. Se concluye entonces que:

1. El esquema de las categorías de análisis sobre aprendizaje hizo posible una aproximación para configurar la caracterización de la concepción de aprendizaje de cada uno de los profesores participantes en este estudio. Este resultado es un indicador del tipo de estructuración cognitiva del profesor que se pudo obtener como evidencia de la forma en que él conceptualiza el aprendizaje de la ciencia.
2. Un resultado significativo de esta investigación es que, aunque el profesor entiende en lo general lo que es el aprendizaje (por ser su materia de trabajo) no obstante demuestra tener dificultades para manejar y entender las distintas conceptualizaciones de aprendizaje derivadas de los enfoques psicológicos que se tomaron como referentes en este estudio.
3. Al igual que en las posturas epistemológicas, no existen concepciones puras que

permitan clasificar en forma rígida a cada profesor dentro de una sola concepción de aprendizaje. Estas representaciones cambian también de acuerdo con cada categoría. Por ejemplo, un profesor puede estar ubicado en el *Ámbito de caracterización*, en la categoría *En qué consiste el aprendizaje* y, por otra parte, puede estar ubicado en el *Ámbito de proceso*, en la categoría *Verificación*, dentro de visión del aprendizaje por *Descubrimiento*.

6.2.2. A nivel grupal

1. Las concepciones de aprendizaje dominantes en la mayoría de los profesores fueron de tipo mecanicista y por descubrimiento. En términos generales, hay correspondencia entre las concepciones de tipo epistemológico y las visiones de aprendizaje que tienen los profesores. Las visiones del aprendizaje mecanicista y por descubrimiento guardan una estrecha correlación con las concepciones de empirismo y el positivismo lógico. El racionalismo crítico, a su vez con el aprendizaje significativo y el relativismo con el aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual.
2. La visión de aprendizaje significativo fue mencionada por una quinta parte de los profesores participantes en el estudio. Esto demuestra que el aprendizaje significativo no está suficientemente extendido entre los profesores, por lo tanto, los profesores no pueden en su mayoría generar la asociación del conocimiento previo con los nuevos conocimientos en el nivel conceptual y a cómo provocar esta conexión en las estructuras cognitivas del alumno a través de los procesos de aprendizaje de la ciencia adecuados a este propósito.
3. La visión de aprendizaje por transformación estructural y/o conceptual, fue escasamente reconocida, muy pocos profesores tienen esta tendencia. Un hecho que ha permitido aclarar la perspectiva de las teorías del cambio conceptual es que, en el discurso (verbalmente), muchos profesores ahora se declaran ser constructivistas, e incluso han adquirido un conjunto de ideas correctas, un repertorio verbal, sin embargo ellos no han reestructurado o reorganizado sus conceptos centrales sobre el aprendizaje.
4. En la mayoría de los profesores se observa la tendencia a manejar un discurso ligado a las concepciones del aprendizaje significativo de Ausubel, muy de moda (a nivel de aspiración), o del aprendizaje por transformación estructural basado en el constructivismo de Piaget o de Vigotzky, en particular éstas últimas teorías, como si éstas fueran concepciones de aprendizaje en sí, pero no se las distingue como teorías. Este uso discursivo trata de encubrir la naturaleza de su verdadera práctica, quizá por el hecho de que ellos no quisieran ser catalogados como conductistas, por la implicación con el manejo estigmatizado o peyorativo del término y su relación con lo tradicional, pero es mal visto y ellos no se sienten a gusto con esta clasificación o etiqueta, a pesar de que así pueda ser su práctica docente.

6.2.3. El cambio conceptual en las representaciones del aprendizaje.

1. Los cambios conceptuales observados fueron relativamente pocos y apenas en una fase de asimilación como lo llaman Posner, Strike, Hewson y Gertzog.. Esto indica que el cambio conceptual es raro y que, cuando se presenta incipientemente no se conocen con exactitud los procesos por los cuales los profesores son influidos para el cambio de sus estructuras mentales. En cuanto a los resultados de este estudio, el tiempo fue demasiado poco. Por tanto, se requiere investigar más a fondo la naturaleza del cambio conceptual en los profesores de ciencias naturales.
2. Como resultado de la investigación con los profesores se observa que el logro de aprendizajes mediante la concepción del cambio conceptual es factible, siempre y cuando, se pueda planear una estrategia de intervención para la formación de docentes de Ciencias Naturales, en las siguientes condiciones: que esté sustentada conceptualmente en textos y artículos actualizados en el campo, articulada al currículo, con personal de asesoría altamente calificado y con los tiempos necesarios en procesos de más amplia duración y contando con la disposición y participación conciente de los profesores.
3. De acuerdo con la perspectiva teórica que orientó el desarrollo de esta investigación, se puede concluir que el cambio conceptual es una herramienta intelectual para describir el proceso de transformación estructural en las concepciones del profesor. Según Posner y *et. al.* las fases del cambio conceptual son *Asimilación* y *Acomodación*. En este caso, las representaciones de los profesores pueden cambiar conceptualmente, pasando por una primera fase del cambio llamado *asimilación*, utilizando sus propios conceptos preexistentes para describir los fenómenos naturales, para acceder enseguida, a una fase más radical por *acomodación*. Así por ejemplo, se puede pasar de un enfoque empirista a uno positivista o a uno relativista, siempre y cuando se modifiquen los compromisos básicos del profesor sobre los que asienta la concepción previa (nuevos conceptos y una nueva forma de ver el mundo).
4. A pesar de que la intervención sobre los proyectos de investigación de los profesores esta no reflejó los cambios en la magnitud que se hubiera deseado. No obstante, al menos sus proyectos se vieron más articulados, con mayor orden y coherencia lo cual se tradujo a una mejoría conceptual, de forma y de sentido de los proyectos de investigación, como un resultado de la intervención sobre los mismos. Mostraron mayor coherencia dentro de su misma lógica. El hecho de que los profesores tuvieran mayor claridad en sus proyectos y que ellos mostraran una mayor coherencia en sus planteamientos conceptuales es notable, pues la situación era por analogía, más caótica en un principio.
5. Como un resultado de la investigación, se esperaba que la intervención en los proyectos de investigación evidenciaran cambios conceptuales en las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje. No fue así, lo cual indica que, las condiciones en que se llevó a cabo la estrategia y las condiciones para efectuar este cambio

fueron insuficientes para tener resultados más concluyentes sobre la naturaleza del cambio conceptual. No obstante, las evidencias obtenidas del cambio conceptual, aunque limitadas a favor de los profesores participantes en este estudio, abren una amplia perspectiva para promover nuevos procesos de intervención en condiciones más favorables y en el ámbito de procesos de investigación más prologados.

6. Dado que los compromisos epistemológicos y de aprendizaje de los profesores de ciencias naturales ejercen una influencia determinante en la enseñanza y, consecuentemente en los modelos y estrategias didácticas, se requiere de un cambio conceptual encaminado a modificar la práctica docente para mejorarla, en consecuencia éste deberá iniciar por una identificación del conocimiento previo sobre sus visiones paradigmáticas y de aprendizaje dominantes, como elementos a considerar en un proceso de transformación conceptual de las estructuras cognitivas de los profesores.

6.3. Propuesta de formación de maestros en enseñanza de la ciencia

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación sobre el cambio conceptual y tomando en consideración las limitaciones que se pudieron observar durante el proceso de intervención con los profesores de la MECN, localizadas en ámbitos particulares como son: las formas de concebir el conocimiento científico y el aprendizaje del propio docente, las carencias en la fundamentación teórica y operativa sobre el cambio conceptual, el tipo de diseño curricular inadecuado del programa de la MECN, la falta de formación docente en la asesoría y, además, el constreñimiento a la estrategia metodológica del proceso investigativo que se siguió en este estudio. Todos estos aspectos dieron como consecuencia que el cambio conceptual no se pudiera dar en las condiciones que lo hicieran factible. No obstante, esto puede ahora repensarse y hacer las consideraciones sobre las limitaciones que se presentaron para ejercer un cambio conceptual más consistente y que éstas sean superadas, por lo que se propone la idea de abrir una perspectiva actualizada de los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias, tal como se ha venido haciendo en las últimas décadas, con en fin de promover una toma de conciencia de los profesores sobre sus concepciones previas, y que genere posibilidades a su vez, para trabajar el cambio conceptual con una visión más congruente en la perspectiva constructivista. Como resultado de este estudio, y previendo la transferencia de los hallazgos encontrados en esta investigación y su aplicación al campo de la enseñanza y el aprendizaje del conocimiento científico, se proponen para concluir, algunos elementos básicos que integran una propuesta académica de formación docente.

Fundamentación:

La perspectiva teórica en que se sustenta el desarrollo de este curso es el constructivismo, es el enfoque que centra el debate teórico actual en relación con la enseñanza de la ciencia. A diferencia de la visión tradicional de la enseñanza, la idea del constructivismo es que tanto los individuos como los grupos de individuos construyen

ideas a cerca de cómo funciona el mundo. También se reconoce que la forma en que los individuos dan sentido al mundo varía ampliamente y que tanto los puntos de vista individuales, como colectivos, cambian con el tiempo. Es así que en esta visión se concibe a la teoría del cambio conceptual como el eje articulador del desarrollo en el aprendizaje de los estudiantes de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales, consecuentemente, del proceso de formación de maestros para la enseñanza de la ciencia, como el problema clave a resolver a través de la intervención en un programa que se propone como objetivos, la transformación de los profesores en su forma de concebir su propio desarrollo cognitivo, así como el proceso evolutivo de las ideas de sus alumnos, en relación con el conocimiento científico, en consecuencia la modificación de su práctica docente.

La concepción del cambio conceptual considera que el aprendizaje es una actividad racional, que aprender es investigar, que los estudiantes realicen sus valoraciones partiendo de la evidencia de que disponen, que el aprendiz se preocupe de sus ideas, de su estructura y de su evidencia, así como del cambio que pueden sufrir sus ideas al impacto de las nuevas ideas y que, finalmente el aprendizaje y la investigación suceden sobre el fondo de los conceptos vigentes del que aprende.

Algunas cuestiones son pertinentes y se formulan en los siguientes términos ¿Cómo tienen lugar las acomodaciones?, es decir, ¿bajo qué condiciones va reemplazar un concepto central a otro?, ¿cuáles son las características de una ecología conceptual que gobierna la selección de nuevos conceptos?. La idea es que el trabajo científico se hace sobre el fondo de unos compromisos centrales que organizan la investigación. Estos compromisos centrales son los que definen los problemas, indican las estrategias a utilizar, y especifican los criterios que se ofrecen como solución. Así los conceptos centrales de una persona son los vehículos mediante los cuales un rango dado de problemas se hacen inteligibles y que tengan sentido. En esta concepción de aprendizaje el proceso consta de dos fases, articuladas entre sí: la *asimilación* y la *acomodación*. Cuando los estudiantes utilizan los conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos, se le conoce como fase de *asimilación*, sin embargo, esos conceptos preexistentes pueden ser inadecuados para captar los fenómenos satisfactoriamente, por lo cual se requiere un cambio conceptual más radical conocido como *acomodación*, el cual consiste en modificar los compromisos centrales del estudiante de ciencias. Las condiciones para que haya un cambio por acomodación son:

1. Debe existir insatisfacción con las concepciones existentes,
2. Una concepción debe ser inteligible,
3. Una nueva concepción debe parecer como verosímil inicialmente,
4. Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero (proyecto).

Una de las ideas clave de esta concepción de aprendizaje está sustentada en los factores de la ecología conceptual: Así los conceptos vigentes de una persona, su *ecología conceptual*, influenciarán la selección de un nuevo concepto central: los siguientes conceptos son particularmente determinantes de la dirección de una acomodación:

1. Anomalías,
2. Analogías y metáforas,
3. Compromisos epistemológicos,
4. Creencias y conceptos metafísicos y
5. Otros conocimientos.

Sobre la base de esta teoría del cambio conceptual se orientará el proceso de aprendizaje y de formación de los estudiantes de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales, de acuerdo con los siguientes objetivos.

Objetivos:

1. Promover el conocimiento de los nuevos enfoques en la enseñanza de la ciencia, que propicien un conocimiento actualizado de cómo abordar la enseñanza y el aprendizaje de la Biología.
2. Realizar la lectura de documentos, cuyo contenido versa sobre la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la Biología, con el fin de analizar las visiones epistemológica y de aprendizaje que tienen implícitas.
3. Caracterizar el perfil de los enfoques epistemológicos y de aprendizaje de los estudiantes de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales.
4. Elaborar y desarrollar un proyecto de investigación, definido en función de un objeto de conocimiento ubicado en la perspectiva disciplinaria y con significación en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la Biología.
5. Promover y evaluar en los estudiantes de la Maestría el aprendizaje mediante el cambio conceptual.

Contenidos:

1. El contexto y la problemática de la enseñanza de las ciencias.
2. Enfoques de aprendizaje: Los enfoques, teorías y concepciones de aprendizaje
3. El constructivismo.

4. La concepción del aprendizaje como cambio conceptual.
5. La filosofía de la ciencia: visiones y enfoques epistemológicos
6. Caracterización individual grupal de concepciones epistemológicas y de aprendizaje.
7. Selección de un tema de investigación y del protocolo del proyecto.
7. Diseño, desarrollo y presentación del informe final del proyecto de la investigación.

Metodología:

1. El trabajo grupal se realizará con base en la modalidad de seminario-taller, que consiste en el examen analítico previo de los contenidos, por lo cual, se entregarán con anticipación los documentos de análisis y se preparará su discusión en sesión grupal, propiciando el intercambio de reflexiones y la discusión en torno a los problemas que plantea la temática desarrollada.
2. El proyecto de investigación será desarrollado en forma procesual y articulando la visión del aprendizaje como investigación y, procurando lograr la acomodación de los conceptos centrales del alumno en la perspectiva de una mayor inteligibilidad del objeto de conocimiento elegido por el estudiante.

Evaluación:

1. La evaluación será realizada sobre los productos que presenten los estudiantes en relación con el desarrollo de su investigación y comprenderá los aportes y apreciaciones de valoración cualitativa y cuantitativa para emitir la calificación final de cada estudiante. Será una evaluación de tipo colegiado de todos los asesores que participen en el proceso de asesoría durante el semestre y concluirá con una sesión final de evaluación de proyectos en la que estarán presentes todos los asesores. El mínimo de asistencias para tener derecho a la evaluación será del 80 por ciento.
2. La evaluación del proyecto de investigación será progresiva y se llevará a cabo en forma directa sobre la estructura, contenidos y definiciones conceptuales que estructuran el objeto de conocimiento en la dimensión teórica elegida por el estudiante. También se orientará y evaluará la definición del proceso metodológico e instrumental que orienten la conformación del proceso de obtención de la información del proyecto de investigación.

6.4. Corolario: Reflexiones personales del investigador

Me voy a referir a Bernard Honore, y su obra *Hacia una teoría de la formación* en donde él dice que la formación es *un proceso de diferenciación y de activación energética que se ejerce a todos los niveles de la vida y el pensamiento*. Este concepto fue hace años, durante la elaboración de mi tesis de Maestría el concepto que más me despertó, como

maestro, la curiosidad por saber en qué consistía ese proceso de diferenciación de la identidad primaria del ser humano y, en su momento, lo que entendí fue que este proceso de diferenciación implicaba un movimiento de cambio, de transformación de sí mismo. Si efectivamente de cambio, pero ligado al otro elemento de la definición que implica una activación energética, parecía claro que para poder volverse distinto a sí mismo se requería de invertir algún esfuerzo. Esto se dice fácil, pero es gramo por gramo, efectivo y nada más. Nunca como ahora he sentido y resentido con tanta vigencia y vigor en mi cuerpo y en mi mente lo cierto de esta concepción en mi propia experiencia. Este trabajo de investigación del doctorado fue, sin ningún asomo de duda, una obra que puso a prueba, y lo seguirá poniendo, toda aquella capacidad que fue posible imaginar, si por capacidad se entiende sortear los múltiples obstáculos que implica la transformación de uno mismo. Es como fundirse en el calor del esfuerzo, de agotarse una y otra vez y enfrentar lo que dice Bachelard, con una razón meridiana, lo que él llama obstáculos epistemológicos con toda su crudeza, esto a sido una parte de lo que aquí sucedió, gracias a esta investigación. Lo otro, es que lo que el mismo Bachelard llama la *paradoja pedagógica* y que consiste en que *todo lo que es fácil de enseñar es inexacto* (1993: 24). Lo fácil no enseña, *cuanto más difícil es la tarea, tanto más educadora es* (1948: 47). Lo que yo interpreto de esta afirmación, y en todo caso, así lo quiero entender, es que son los esfuerzos y los sobreesfuerzos humanos los que hacen posible la creación de algo más valioso. Tal vez sea la inconformidad con lo ya existente, o como dice alguna gente el malestar psicológico en el campo mental y actitudinal con las ideas inmóviles y con el *olvido* y pérdida de sentido de las cosas. Quizá el gran valor de este trabajo consiste en reactivar los resortes ocultos de mi ser interior, realmente ha posibilitado el reencuentro y reconocimiento de sí mismo, ahora siendo diferente, es decir, el asombro de sí mismo, pero reconstruido en el ámbito del conocimiento, como una experiencia vivencial, de esas que dan un aliento sumamente esencial a la vida, es decir, que vivifican. Esta tesis sostiene que es posible el cambio conceptual de los maestros, yo diría que no es sólo eso, afirmo que es posible cambiar conscientemente cuando se asume responsablemente un compromiso, se define un problema, ya que entiendo claramente que en la enseñanza de la ciencia, si no hay problema no hay aprendizaje, como el sentido real de la indagación en la transformación del espíritu científico y en consecuencia se asume la ardua tarea que representa la educación en el campo de la ciencia, un camino que hay que recorrer toda la vida, un principio básico de una cultura orientada científicamente, profesional y formativa, una tarea siempre inconclusa, abierta, siempre nueva, desafiante y sin certeza absoluta, siempre emocionante. Nunca en mi vida siquiera me imaginé que llegaría a estudiar un doctorado, nunca me imagine que podría hacerlo, esto me causa ciertamente un gran desconcierto, el desconcierto de estar aquí y ahora. Espero que se pase esta emoción que deja una honda huella en m todo mi ser, pero yo, es seguro, jamás volveré a ser el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELL, Sandra K. y Deborah C. Smith (1994). *What is science?: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science*. Int. j. Educ., Vol. 16, No. 4, 475-487.
- ABELL, Sandra K. y David C. Eichinger (1998). *Examining the Epistemological y Ontological Underpinnings in Science Education: An Introduction*. Journal of Research in Science Teaching, Vol 35, No. 2, pp. 107-109.
- AUSUBEL, P. David, Joseph Novak y Helen Hanessian (1995). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- AGUIRRE, José M., Sharon M. Haggerty, Cedric J. Linder (1990). *Student-teachers' conceptions of science, teaching y learning: a case study in preservice science education*. Int. j. Sci. Educ., Vol. 12, No. 4, pp. 381-390.
- AIKENHEAD, Glen S. (1973). *The Measurement of High School Students' Knowledge about Science and Scientists*. Science Education, 57 (4), pp. 539-549.
- AKINDEHIN, Folojami (1988). *Effect of an Instructional Package on Preservice Science Teachers' Understanding of the Nature of Science and Acquisition of Science-Related Attitudes*. Science Education Vol. 72 (1): 73-82.
- ANDERSEN, Hans O., Harold Harty, K H. Samuel (1986). *Nature of Science, 1969 and 1984: Perspectives of Preservice Secondary Science Teachers*. School Science and Mathematics. January, Vol 86 (1) pp. 43-50.
- AYER, A.J. (1981). *El positivismo lógico*. Ed. F.C.E., México.
- BACHELARD, Gaston (1993). *Epistemología*. Ed. Anagrama. Barcelona.
- BACHELARD, Gaston (1991). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Ed. Siglo XXI siglo veintiuno editores.
- BENTLEY, Michael I. y James W. Garrison (1991). *The Role of Philosophy of Science in the Teacher Education*. Journal of Science Teacher Education, Vol. 2, No. 3, pp. 67-71.
- BENSON, Garth D. (1989). *Epistemology and science curriculum*. J. curriculum studies. Vol. 21, No. 4, pp. 329-344.
- BERIAIN, Josetxo (1988). *Representaciones colectivas y proyecto de modernidad*. Anthropos, Barcelona.
- BIGGE, M. (1975). *Teorías de Aprendizaje para Maestros*. Editorial Trillas, México.
- BLANDSFORD, J. (1979) *Human Cognition: learning, understanding, and remembering*. Wadsworth, Belmont, California.
- BLANCHÉ, Robert (1973). *La epistemología*. Ed. Oikos-tau, S.A. Ediciones, Barcelona.
- BLOOM, Jeffrey W. (1989). *Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution*. Int. j. Educ., Vol. 11, No. 4, pp. 401-415.
- BRICKHOUSE, Nancy (1990). *Teachers' Beliefs about the Nature of Science and their Relationship to Classroom Practice*. Journal of Teacher Education. Vol. 41, No. 3, pp. 53-62.
- BRICKHOUSE, Nancy, George M. Bodner (1992). *The Beginning Science Teacher: Classroom Narratives of Conventions and Constraints*. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 29, No. 5, pp. 471-485.
- BRICKHOUSE, Nancy (1989). *The teaching of the philosophy of science in secondary classroom: case studies of teachers' personal theories*. Int. j. Educ., Vol. 11, No. 4, pp. 437-439.
- BROWN, Harold (1984). *La nueva filosofía de la ciencia*. Ed. Tecnos, Madrid.
- BURBULES, Nicholas C. (1991). *Science education and philosophy of science: congruence or contradiction*. Int. j. Educ., Vol. 13, No. 3, 227-241.
- BURUFALDI, James P., Lowell J. Bethel, William G. Lamb (1977). *The effect of a science methods course on the philosophical view of science among elementary education majors*. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 14, No. 4, pp. 289-294.
- BUTLER Songer, Nancy, Marcia C. Linn (1991). *How Do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration*. Journal of Research in Science Teaching, Vol. 28, No. 9, pp. 761-784.
- BUNGE, Mario (1997). *Epistemología*. Ed. XXI siglo veintiuno editores, México.
- BYBEE, Rodgers W., Janet c. Powell y James D. Ellis (1991). *Integrating the History and Nature of Science and Social Studies Curriculum*. Science Education 75 (1): 143-155
- CAMILLONI, Alicia R.W. (Compiladora) (2001). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Gedisa Editorial, Barcelona.
- COLL, César. (1997). *¿Qué es el Constructivismo?*. Colección Magisterio 1, Magisterio del Río de la Plata, Buenos Aires.
- CANDELA, Antonia (1993). *La construcción discursiva de la ciencia en el aula*, en Revista Investigación en la escuela, No. 21, pp. 31-37.
- CAREY, S. Evans, Honda, M., Jay, E., Unger, Ch. (1989). *An experiment is when you try and see if it works': a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge*. Int. j. Educ. Vol 11, Special Issue, pp. 514-519.
- CARRASCOSA, Jaume y otros (1991). *La visión de los alumnos sobre lo que el profesorado de ciencias ha de saber y saber hacer*, en Revista Investigación en la escuela. No. 14, pp. 45-61.

- CASTORINA, José Antonio** (1998). *Aprendizaje de la ciencia: constructivismo social y eliminación de los procesos cognitivos*, en Revista Perfiles educativos. Tercera época, volumen XX, Núm. 82. pp. 25-39
- COBERN, William W.** (1991). *Introducing Teachers to the Philosophy of Science: The Card Exchange*. Journal of Science Teacher Education. Vol. 2, No. 2, pp. 45-47.
- COBERN, William W.** (1999). *Conceptualizations of Nature: An Interpretative Study of 16 Ninth Grades' Everyday Thinking*. Journal of Research in Science Teaching. Vol., 36, No. 5, pp. 541-564.
- COBERN, William W.** (2000). *The Nature of Science and the Role of Knowledge and Belief*. Science and Education No. 9: 219-246.
- COTHAM, Joseph C., Edward L. Smith** (1981). *Development and Validation of the conceptions of scientific theories test*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 18, No. 5, pp. 387-396.
- CLEMISON, Andrew** (1990). *Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science*. Journal of Research in science Teaching. Vol. 27, No. 5, pp. 429-445.
- CORTEZ, Ramon, Mansoor Niazi** (1999). *Adolescents' Understanding of Observation, Prediction, and Hypothesis in Everyday and Educational Contexts*. The Journal of Science Of Genetic Psychology. Vol. 160 (2), pp. 125-141.
- CHALMERS, Alan F.** (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Siglo XXI editores, México.
- CHIN-CHUNG-TSAI** (1998). *An Analysis of Scientific Epistemological Beliefs and learning Orientation of Taiwanese Eighth Grades*. Int j. Educ. No. 82, pp. 473-489.
- DE CASTRO, Ruth, Ana Maria Pessoa de C.** (1995). *The Historic Approach in Teaching: analysis of an Experience*. Science & Education No. 4: 65-85
- DIMITER, Ginev** (1990). *Towards a New Image of Science: Science Teaching and Non-Analytical Philosophy of Science*. Studies in Philosophy and Education No.10: pp. 63-71.
- DONALDSON, M.** (1984). *La mente de los niños*. Morata, Madrid.
- DUSCHL, Richard A., Wright Emmett** (1989). *A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 26, No. 6, pp. 467-501.
- EFLIN, Juli T. Stuart Glennan, George Reisch** (1999). *The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science*. Journal of Research Science Teaching. Vol. 36, No. 1, pp. 107-116.
- ELKANA, Yehuda** (2000). *Science, Philosophy of Science and Science Teaching*. Science and Education No. 9: 463-485.
- FERRATER Mora, José** (1981). *Diccionario de filosofía*. Tomos 2 y 3. Ed. Alianza Editorial, Madrid.
- FEYERABEND, Paul.** (1982). *La ciencia en una sociedad libre*. Ed. Siglo XXI. México.
- FEYERABEND, Paul.** (1993). *Tratado contra el método*. Ed. Rei, México. México.
- FLANAGAN, O.** (1991). *The Science of the Mind* (2ª. Ed.), Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- FLORES, Fernando** (1994). *Epistemología y enseñanza de la ciencia*. Depto. de Enseñanza Experimental de las ciencias. Facultad de Medicina, UNAM. México.
- FLORES, Fernando.** (1994). *Los cambios de enfoque en la enseñanza de la física. Serie Academia Experimentales*. Departamento de enseñanza experimental de la ciencia. Centro de Instrumentos, UNAM. México,
- FLORES, Fernando et al.** (2000). *Transforming Science and Learning Concepts of Physics Teachers*. Int. j. Educ., Vol. 22, No. 2, pp. 197-208.
- FLORES, Fernando, Ángel López y Leticia Gallegos** (2000). *Conceptos de ciencia y aprendizaje en profesores de física: posibilidades y dificultades de transformación*. Ponencia presentada en la conferencia de GIREP (Grupo Internacional de Investigación sobre la Enseñanza de la Física, por sus siglas en francés). Agosto, México.
- FLORES, Fernando et al.** (2002). *Concepciones de aprendizaje y evaluación. Una propuesta analítica*. V Convención Nacional de Profesores de Ciencias Naturales. Nuevos desafíos, nuevos enfoques. p. 66, octubre 25,26 y 27.
- GALLAGER, James, J.** (1991). *Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science*. Science Education No. 75 (1): pp. 121-133.
- GLAGIARDI, R.** (1988) *Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias*. Revista Enseñanza de las ciencias. Universitat de Valencia, vol. 6 (3) noviembre, 291-296.
- GASKELL, James p.** (1992). *Authentic science and school science*. Int. j. Educ. Vol. 14, No. 3, p.p. 265-272.
- GIORDAN, André** (1993). *La enseñanza de las ciencias*. XXI siglo veintiuno de España Editores, s.a., Madrid.
- GLASSON, George E., Michael L. Bentley** (2000). *Epistemological Undercurrents in Scientists' Reporting of Research to Teachers*. Int. Sci. Educ. No. 84, pp. 469-485.
- GRIFFITHS, Alan, K., Maurice Barry** (1993). *High School Students' Views about the Nature of Science*. School Science and Mathematics. Vol. 93 (1), January.
- HERNÁNDEZ, P.** (1997). *Construyendo el constructivismo: Criterios para su fundamentación y su aplicación institucional*, en M. J. Rodrigo y J. Arnay (Compiladores.), *La Construcción del Conocimiento Escolar*. pp. 285-

312.

- Editorial Paidós, Barcelona.
- HILGARD, E. y Bower, G. (1977). *Teorías del Aprendizaje*. (3ª. Ed.) Editorial Trillas, México.
- HESSEN, J. (1988). *Teoría del conocimiento*. Colección Austral. Ed. Espasa Calpe Mexicana S.A., México.
- HONORE, Bernard (1980). *Hacia una teoría de la formación*. Ed. Narcea, Madrid.
- HADAR, Abdullatef H. (1999). *Emirates pre-service and in-service teachers' views about the nature of science*. Int. j. Educ., Vol 21, No. 8, pp. 807-822.
- HAMMIRICH, Penny L. (1997). *Confronting Teacher Candidates' Conceptions of the Nature of Science*. Journal of Science Teacher Education, Vol. 8 (2), pp. 141-151.
- HODSON, Derek (1985). *Philosophy of Science, Science and Science Education*. Studies in Science Education, No. 71, pp. 25-57.
- HODSON, Derek (1992). *In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education*. Int. j. Sci. Educ., Vol. 14, No. 5. pp. 541-552.
- HOGAN, Kathleen (2000). *Exploring a Process View of Students' Knowledge about the Nature of Science*. Science Education No. 84, 51-70
- IGLESIAS, Severo (1996). *Epistemología de lo social*. Ed. IMCED. Morelia.
- KHUN, T.S. (1985). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ed. F.C.E., México.
- KIMBALL, Merritt E. (1967-1968). *Understanding the Nature of Science: A Comparison of Scientists and Science Teachers*. Journal Of Research in Science Teaching. Vol. 5, 110-120.
- KOULAIDIS, Vasilios y Jon Ogborn (1989). *Philosophy of Science : an empirical study of teachers' views*. Int. j. Educ., Vol 11, No. 2, pp. 173-184.
- KOULAIDIS, Vasilios (1995). *Science teachers' philosophical assumptions : how well do understanding them ?*. Int. j. Educ., Vol. 17, No. 3, pp. 273-283.
- LARKIN, Susanne, Jerry Wellington (1994). *Who will teach the 'nature of science'?: teachers' views of science and their implications for science education*. Int. j. Educ., Vol 16, No. 2, pp. 175-190.
- LAKATOS, Imre (1993). *La metodología de los programas de investigación*. Ed. Alianza Universidad, Madrid.
- LARRY, Laudan (1987). *Progress or Rationality? The prospects for normative naturalism*. En *The Philosophy of science*. Edited by David Papineau. Oxford Readings in philosophy. p.p. 185-214.
- LAROCHELLE, Marie y Jacques Désautels (1991). *'Of course, it's just obvious': adolescents' ideas of scientific knowledge*. Int. j. Educ., Vol. 13, No. 4, 373-389.
- LEACH, John. (1999). *Students' understanding of the coordination of theory and evidence in science*. Int. j. Educ., Vol. 21. No. 8, 789-806.
- LEDERMAN, Normand G. y Zleider. *Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?*. Science Education Vol. 71 (5): 721-734 (1987).
- LEDERMAN, Normand G. y Molly O'Malley (1990). *Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use, and Sources of Change*. Science Education Vol. 74 (2): 225-239.
- LEDERMAN, Normand G. (1992). *Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 29, No. 4, pp. 331-359.
- LEDERMAN, Normand G. (1995). *Classroom Factors Related to Changes in Students' Conceptions of the Nature of Science*. Journal of Research in Science Education. Vol. 22, No. 7, pp. 649-662.
- LEDERMAN, Normand G., Philip D. Wade, Randy L. Bell (1998). *Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments?*. Science and Education Vol. 7, No. 6, pp. 595-615.
- LEDERMAN, Normand G. (1995). *Suchting of the Nature of Scientific Thought: Are We Anchoring Curricula in Quicksand?*. Science & Education Vol. 4., No. 4, pp. 371-377.
- LEDERMAN, Normand G., Fouad Abd-El Khalick, Randy bell y Renee S. Schartz (2002). *Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners Conception of Nature of Science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 39, No. 6, pp. 497-521.
- LOPEZ, Ángel, Fernando Flores y Leticia Gallegos (2000). *La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso*. Revista Mexicana de Investigación Educativa. Enero-abril, Vol. 5, núm. 9, pp.113-135.
- LOSEE, John (1997). *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Ed. Alianza Editorial, Madrid.
- LOVING, Kathleen C. (1991). *The Scientific Theory Profile A Philosophy of Science Model for Science Teachers*. Journal of Education in Science Teaching. Vol. 28, No. 9, pp. 823-838.
- LOVING, Cathleen C. (1997) *From the Summit of Truth to Its Slippery Slopes Science Education's Journey Through Positivist-Postmodern Territory*. American Educational Research Journal. Vol., 34, No. 3, pp. 421-452.
- LUCAS, Keith B. y Wolff-Michael Roth (1996). *The Nature of Scientific Knowledge and Student Learning: Two Longitudinal Case Studies*. Research in Science Education, Vol. 26 (1), 103-127.
- LURIA, A. (1984). *Conciencia y Lenguaje*, Editorial Visor. Madrid.
- MATTHEWS, Michael (1990). *History, Philosophy and Science Teaching: A Rapprochement*. Studies in Science Education. Vol. 18, pp. 25-51.

- MATTHEWS, Michael (1997). *Editorial*. Science & Education No. 6, pp. 323-329
- MATTHEWS, Michael (1998). *In Defence of Model Goals When Teaching about the Nature of Science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 35, No. 2, pp. 161-174
- MACKAY, Lindsay D. (1971). *Development of Understanding about the Nature of Science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 8, No. 1, pp. 57-66.
- MELLADO, Vicente (1997). *Preservice teachers' classroom and their conceptions of nature of science*. Science and Education, No.6 (4). 323-329 (CI).
- MELLADO, Vicente (1998). *The Classroom Practice of Preservice Teachers and their Conceptions of Teaching and Learning Science*. Science Teacher Education 82, pp. 197-214.
- MEYLIN, Heinz (1997). *How to Change Students' Conceptions of the Epistemology of Science*. Science and Education No.6: pp. 397-416.
- MCCOMAS, William F., Hiya Almasroa (1998). *The Nature of Science in Education: An Introduction*. Science & Education 7: 511-532.
- MEICHTRY, Yvonne J. (1992). *Influencing Student Understanding of the Nature of Science : Data from a Case of Curriculum Development*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 29, No. 4, pp. 398-407.
- MEICHTRY, Ivonne J. (1993). *The Impact of Science Curriculum on Student Views about the Nature of Science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 30, No. 5, pp. 429-443 81993).
- MEICHTRY, Ivonne J. (1999). *The Nature of Science and Scientific Knowledge: Implications for a Preservice Elementary Methods Course*. Science and Education 8: 273-286
- NIAZ, Mansoor (1999). *The Role of Idealization in Science and Its Implications for Science Education*. Journal of School Education and Technology. Vol. 8, No. 2, pp. 145-150.
- NUSSBAUM, Joseph (1989). *Classroom conceptual change: philosophical perspectives*. Int. J. Educ. Vol. 11 special issue, pp. 530-540.
- NOTT, Mick y J. Wellinton. (1996). *When the back box springs open: practical work in school and nature of science*. Int. j. Sci. Educ., Vol. 18, No. 7, 807-818.
- NOTT, Mick y J. Wellinton (1995). *Critical Incidents in the science classroom and the nature of science*. School Science Review. Mar. 1995, 76, 276.
- NOTT, Mick, Jerry Wellinton (1998). *Eliciting, Interpreting and Developing Teachers' Understandings of the Nature of Science*. Science and Education 7: 579-594.
- OLIVE, León. Y Ana Rosa Pérez Ranzans (compiladores). (1989). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. Ed. Siglo veintiuno editores- UNAM. México.
- OVENS, Peter (1993). *La evolución del pensamiento de los maestros de educación primaria en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. En Revista Investigación en la escuela. No. 21, pp. 53-71.
- PESSOA de Carvalho, A. M. y Castro R. S. (1992). *La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de la física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura*. Revista Enseñanza de las ciencias 10 (3), pp. 289-294.
- PESSOA de Carvalho A. M., Andrea Infantosi V. (1999). *La formación de profesores y los enfoques de ciencia, tecnología y sociedad*. Pensamiento educativo. Vol. 24, pp.181-199.
- PESSOA de Carvalho A. M., Maria da C. Barbosa Lima (1998). *O falar, o escrever e o desenhar na construo de conceitos científicos*. Cuadernos de Pedagogía. No. 1º, pp. 183-206.
- PESSOA de Carvalho A. M. (1996). *O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula*. Pro-posicoes. Vol. 7, No. 1 (19). pp. 3-5.
- PESSOA de Carvalho A. M. (1997). *Ciencias no ensino fundamental*. Cad. Pesq. No. 101, pp 152-168.
- PEREZ Gil, Daniel (1994). *Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico*. En Revista Investigación en la escuela. No. 23, pp. 18- 31.
- PEREZ Gil, Daniel (1993). *Tendencias y experiencias innovadoras en la enseñanza de las ciencias*. Daniel Gil Pérez. Organización de Estados Americanos- Editorial Popular. pp 1-40.
- PEREZ Ranzans, Ana Rosa (1999). *Kuhn y el cambio científico*. Ed. F.C.E., México
- PIAGET, Jean (1989). *Tratado de lógica y conocimiento científico. 1 Naturaleza y métodos de la epistemología*. Vol. 1, Ed. Paidós. México.
- POMEROY, Deborah (1993). *Implications of Teachers Beliefs about the Nature of Science: Comparison of the Beliefs of Scientists, Secondary Science Teacher and Elementary Teachers*. Science Teacher Education 77 (3): pp. 261-268.
- POPPER R., Karl (1996). *La lógica de la investigación científica*. Ed. Rei México. México.
- POPPER R., Karl (1994). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Ed. Paidós Básica. Barcelona.
- POPE, M.L., Scotte E.M. (1983). *Teachers' Epistemology and Practice*. Tomado de: Halkes R. y Olson J. K. *Teacher Thinking: a new perspective on persisting problems in education*. Lisse, Swets y Zeitlinger. Holanda.
- PORLAN, Rafael y Rivero, Ana (1998). *El conocimiento de los profesores*. Serie fundamentos No. 9. Diada Editora, S.L. Sevilla.

- PORLAN, Rafael, García, J., Eduardo y Cañal, Pedro (1998). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Serie fundamentos No. 4. Diada Editora, S.L. Sevilla.
- PORLAN, Rafael A., Rivero García, A., Martín Del Pozo R. (1997). *Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, métodos e instrumentos*, en Revista Enseñanza de las ciencias. Vol. 15 (2), pp. 155-171.
- PORLAN, Rafael A., Rivero García, A., Martín Del Pozo R. (1998). *Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones*, en Revista Enseñanza de las ciencias. Vol. 16 (2). Pp. 271-288.
- POZO, J. I. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Editorial Morata, Madrid.
- POZO, J.I. y Miguel A. Gómez Crespo (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata, S.L. Madrid.
- POSNER, Strike, Hewson y Gertzog (1982). *Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual*. En *Constructivismo y enseñanza de la ciencia*. Diada Editora, S.L. Sevilla, 1997.
- RAMIREZ, Quevedo A. (1989). *Una teoría del cambio conceptual*, en Revista Educación y Cultura, No. 17, marzo, Bogota, Colombia.
- RAMPAL, Anita (1992). *Images of Science and Scientists: A Study of School Teachers' Views. I. Characteristics of Scientists*. International Science Education 74 (4): 415-436.
- ROBINSON, James T. (1998). *Reflections on Science Teaching and the Nature of Science*. Science & Education 7: 635-642.
- ROWELL, James A. y Cawthron, E. (1982). *Images of Science: an Empirical Study*. Int. j. Educ. Vol. 4, No. 1, pp.79-94.
- ROTH, Wolff-Michael y Keith B. Lucas (1997). *From Truth to Invented Reality: A Discourse Analysis of Highschool Physics Students' Talk about Scientific Knowledge*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 34, No. 2, pp. 145-179
- ROVIRA, Gabarró M. (Selección de textos) (2000). *El constructivismo en la práctica*. (Claves para la innovación educativa 2). Ed. Laboratorio Educativo GRAO. Barcelona.
- RUIZ Larraguivel, E. (1983) *Reflexiones en torno a las teorías del aprendizaje*. Perfiles Educativos 2 (Jul- Sep), CISE- UNAM, México.
- RUSSELL, Carey L., Niles G. Stauss (1968). *An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers*. Science Education. Vol. 52, No. 4, pp. 358-353.
- RYAN, Alan G. y Aikenhead, Glen S. (1992). *The Developed of a New Instrument, Views on Science-Technology (VOST)*. Science Education 76 (5): 477-491.
- RYDER, Jim, John Leach, Rosalinda Driver (1999). *Undergraduate Science Students' Images of Science*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 36, No. 2, pp. 201-219
- SEATTLE, Tom (1990). *How to avoid implying that physicalism is true a problem for teachers of science*. Int. j. Educ., Vol. 12, No. 3, pp. 258-264.
- SEGURA, Dino de J., Adela Molina (1991). *Las ciencias naturales en la escuela*. En Revista Investigación en la escuela. No. 14, pp. 19-33.
- SHAPIRO, Bonnie L. (1996). *A Case Study of Change in Elementary Student Teacher Thinking During an Independent Investigation in Science: Learning about the Face of a Science That Does Not Yet Know*. Science Education 80 (5): 535-560.
- SIQUEIROS, Leandro, María Martínez-Urbano (1992). *Evolución y persistencia de las representaciones mentales: la creación del mundo y el origen del hombre*. En Revista Investigación en la escuela, No. 16, pp. 39-47.
- SOLOMON, Joan, Jonathan Duveen, Linda Scott (1992). *Teaching about the Nature of Science Through History: Action Research in the Classroom*. Journal of Research in Science Teaching. Vol. 29, No. 4, pp. 409-421.
- SOLOMON, Joan (1995). *Higher level understanding of the nature of science*. The nature of science. SSR. Mar, 76, 276, pp. 15- 22.
- SOLOMON, Joan, Linda Scott y Jon Duveen (1996). *Large-Scale Exploration of Pupils' Understanding of the Nature of Science Education*. Science Education 80 (5): 493-508
- STEMMULLER, Wolfgang (1994). *Teoría y experiencia*. Cap. III. pp. 57-93. El problema del sentido empírico. Ed. Ariel, Barcelona.
- STENBERG, Robert (1999). *The Nature of Cognition*, Cambridge, Mass: The MIT Press.
- TAYLOR, S.J. Y R. Bogdan. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. PAIDOS STUDIO básica. México.
- TOULMIN, Stephen (1977). *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Vol. 1, Alianza Editorial, Madrid.
- VYGOTZKY, L. (1992). *Pensamiento y Lenguaje (2ª. Reimpresión)*. Editorial Quinto Sol, México.
- WARTOFSKY, W. Marx (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Textos, cap. 11: la causalidad y 5: la observación. Alianza Editorial, México.

- WOOLFOLK, A. y Nicolich, L. (1983). *Concepciones Cognitivas del Aprendizaje*, en *Psicología de la Educación para Profesores*. Ed. Narcea, Madrid.
- ZLEIDER, Dana L. y Lederman, N. (1989). *The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science*. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 26, No. 9, pp. 771-783.

APÉNDICE

1. GUIA DE ENTREVISTA:

INSTITUTO MICHOACANO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN "JOSE MARIA MORELOS"
PROGRAMA DE LA MAESTRIA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES
SEMINARIO-TALLER ELABORACIÓN DE LA INVESTIGACION
(ASPECTO PEDAGÓGICO)

GUÍA DE ENTREVISTA INDIVIDUAL (1ª PARTE)

NOMBRE DEL PROFESOR: _____
MATERIA QUE ENSEÑA: _____ NIVEL: _____ GRADO: _____
INSTITUCIÓN: _____
AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE: _____
FORMACIÓN PROFESIONAL: _____

1. ¿Qué significa la palabra *ciencia* para tí?

2. Desde tu punto de vista ¿cuál es el papel del científico?

3. ¿Cuáles piensas tú que son los propósitos de la ciencia, para qué nos sirve el conocimiento científico?

4. Desde tu punto de vista, ¿cuáles son las principales características del conocimiento científico?

5. ¿Cómo crees tú que se genera o se produce el descubrimiento científico, a través del proceso de investigación?

6. ¿Cómo piensas que evoluciona, avanza y se desarrolla el conocimiento científico?

7. Puedes decirme ¿para tí qué es la enseñanza, cuál es tu concepto de enseñanza de ciencias?

8. A partir de tu experiencia de trabajo como profesor ¿cómo enseñas la materia o el tema de ciencia que impartes a tus alumnos? ¿qué estrategias didácticas aplicas ordinariamente para la enseñanza de esta materia o tema?, ¿qué objetivos persigue esta estrategia?

9. Tomando como referencia la forma real en que tú enseñas ¿Cuál consideras que sería la manera ideal de enseñar ciencias naturales?, es decir, crees que haya otra forma más efectiva de cómo se debe enseñar la química, cuál (...)?

10. Desde tu punto de vista ¿qué es el aprendizaje, en que consiste aprender ciencias?

11. ¿Cuál consideras que es el proceso mental, intelectual que sigue el alumno para lograr el aprendizaje de la materia o tema de ciencias que tú enseñas?

12. ¿Cómo te aseguras de que tus alumnos adquieren un conocimiento sobre algún concepto científico, por ejemplo: átomo, célula, electricidad, materia, energía, elemento químico, etc., esto es, cómo sabes que ellos realmente han entendido ese concepto?

13. ¿Cuál es el papel que el alumno debe desempeñar para obtener resultados favorables en el aprendizaje de la materia o tema de ciencias que tú enseñas?

2. GUIA DE ENTREVISTA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

INSTITUTO MICHOACANO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
JOSE MARIA MORELOS
PROGRAMA DE LA MAESTRIA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES
SEMINARIO-TALLER ELABORACIÓN DE LA INVESTIGACION
(ASPECTO PEDAGÓGICO)

CUESTIONARIO SOBRE EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (2ª. PARTE)

1. ¿Cuál es el tema que tu elegiste para tu investigación?

2. ¿Cuál es el problema que tienes definido en tu proyecto?

3. ¿Cuál es la hipótesis o idea guía explícita o implícita, que orienta la solución de tu problema?

4. ¿Cuál es el propósito u objetivo principal de tu investigación?

5. ¿Qué tipo de diseño metodológico aplicaste o piensas aplicar en el estudio que estas realizando?

6. ¿Qué instrumentos piensas utilizar, o ya estas empleando, para recabar los datos de tu investigación?

7. ¿Quienes son los sujetos a los que piensas observar o ya observaste: cuántos, dónde, cuándo?

8. ¿Cuáles son las categorías de análisis que has definido en el aspecto teórico de tu investigación?

9. ¿Recuerdas la idea que tu tienes de ciencia?, ¿cómo se traduce o se relaciona tú concepción de ciencia a tú proyecto de investigación?

10. Recuerdas la idea que tu tienes de enseñanza de la ciencia?, ¿cómo se traduce o se relaciona con tu proyecto de investigación?

11. ¿Recuerdas el concepto que tu tienes de aprendizaje cómo se traduce o se relaciona con tu proyecto de investigación?

12. ¿Cuál es el nivel de avance de tu investigación? ¿Cuáles son los problemas que enfrentas en el desarrollo actual de tu investigación?, ¿Cómo crees que se podrían resolver?, ¿En qué crees que te puedo ayudar y apoyar en el desarrollo de tu investigación?

3. CUESTIONARIO:

INSTITUTO MICHOACANO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
 JOSE MARIA MORELOS
 PROGRAMA DE LA MAESTRIA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES
 SEMINARIO-TALLER ELABORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
 (ASPECTO PEDAGÓGICO)

CUESTIONARIO: Sobre concepciones epistemológicas, de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales

NOMBRE DEL PROFESOR: _____
 MATERIA QUE ENSEÑA: _____ NIVEL: _____ GRADO: _____
 INSTITUCIÓN: _____
 AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE: _____
 FORMACIÓN PROFESIONAL: _____

* (Si tu respuesta requiere de más espacio por favor escribe al reverso de la hoja, numerando la respuesta)

1. ¿Qué significa la palabra **ciencia** para ti?

2. Desde tu punto de vista ¿cuál es el **papel del científico**, qué hace un científico?.

3. ¿Cuáles piensas tú que son los **propósitos** de la ciencia, **para qué nos sirve** el conocimiento científico, cuál su **objetivo** fundamental como conocimiento?

4. ¿ Desde tú punto de vista cuáles son las principales **características** del conocimiento científico?

5. ¿ Cómo crees tú que se genera o se produce el **descubrimiento** científico, a través del proceso de **investigación**?

6. ¿Cómo piensas que **evoluciona**, avanza y se desarrolla el conocimiento científico?

7. Puedes decirme ¿para ti **qué es la enseñanza**, cuál es tu **concepto de enseñanza** de las ciencias naturales?

8. A partir de tú experiencia de trabajo como profesor ¿**cómo enseñas la materia** o el tema de ciencia que impartes a tus alumnos? ¿qué **estrategias didácticas** aplicas ordinariamente para la enseñanza de esta materia o tema?

¿Qué **objetivo (s)** persigue esta estrategia?

9. Tomando como referencia la forma real en que tú enseñas ¿conoces **otra forma** de cómo se enseña esta materia? NO:____SÍ:____

¿Cuál?

¿Qué estrategia didáctica se sigue?

¿Qué **objetivo (s)** persigue?

10. Desde tu punto de vista ¿qué es el **aprendizaje**, en que consiste **aprender ciencias naturales**?

11. ¿Cuál consideras que es el **proceso mental, intelectual** que sigue el alumno para lograr el aprendizaje de la materia o tema de ciencias que tú enseñas, **qué pasos debe seguir**, qué debe hacer al inicio y qué al final?, ¿por dónde debe de **iniciar** tal proceso?

12. Escribe un **concepto científico** que sea fundamental que tus alumnos aprendan de la materia que tú estás enseñando:

¿Cómo sabes o te aseguras de que tus alumnos han **adquirido el conocimiento** sobre este concepto científico, es decir, que ellos realmente **han aprendido** este concepto, o que ellos lo manejan cuando son capaces de decir o hacer qué cosas?:

13. ¿Cuál es el **papel** que el alumno **debe desempeñar** para obtener resultados favorables en el aprendizaje de la materia o tema de ciencias que tú enseñas?

¿Porqué?

¿Cuál es el que realmente desempeña?

¿Por qué?

14. Para concluir, te agradezco me hagas llegar tus sugerencias y comentarios alusivos al contenido de este cuestionario, sobre cualquier punto que para ti sea significativo, en particular me interesa saber si ha habido un cambio perceptible en tus concepciones de ciencia, de enseñanza y aprendizaje durante este V semestre:

Mis sinceros agradecimientos por tu invaluable colaboración. Realmente aprecio y estimo como sumamente valiosa tu contribución a este estudio ¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro N° 1:	Categorías de las concepciones epistemológicas	Desplegado p. 49
Cuadro N° 2:	Categorías de las concepciones de aprendizaje	66
Cuadro N° 3:	Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia	92
Cuadro N° 4:	Categoría sobre la naturaleza de la ciencia y la educación	94
Cuadro N° 5:	Características individuales y grupales de los profesores que tomaron parte en la investigación	104
Cuadro N°6:	Diseño curricular de la maestría en ciencias naturales	105
Cuadro N° 7:	Análisis individual de las concepciones epistemológica	113
Cuadro N° 8:	Análisis grupal de las concepciones epistemológicas	114
Cuadro N° 9:	Análisis individual de las concepciones de aprendizaje	118
Cuadro N° 10:	Análisis grupal de las concepciones de aprendizaje	119
Cuadro N° 11:	Estructura del proyecto de investigación de los profesor	122
Cuadro N° 12:	Concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje de uno de los profesores en los momentos inicial y final del proceso de intervención	123
Cuadro N° 13:	Cambios conceptuales en la caracterización epistemológica	124
Cuadro N° 14:	Cambios conceptuales en la caracterización de aprendizaje	124
Cuadro N° 15:	Cambios en la estructura del proyecto de investigació	125
Cuadro N° 16:	Cambios conceptuales en las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje	126
1. Contexto de Descubrimiento		
Gráfica 1.1.	La observación	115
Gráfica 1.2.	Papel del experimento	115
Gráfica 1.3.	Papel del científico	115
Gráfica 1.4.	Origen del conocimiento	115
Gráfica 1.5.	Relación sujeto-objeto	116
Gráfica 1.6.	Proceso metodológico para la generación del conocimiento	116
2. Contexto de Justificación		
Gráfica 2.1.	La observación	116
Gráfica 2.2.	Papel del experimento	116
Gráfica 2.3.	Validación	116
Gráfica 2.4.	Correspondencia con la realidad	116
Gráfica 2.5.	Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)	116
3. Contexto de Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia		
Gráfica 3.1.	Concepción del conocimiento científico	116
Gráfica 3.2.	Concepción de ciencia	117
Gráfica 3.3.	Finalidad	117
Gráfica 3.4.	Niveles de organización de la ciencia	117
Gráfica 3.5.	Desarrollo de la ciencia	117
A. Síntesis de las visiones epistemológicas		117
1. Ámbito de Caracterización		
Gráfica 1.1.	En qué consiste el aprendizaje	120
Gráfica 1.2.	Rasgos generales	120
Gráfica 1.3.	Papel del sujeto en el aprendizaje	120
Gráfica 1.4.	Objeto de aprendizaje	120
2. Ámbito de Procesos		
Gráfica 2.1.	Procesos cognitivos	120
Gráfica 2.2.	Origen y elementos del aprendizaje	121
Gráfica 2.3.	Verificación	121
Ámbito de Propósitos		
Gráfica 3.1.	Para qué aprender	121
B. Síntesis de visiones de aprendizaje		121