



SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN
DE GOBIERNO
DEL ESTADO



UNIDAD UPN 241
SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

Secretaría de Educación del Gobierno del Estado
Universidad Pedagógica Nacional
Unidad 241

**“LOS PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA:
ENTRE CERTEZAS E INCERTIDUMBRES EN LA ENSEÑANZA”**

TESIS:

**Que para obtener el grado de Doctor en Desarrollo Educativo con Énfasis en Formación
de Profesores.**

PRESENTA:

Oswaldo Lozano Cantú

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Oscar Eligio Villanueva Gutiérrez



Doctorado Regional en Desarrollo Educativo con Énfasis en Formación de Profesores

Estados que integran la Región:

Coahuila

Nuevo León

Tamaulipas

San Luis Potosí

Zacatecas

DEDICO ESTA TESIS

A mi esposa

A mis hijos

A toda mi familia

Por todos estos años de espera y apoyo

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis por su calidad humana y académica.

A los Maestros del Programa Doctoral por su profesionalismo, sus acertadas reflexiones y las críticas oportunas en la construcción de esta investigación.

A los Docentes y Directivos Participantes por la solidaridad al compartir sus experiencias en las aulas y escuelas.

A todas y todos por su preciosa colaboración y comprensión.

Muchas gracias, su aporte, paciencia y apoyo fueron imprescindibles.

RESUMEN

El objeto de estudio de esta investigación está integrado por las creencias y los conocimientos en el pensamiento del profesor, las certezas e incertidumbres sobre la ciencia y su enseñanza en la educación secundaria. Los elementos teóricos consideran las aportaciones de Ortega y Gasset (1964), Pozo (2002), Grossman, Wilson y Shulman (2005), Garritz y Trinidad-Velasco (2006), Hargreaves (2005), Day (2007) y Barnett y Hodson (2001) entre otros. La investigación es de carácter cualitativo, las categorías de análisis que orientan el trabajo son las certezas y las incertidumbres para mostrar la concurrencia de creencias, conocimientos e inseguridades en la enseñanza de las ciencias naturales. Las técnicas empleadas para obtener la información son grupos de enfoque, entrevistas, cuestionarios y observaciones de clase. Los participantes son los profesores responsables de las asignaturas de ciencias naturales. En la indagación se encuentra que la objetividad de la ciencia, la superioridad del método científico y la exposición de contenidos constituyen un entramado de creencias; imágenes de los docentes que están en confluencia con las incertidumbres generadas por las exigencias del *currículum*, las demandas de la capacitación y actualización, el apremio de las finalidades educativas y las presiones del tiempo escolar. Esta convergencia limita las oportunidades para el desarrollo de las competencias, para los cambios y las innovaciones en la enseñanza. Esos hallazgos pueden orientar los procesos de formación y el desarrollo profesional de los docentes de ciencias.

PALABRAS CLAVE:

Pensamiento del profesor, creencias, conocimientos, certezas e incertidumbres.

ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pág.
Introducción	2
Capítulo 1	12
Los docentes de educación secundaria. Certezas e incertidumbres: Problema de investigación	13
1.1 Posmodernidad y educación	36
1.2 Los docentes y la enseñanza de la ciencia	44
1.3 Educación y ciencia	52
1.4 La comprensión de las certezas e incertidumbres	58
Capítulo 2	58
Revisión de las investigaciones relacionadas con las certezas docentes	59
2.1 Didáctica de las ciencias	63
2.2 Pensamiento docente	69
2.2.1 Estudios centrados en las creencias	91
2.2.2 Estudios centrados en los conocimientos	100
2.3 Estudios que recuperan la incertidumbre	104
2.4 Síntesis general de las investigaciones	110
Capítulo 3	110
El pensamiento del profesor en un mundo de cambio: Componentes teóricos	111
3.1 Creencias: Disposiciones y representaciones	119
3.2 Creencias y naturaleza de la ciencia	128
3.3 Creencias en relación con la enseñanza y el aprendizaje	137
3.4 Conocimientos	144
3.5 Incertidumbres: Los profesores en un mundo cambiante	149
3.6 Profesión y desafíos	159
Capítulo 4	159
Indagación de las certezas e incertidumbres: Proceso metodológico	160
4.1 El paradigma cualitativo	166
4.2 Procedimiento de investigación	168
4.3 Los docentes de ciencias naturales: Participantes	191
4.4 Técnicas de información	201
4.5 Categorías e interpretación	206
Capítulo 5	206
La ciencia y la enseñanza desde la mirada de los profesores: Análisis y discusión	207
5.1 Creencias de los docentes acerca de la ciencia	208
5.1.1 Noción de ciencia	216
5.1.2 Propósito de la ciencia	219
5.1.3 Método de la ciencia	227
5.1.4 Desarrollo de la ciencia	233
5.2 Creencias relacionadas con la enseñanza	234
5.2.1 Propuesta directa	238
5.2.2 Propuesta intermedia	243
5.2.3 Propuesta de construcción	250
5.3 Conocimientos de los profesores	251
5.3.1 Temas desarrollados	252
5.3.2 ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes?	253
5.3.3 ¿Por qué es importante que los alumnos lo aprendan?	254
5.3.4 ¿Qué más sabe usted de esta idea, concepto o contenido?	257
5.3.5 ¿Qué aspectos del entorno cotidiano son importantes para enseñar esta idea, concepto	

o contenido?	
5.3.6 ¿Qué dificultades o limitaciones existen para enseñar y aprender esta idea, concepto o contenido?	259
5.3.7 ¿Qué conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos influyen en la enseñanza de esta idea, concepto o contenido?	262
5.3.8 ¿Qué procedimientos emplea para que los alumnos se comprometan con esta idea, concepto o contenido?	265
5.3.9 ¿Cómo evalúa el aprendizaje de esta idea, concepto o contenido?	269
5.3.10 Inventarios de conocimientos	272
5.4 Incertidumbres en la enseñanza de las ciencias naturales	294
5.4.1 Finalidades de la enseñanza de las ciencias	294
5.4.2 Profesionalismo docente	300
5.4.3 <i>Currículum</i> de Ciencias	307
5.4.4 Cultura de la escuela	314
5.5 Planeaciones, cuadernos y exámenes	320
Conclusiones	331
Referencias	343
Anexo	372
Anexo 1.1 Mapas curriculares	372
Anexo 2.1 Revisión de investigaciones	374
Anexo 3.1 Epistemología y contextos del conocimiento científico	393
Anexo 3.2 Enfoques en la enseñanza de las ciencias	396
Anexo 4.1 Cronograma de la investigación	398
Anexo 4.2 Características de las escuelas de los profesores participantes	399
Anexo 4.3 Información general de los docentes participantes	400
Anexo 4.4 Guion para el desarrollo de los grupos focales	401
Anexo 4.5 Cuestionario. Representación del Contenido	402
Anexo 4.6 Guion de entrevista semiestructurada	403
Anexo 4.7 Guion para la observación de clase	404
Anexo 4.8 Guion de análisis de documentos de la clase	404
Anexo 4.9 Participantes y técnicas de información	405
Anexo 4.10 Categorías de análisis	408
Anexo 5.1 Hoja de trabajo en una clase de práctica de laboratorio	410
Anexo 5.2 Temas tratados por los docentes	411
Anexo 5.3 Planeación de clase	413
Anexo 5.4 Diseño de prácticas	414
Anexo 5.5 Actividad experimental	415
Anexo 5.6 Cuaderno de los estudiantes	416
Anexo 5.7 Conocimiento Didáctico del Contenido: Inventarios de conocimientos	417
Anexo 5.8 Tiempos para el aprendizaje	419

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Pág.
Figura 1.1 Los docentes de educación secundaria en la posmodernidad	12
Figura 1.2 Esquema de investigación	55
Figura 2.1 Aproximación a los estudios de las certezas e incertidumbres	58
Figura 2.2 La didáctica de las ciencias en la integración científica	61
Figura 2.3 Cuatro dimensiones del conocimiento	65
Figura 3.1 Componentes teóricos	110
Figura 3.2 Conocimiento didáctico del contenido	143
Figura 3.3 La cuarta vía del cambio educativo	156
Figura 4.1 Perspectiva metodológica	160
Figura 4.2 Docentes por modalidad del servicio educativo	170
Figura 4.3 Docentes: Hombres y mujeres	171
Figura 4.4 Docentes: Años de servicio en el Sistema Educativo (1)	172
Figura 4.5 Docentes: Años de servicio en el Sistema Educativo (2)	173
Figura 4.6 Docentes: Años de servicio en el nivel de Educación Secundaria	174
Figura 4.7 Docentes: Horas asignadas en la escuela	175
Figura 4.8 Docentes de tiempo parcial y de tiempo completo	176
Figura 4.9 Docentes: Asignaturas y otras actividades	177
Figura 4.10 Docentes responsables de las asignaturas de Ciencias	179
Figura 4.11 Formación inicial de los docentes de secundaria	180
Figura 4.12 Docentes: Especialidad	180
Figura 4.13 Docentes: Año de egreso	181
Figura 4.14 Docentes: Titulados y pasantes	182
Figura 4.15 Docentes con estudios de Posgrado	182
Figura 4.16 Docentes: Formación Continua	183
Figura 4.17 Docentes: Formación Continua. Asistencia	187
Figura 5.1 Información e interpretación	207
Figura 5.2 Mapa conceptual: Movimiento y fuerzas	255
Figura 5.3 Mapa conceptual: el Átomo	257
Figura 5.4 Conocimientos: Relación con el entorno	258
Figura 5.5 Conocimientos: Dificultades para enseñar o aprender	261
Figura 5.6 Conocimientos: Recuperar los conocimientos previos de los estudiantes	263
Figura 5.7 Conocimientos: Procedimientos didácticos	267
Figura 5.8 Conocimientos: El propósito de la evaluación	270
Figura 5.9 Conocimientos: Formas de evaluación de los aprendizajes	271
Figura 5.10 Mapa conceptual: sexualidad	277

ÍNDICE DE TABLAS

	Tablas	Pág.
Tabla 1.1 Principios pedagógicos		23
Tabla 1.2 Contenidos científicos		24
Tabla 1.3 Competencias, propósitos, estándares y aprendizajes		26
Tabla 1.4 PISA en México		35
Tabla 3.1 Epistemología y conocimiento científico		123
Tabla 4.1 Responsabilidades de los profesores de ciencias naturales		178
Tabla 4.2 Aspectos que se deben fortalecer en la formación continua		184
Tabla 4.3 Cursos de actualización		185
Tabla 4.4 Otros temas de actualización		186
Tabla 4.5 Expectativas docentes sobre la actualización		187
Tabla 4.6 Obstáculos para la actualización de los docentes		189

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CDC	Conocimiento Didáctico del Contenido
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
CNA	Cursos Nacionales de Actualización
COCS	Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad
COCTS	Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad
COMIE	Consejo Mexicano de Investigación Educativa
CORE	Content Representation
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
CTSA	Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente
DGFCMS	Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio
DOF	Diario Oficial de la Federación
EB	Educación Básica
ENPECYT	Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología
FCB	Facultad de Ciencias Biológicas
FCFM	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
FCQ	Facultad de Ciencias Químicas
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
INEE	Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
INPECIP	Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores
IPN	Instituto Politécnico Nacional
LGSPD	Ley General del Servicio Profesional Docente
LOS	Lerning of Science
MEC	Maestría en Enseñanza de la Ciencia
NdCyT	Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología
NEM	Nueva Escuela Mexicana
NOS	Nature of Science
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos
PaP-eRs	Professional and Pedagogical Experience Repertoires (Inventarios de Conocimientos)
PCK	Pedagogical Content Knowledge
PIB	Producto Interno Bruto
PISA	Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes
PRONAP	Programa Nacional de Actualización Permanente
RCD ()	Registro del Cuestionario del Docente (1-23)
RDC ()	Registro del Documento de Cuadernos (1-13)
RDE ()	Registro del Documento de Exámenes (1-13)
RDP ()	Registro del Documento de Planeación (1-)
ReCo	Representación del Contenido
REI ()	Registro de Entrevista Individual (1-9)
RGF ()	Registro de Grupo Focal (1-6)
RMC ()	Registro de Mapa Conceptual (1-23)
ROB ()	Registro de Observación (1-12)
RIEB	Reforma Integral de la Educación Básica
SEP	Secretaría de Educación Pública
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León

UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UPN	Universidad Pedagógica Nacional
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPN	Universidad Pedagógica Nacional

*La naturaleza de un ser no se da nunca a nadie por completo,
solamente según algunos de sus aspectos
y de acuerdo con nuestras categorías¹.*

Aristóteles

*El realismo dependiente del modelo se aplica
no sólo a los modelos científicos,
sino también a los modelos mentales conscientes
o subconscientes que todos creamos
para interpretar y comprender el mundo cotidiano².*

Hawking y Mlodinow

*Los cambios en educación dependen de lo que piensan
y hacen los profesores, algo tan simple y a la vez tan complejo³.*

M. Fullan

¹ (Martínez Miguélez, 2008, p. 42).

² (Hawking y Mlodinow, 2010, p. 55).

³ (Fullan, 2002).

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta la investigación titulada “Los profesores de ciencias naturales en educación secundaria: entre certezas e incertidumbres en la enseñanza” realizada en el marco del programa del Doctorado en Desarrollo Educativo, con énfasis en Formación de Profesores, Capítulo Noreste, que se imparte en la Unidad 241 y otras unidades de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) en esa región del país.

La investigación responde al interés y preocupación por la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela secundaria, un espacio educativo que resulta crucial atender por sus implicaciones en la formación de los futuros ciudadanos de una sociedad compleja; con información, conocimiento, ciencia y tecnología imbricados, cada vez más de forma profunda, en todas las acciones y decisiones de las personas, empresas, grupos sociales y gobiernos.

El estudio de las certezas e incertidumbres en la enseñanza es un trabajo investigativo que se inscribe en la línea de formación o ámbito llamado “Etapa de desarrollo profesional” que plantea el programa de doctorado⁴; esta línea comprende aquellos trabajos que consideran a los docentes como sujetos de saber, con conocimientos profesionales y capacidad de generarlos en diversos contextos de cambio e innovación.

Los resultados de investigaciones y evaluaciones nacionales e internacionales realizadas con alumnos y con docentes dan cuenta de la necesidad de atender las diversas condiciones de la enseñanza (Pozo y Gómez, 2013; INEE, 2015a, 2015b, 2016); entre ellas, el papel del

⁴ El programa de doctorado tiene cuatro líneas de formación o ámbitos de investigación: Etapa de formación inicial, etapa de iniciación a la enseñanza, etapa de desarrollo profesional y etapa de gestión para el desarrollo educativo.

docente, como actor fundamental en el desarrollo de los procesos de apropiación de los temas científicos.

Los docentes de secundaria que abordan las asignaturas de ciencias son especialistas formados esencialmente en escuelas normales o facultades universitarias, cuentan con conocimientos y competencias que es necesario explorar y comprender desde sus ideas, inquietudes, concepciones y formas de pensar. La enseñanza de las ciencias no es un problema simple de metodologías y estrategias didácticas, de recursos, infraestructura (laboratorios, aparatos, sustancias) o tecnología siempre insuficientes; la labor docente requiere la atención desde el pensamiento del profesor, es decir, el paradigma que retoma diversas líneas de investigación; que en este caso enfoca las certezas e incertidumbres de los profesores como objeto de estudio.

Lo anterior implica preguntarse por la naturaleza, concurrencia o interacción de las creencias y conocimientos en el pensamiento docente, su influencia en la enseñanza, las situaciones inciertas que enfrenta y las implicaciones para los procesos de formación de los profesores en servicio. Así, las creencias y conocimientos de los profesores en el contexto inseguro de la enseñanza de las ciencias constituyen el objeto de estudio de esta investigación. Los elementos sustantivos de este objeto de estudio ha sido tratados en otras investigaciones, generalmente en forma aislada, encauzados al reconocimiento de perfiles epistemológicos en los docentes; en este estudio las creencias y conocimientos se conciben como aquellas certezas que dan confianza a los profesores para desarrollar las actividades del aula; conjunto de ideas que es indispensable determinar para comprender su confluencia con las situaciones difíciles o inciertas a las que se enfrenta el quehacer de los docentes.

Investigación y ciencia resultan esenciales en las sociedades actuales. La investigación es una actividad orientada a la obtención y empleo de los conocimientos, es un asunto cardinal en la época posmoderna para el avance de las todas las disciplinas, incluida la educación, para el desarrollo de proyectos productivos y para la solución de múltiples problemáticas (UNESCO, 2005a, 2005b, 2015a, 2015b). Por ello la investigación es una preocupación de las universidades, empresas y gobiernos para definir políticas y acciones necesarias para el desarrollo educativo, el avance social y el crecimiento económico.

Pero la investigación en nuestro país es una empresa limitada que no se desenvuelve a la altura de las necesidades nacionales. De manera específica, la investigación educativa en nuestro país tiene espacios restringidos de tratamiento, en particular la relacionada con la Educación Científica; son pocas las instituciones que cuentan con investigadores o equipos que desarrollen la indagación en este campo: la Universidad Pedagógica Nacional (UPN); el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN); la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en diversas instituciones como la Facultad de Química; otras universidades estatales; y finalmente, la investigación se realiza por iniciativa de investigadores interesados, o en espacios como la preparación de tesis de licenciaturas o posgrados.

Sin duda, esas instituciones e instancias realizan aportaciones importantes, pero insuficientes, para las necesidades de un desarrollo educativo que aspira a impulsar el estudio, el interés y el atractivo por los tópicos científicos. Temas que en la sociedad actual resultan indispensables para generar una *cultura científica* en países como México. Una cultura científica entendida como una actitud de aprecio por el conocimiento científico y su capacidad para el desarrollo social, como plantea Olivé (2006):

Esto significa sobre todo que los ciudadanos y quienes toman las decisiones en los gobiernos y en el sector productivo aprecian el valor de la ciencia, y junto con los científicos entienden que ésta tiene un enorme potencial para coadyuvar al desarrollo económico y social y a la comprensión y resolución de problemas. Saben por qué es razonable confiar en la ciencia y cuáles son sus límites, saben también que genera riesgos pero que existen maneras ética, económica y políticamente aceptables de contender con ellos mediante mecanismos en donde participen científicos y representantes de los grupos sociales involucrados, y saben también la conveniencia de aprovechar otros saberes. (p. 26).

Esta cultura científica es una construcción que el país en su conjunto tiene que realizar, desde diferentes ámbitos, con el propósito de lograr un amplio y acelerado desarrollo de la ciencia que en la misma proporción beneficie a la sociedad mexicana; al integrar sistemas de innovación formados por investigadores y organismos sociales: “Por lo tanto, la construcción de una auténtica cultura científica requiere un gran esfuerzo educativo desde la escuela primaria hasta el posgrado, y va de la mano de la construcción y el fortalecimiento de los sistemas sociales científico-tecnológicos” (Olivé, 2006, p. 26).

En ese sentido, esta investigación pretende desvelar las certezas e incertidumbres de la enseñanza, al enfocar la ciencia en el pensamiento docente; este informe de investigación se construye a partir de las actividades, procesos investigativos, aportes empíricos y asesorías que conforman el plan de estudios del doctorado; así como de las observaciones y sugerencias planteadas por la dirección de tesis para orientar el progreso y conclusión de la indagación.

El proceso de búsqueda responde al interés del investigador por el estudio del pensamiento del profesor; tiene carácter hermenéutico, permite comprender las formas de

pensar las ciencias naturales, así como los modos que asumen los procesos de enseñanza en el aula de los docentes responsables de las asignaturas científicas sin dejar de lado los obstáculos, generalmente, culturales e instituciones que median la enseñanza de contenidos científicos.

Los diferentes capítulos que componen este documento presentan la investigación, las preguntas y propósitos del proceso; el dispositivo teórico metodológico, los resultados y su discusión. El documento está organizado en cinco capítulos. El capítulo uno recibe el nombre de: *“Los docentes de educación secundaria. Certezas e incertidumbres: Problema de investigación”*, expone en cuatro apartados los elementos esenciales de la investigación. Contempla diferentes aspectos que conforman el interés por el tema de estudio, su importancia, la justificación, las preguntas y propósitos que orientan la indagación.

Ahí se discute la condición posmoderna de la sociedad actual; los cambios y transformaciones; la incertidumbre del conocimiento; la importancia de la ciencia y la investigación en la sociedad actual; la repercusión de los cambios en la educación; las reformas educativas de este país; y la necesidad de atender el pensamiento de la figura apreciada como central en todo proceso educativo formal, es decir, el docente.

El capítulo dos, *“Revisión de las investigaciones relacionadas con las certezas docentes”* compuesto por cuatro apartados refiere el estado de la investigación sobre las creencias y conocimientos de los docentes. El capítulo trata de la Didáctica de las Ciencias como espacio de investigación, desarrollo y consolidación; además, precisa una de las líneas de investigación más importantes de ese campo, en la cual, el pensamiento de los profesores es una de las más importantes ya que se orienta a las decisiones y actuaciones de los profesores en el aula.

En este capítulo se examinan las aportaciones de las investigaciones sobre las creencias y conocimientos; se observan las preguntas y propósitos de los investigadores, sus metodologías, los instrumentos empleados, así como los hallazgos y contribuciones más significativas. Se observa que el estudio de los conocimientos de los docentes de secundaria es limitado, un tanto orientado a los conocimientos disciplinares; no se contemplan los conocimientos docentes con dispositivos más amplios como el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), el cual es desarrollado en estudios con profesores de los niveles medio superior y superior.

La revisión de las investigaciones ofrece un panorama de las preocupaciones de los estudiosos en relación con las creencias y los conocimientos; indagaciones que están orientadas hacia el examen de las posturas epistemológicas de los docentes ante el conocimiento científico; sin embargo, permiten situar este trabajo en aspectos poco considerados sobre las creencias y conocimientos, es decir, como expresiones de certidumbres que interaccionan en los procesos inciertos del aula de ciencias.

El capítulo tres, *“El pensamiento del profesor en un mundo de cambio: Componentes teóricos”* contiene seis apartados principales. Por una parte, aborda el pensamiento del profesor, las creencias sobre el conocimiento científico y la enseñanza, su naturaleza y sus características. Las aportaciones de Villoro (1989), Pozo (2002), Porlán (1998), Ortega y Gasset (1964), además de otros autores conforman diversas temáticas que sustentan la comprensión de estas certidumbres en el pensamiento y actividad docente. Las contribuciones de Shulman (1989) relacionadas con el conocimiento base de los profesores permiten el acercamiento integral a través del CDC a los conocimientos del profesor para la comprensión y el desarrollo de los contenidos de ciencias.

En otra parte, el capítulo aborda al docente como profesional en un mundo de cambios e inseguridades, sus características y los retos que enfrenta en los procesos formativos y de ejercicio profesional. Trata la incertidumbre del docente en ciertos espacios propuestos por Barnett y Hodson (2001), en cada uno de los cuales el profesor afronta diversas cuestiones como las finalidades, las competencias, la Alfabetización Científica, los enfoques de Ciencia y Sociedad; sin olvidar aquello que tiene que ver con los cambios curriculares, la profesionalización y la cultura institucional, todo lo cual, conforma en palabras de Morin (1999) un océano de incertidumbres.

El proceso de la investigación está descrito en el capítulo cuatro *“Indagación de las certezas e incertidumbres: Proceso metodológico”*; asume las características de una investigación interpretativa como la ruta crítica más viable para entender el pensamiento del profesor, los significados de ciencia, conocimientos e inquietudes en la enseñanza de la ciencia.

El capítulo incluye cinco apartados, en los cuales se presenta la conformación y las características del grupo de profesores de ciencias participantes; las técnicas de acopio de información, como los grupos de enfoque, su viabilidad y sus características; la importancia de otras técnicas suplementarias; como observaciones, cuestionarios y documentos de trabajo de los profesores. Además, contempla la organización y sistematización de la información que proporcionan el acercamiento necesario a las creencias, los conocimientos y las situaciones complejas que enfrentan los docentes.

El capítulo concreta las categorías de análisis de la información empírica recabada con las técnicas señaladas; muestra las categorías mediadoras que emergen y construyen en el proceso indagatorio e interpretativo: “noción de ciencia”, “propósito de la ciencia”, “método de la ciencia”, “propuesta de construcción”, “finalidades de la enseñanza”, entre otras que arrojan

los procedimientos de análisis. Además, muestra las categorías generales en el análisis de fondo que dan sentido al proceso indagatorio, es decir, “las certezas y las incertidumbres” como hilos conductores en la comprensión de la concurrencia de esos elementos en la enseñanza.

El capítulo cinco se denomina “*La ciencia y la enseñanza desde la mirada de los profesores: Análisis y discusión*” proporciona los resultados del estudio, organizados y sistematizados como las respuestas a las preguntas de la investigación. Con las categorías mediadoras y generales se determinan las certezas o creencias de los docentes, en las que sobresalen la visión de éxito de la ciencia asimilada como tecnología, de la supremacía del conocimiento científico, del gran valor otorgado al método experimental, como única vía al conocimiento entre otras posturas de corte positivista.

El examen de las certezas de enseñanza encuentra que la propuesta didáctica del docente tiene un carácter de entrega y recepción de conocimientos; esto es, que sus creencias en relación con la exposición, la actividad tradicional del alumno y las formas de evaluación constituyen la parte central de la enseñanza. Además, se encuentra la presencia de los conocimientos de los docentes en aspectos tan importantes como la disciplina, los procedimientos didácticos, las formas de evaluación y en otros aspectos considerados en el CDC. Pero esos conocimientos tiene un carácter acumulativo, a manera de *cloud computing* o *cloud knowledge*, es decir, como una reserva de conocimientos que poseen los docentes pero que es difícil activar o de integrar en la enseñanza.

El capítulo termina con el examen de las preocupaciones, inquietudes o perplejidades que enfrentan los docentes en ciertos aspectos de enseñanza, que Barnett y Hodson (2001), llaman los micromundos de los docentes, en los cuales se viven las incertidumbres relacionadas con las finalidades de la enseñanza de la ciencia; las exigencias y cambios curriculares; las

demandas de la profesionalidad y las experiencias de la cultura de la escuela; como un entramado complejo que demanda comprensión para avanzar en la educación científica que la escuela secundaria pretende impulsar.

Finalmente, el apartado de las “*Conclusiones*” contiene los resultados generales del proceso investigativo, consideran lo más relevante del estudio y la tendencias encontradas en el pensamiento y actuación de los docentes; así como las implicaciones formativas de los hallazgos presentados. La imagen de una ciencia omnipresente y exitosa, que se aborda en formas tradicionales en las clases de ciencias como salidas a los retos y exigencias de la práctica cotidiana; la necesidad de nuevas formas de atender problemáticas didácticas desde el pensamiento docente, las instancias colegiadas y otros espacios formativos, de reflexión y discusión, forman parte de este apartado final.

El documento agrega las “*Referencias*” para dar cuenta de los autores e investigadores que con sus aportaciones sustentan los planteamientos de la tesis y el análisis de los resultados. El apartado del “*Anexo*” consiste en figuras y tablas de información; permite complementar ciertas afirmaciones y exposiciones teóricas y empíricas; proporciona elementos y evidencias del proceso de búsqueda, sistematización y análisis realizados.

Los diferentes capítulos y temas desarrollados en este documento de investigación tienen el propósito de comunicar una perspectiva de la realidad que viven los profesores de ciencias de la escuela secundaria; cuya comprensión abone a la imagen de la ciencia, la enseñanza y a los procesos formativos de los docentes en servicio. Sin olvidar que este esfuerzo constituye un componente profesional muy significativo para el autor. Que esto se logre, está a juicio de los amables lectores.

“Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta.

Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico.

*Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye”.*⁵

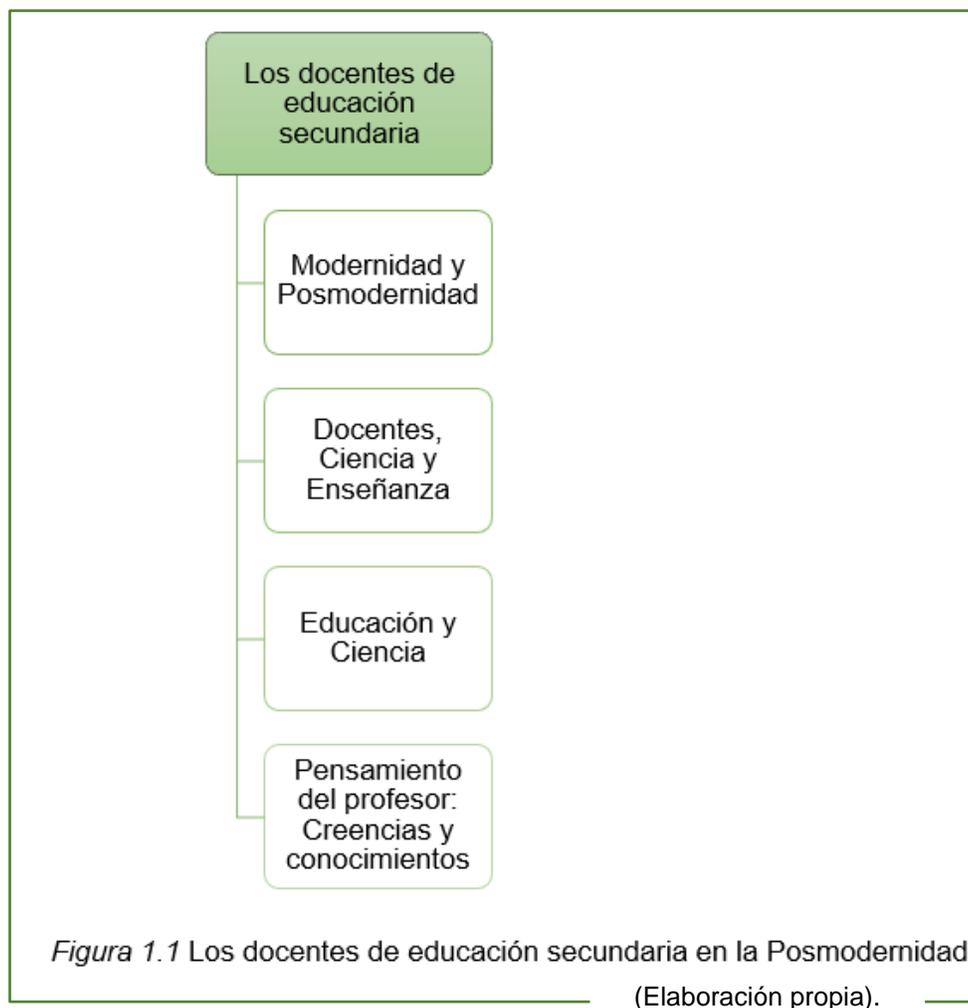
Gastón Bachelard

⁵ (Bachelard, 2000).

CAPÍTULO 1

LOS DOCENTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA. CERTEZAS E INCERTIDUMBRES: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo está formado por cuatro apartados que tienen el propósito de presentar el marco general de la investigación (Figura 1.1), analiza las características de la época posmoderna, sus repercusiones en la educación y en los cambios curriculares, enfoca las creencias y los conocimientos en el marco del pensamiento del profesor; precisa el objeto de estudio, las preguntas y los propósitos que orientan la investigación acerca de las certezas en la enseñanza



1.1 Posmodernidad y educación

El mundo actual es un mundo de cambios acelerados (Giddens, 2001; Marrero, 2009), con nombres diversos: sociedad de la información (Castells, 1999), postmodernidad (Lyotard, 1984; Vattimo, 1990), modernidad líquida (Bauman, 2008a, 2008b) entre muchos otros. Vertiginosos ocurren los cambios económicos, políticos, sociales, científicos y tecnológicos que alteran a los individuos y las sociedades; mientras las certezas se oscurecen y diluyen con la desconfianza, la incertidumbre y la insuficiencia de sentido en el mundo y la vida. El mundo vive un desafío de cambios y transformaciones que comprometen al ser humano y a la educación. Marrero (2009) manifiesta que:

La sociedad contemporánea, en todo el mundo, está sometida a un cambio radical que plantea un reto a la modernidad basada en la Ilustración -la educación forma parte de esa tradición y, en consecuencia, el profesorado está afectado por ese mismo reto- y abre un ámbito en el que las personas eligen formas sociales y políticas nuevas e inesperadas. Esta transfiguración tiene que ver con el desarrollo del proyecto humano y educativo en medio de nuevas contingencias, complejidades e incertidumbres. (p. 12).

Una época de intensa investigación científica, las tres ciencias naturales clásicas, biología, física y química, desarrollan agudos progresos de investigación de frontera que consolidan y profundizan procesos de búsqueda iniciados el siglo anterior. La nanotecnología, biomimética, genómica, medicina evolutiva; el universo y los multiversos, supercuerdas, energía de fusión, las partículas elementales, gravitones, mecánica cuántica; nanociencias y química biológica constituyen algunas de las esferas de expansión y desarrollo del conocimiento científico.

Para Abbagnano (1996) la certidumbre tiene dos significados: uno, se refiere a la seguridad subjetiva de la verdad de un saber; y el otro, representa la garantía que un conocimiento ofrece de su verdad. En el significado inicial, por ejemplo, se tiene la seguridad de la existencia de Dios, o la certeza de que cierta línea de autobuses llega a un lugar determinado al que deseamos viajar; esa seguridad viene de la creencia o apreciación personal, por lo cual es de carácter subjetivo. En el segundo significado, el conocimiento por sí mismo ofrece la garantía de certidumbre: todos los conocimientos de la ciencia serían los ejemplos evidentes, por lo tanto, objetivos y seguros. Creencias y conocimientos, certidumbres que mueven a individuos y sociedades.

Pero en la época actual, las certezas pierden terreno, la fe en la ciencia y la tecnología como forma de progreso racional y constante, declina ante las posibilidades de un incidente nuclear o la catástrofe climática que comprometen la supervivencia de la humanidad. Las creencias en las grandes reivindicaciones sociales ceden a las presiones de la globalización económica, la expansión de la información y la explosión del conocimiento. Martínez Miguélez (2011) lo expresa de esta manera:

El periodo histórico que nos ha tocado vivir, sobre todo en la segunda mitad del siglo XX, podría ser calificado con muy variados términos, todos, quizá, con una gran dosis de verdad. Me permito designarlo con uno: el de incertidumbre, incertidumbre en las cosas fundamentales que afectan al ser humano. (p. 18).

De ahí que, aparece una época con el rumbo extraviado, sin brújula; para Hargreaves (2005) la ciencia ha perdido la capacidad de prometer seguridad, dice:

La ciencia ya no parece capaz de mostrarnos cómo vivir, al menos con cierta certeza o estabilidad. En las sociedades posmodernas, la duda está en todas partes, la tradición se muestra en retirada y las certezas moral y científica han perdido su credibilidad. (p. 84).

La incertidumbre se instala como una condición que impregna todo, con lecturas diferentes: explicaciones, creencias, narrativas y conocimientos; Lyotard (1985) citado por Giddens (1994) sostiene que:

La postmodernidad hace referencia al desplazamiento de la fe en el progreso humanamente concebido. La postmodernidad se distingue por una especie de desvanecimiento de la gran narrativa -la línea de relato- englobadora, mediante la cual se nos coloca en la historia cual seres que poseen un pasado determinado y un futuro predecible. La visión postmoderna contempla una pluralidad de heterogéneas pretensiones al conocimiento, entre las cuales la ciencia no posee un lugar privilegiado. (p. 16).

Por su parte, Bauman (2008a) emplea la metáfora de los estados sólidos y líquidos para descifrar la mutación actual. Expresa este sociólogo polaco que:

El paso de la fase sólida de la modernidad a la líquida: es decir, a una condición en la que las formas sociales (las estructuras que limitan las elecciones individuales, las instituciones que salvaguardan la continuidad de los hábitos, los modelos de comportamiento aceptables) ya no pueden (ni se espera que puedan) mantener su forma por más tiempo porque se descomponen y se derriten antes de que cuenten con el tiempo necesario para asumirlas (...) no pueden servir como marcos de referencia para las acciones humanas y para las estrategias a largo plazo. (p. 7).

Dice Hargreaves (2005) que el mundo pasa de las culturas de la certeza a las culturas de la incertidumbre por una serie de razones que tienen que ver con la repercusión de la información, la comunicación, la tecnología y el conocimiento. Se trata de una condición social diferente, denominada por algunos como posmodernidad, pero que se caracteriza por ciertos patrones de relaciones sociales, económicas, políticas y culturales.

Entonces, la incertidumbre está en el centro de los procesos de cambio actuales y en la cultura contemporánea; atrás están las certezas, las seguridades y la razón como formas de acceso al conocimiento, es el tiempo de crisis. Martínez Miguélez (2011) dice que:

No solamente estamos ante una crisis de los fundamentos del conocimiento científico, sino también del filosófico y, en general, ante una crisis de los fundamentos del pensamiento. Y esto, precisa y paradójicamente, en un momento en que la explosión y el volumen de los conocimientos pareciera no tener límites. (p. 18).

Toffler (2006) tiene una visión optimista del conocimiento, como un bien asequible a todos, de carácter democrático y el gran creador de riqueza, dice que en la actualidad “El conocimiento es el elemento fundamental para el desarrollo económico, competitivo y global, con características fundamentales para la generación de riqueza” (pp. 153-156). Pero, frente a esa visión optimista del conocimiento la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por las siglas en inglés) señalaba en 2005 que:

Podemos preguntarnos si poseemos ya los medios que permitan un acceso igual y universal al conocimiento, así como un auténtico aprovechamiento compartido de éste. Esta debe ser la piedra de toque de sociedades del conocimiento auténticas, que sean fuentes de un desarrollo humano y sostenible. (UNESCO, 2005b, p. 17).

En la actualidad el mundo está entrando a una cuarta revolución industrial una época en donde la tecnología y el conocimiento cambiarán radicalmente la vida de las personas, las comunidades las empresas y en general la vida social. Por otra parte, la cuarta revolución industrial, la inteligencia artificial, las máquinas inteligentes o la era de la robótica, como se ha llamado, generará cambios tan o más profundos como en las épocas anteriores provocaron la máquina de vapor, la electricidad o las computadoras.

Entonces, la pérdida de empleos, la aparición de nuevos empleos, mayores desequilibrios económicos y sociales serán las constantes en los próximos años, el Foro Económico Mundial, indica que para 2021 se perderán 7.1 millones de empleos en los principales países industrializados, y solamente se crearán dos millones de nuevos empleos (Ahmed, 2016, p.32).

Para el Departamento de Estadística Laboral de Estados Unidos en 2012 la duración promedio de un empleo era de 4.5 años y se reduce constantemente, en la misma nota periodística anterior se comenta, por ejemplo, que “Los vehículos automatizados harán que millones de taxistas sean redundantes y los aviones que vuelan exclusivamente con piloto automático eliminarán la necesidad de miles de pilotos humanos” (Ahmed, 2016, p. 32). Este futuro cercano requiere que la educación, los gobiernos y las empresas se muevan con rapidez para comprender y actuar ante semejante transformación social, especialmente en países con *desarrollo delicado o comprometido* como México.

La educación no puede quedar al margen de estas condiciones (Fernández Enguita 2006; Bauman, 2008b; Morin, 2002; Hargreaves, 2005; Marrero, 2009). Política educativa, *currículum*, instituciones, finalidades, agentes educativos y cultura escolar se arreglan o transforman para enfrentar nuevos tiempos y situaciones. En ese sentido el profesor y la enseñanza resisten nuevos retos y escenarios.

Los cambios en el contexto exigen cambios en la educación, es decir, plantear el aprendizaje, la enseñanza y sus finalidades de formas diferentes; la UNESCO (2015b) afirma que:

Los cambios que se están produciendo tienen consecuencias para la educación y denotan la aparición de un nuevo contexto mundial del aprendizaje. No todos esos cambios exigen respuesta de las políticas educativas, pero en todo caso están creando condiciones nuevas. No solo requieren prácticas nuevas, sino también nuevos puntos de vista desde los cuales aprehender la naturaleza del aprendizaje y la función del conocimiento y de la educación en el desarrollo humano. Este nuevo contexto de transformación social exige que reconsideremos la finalidad de la educación y la organización del aprendizaje. (p. 16).

Así, el desarrollo de la información y del conocimiento, desplazan las propuestas curriculares repletas de saberes y hechos incuestionables; por lo que los procesos de búsqueda, sistematización y análisis de la información, así como el aprendizaje crítico y reflexivo se convierten en propósitos y formas de enseñanza relevantes para la época actual. Como señala la UNESCO (2005b) “Un elemento central de las sociedades del conocimiento es la capacidad para identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información con vistas a crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano” (p. 29). La mejora de los sistemas educativos es una de las preocupaciones de las sociedades postmodernas.

México emprende, a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) un proceso de reforma educativa, llamado Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) que, entre otros cambios presenta un nuevo Plan de Estudios para la Educación Básica 2011 y nuevos programas para las asignaturas.

El Plan de Estudios del año 2011 para la educación básica trata de armonizar lo local y lo general, la dimensión nacional y la dimensión global de la persona, es decir, que considera al ser humano y al ser universal, para la formación del ciudadano posmoderno, democrático, reflexivo, crítico y creativo que requiere la sociedad mexicana en la época de la incertidumbre.

Ese plan de estudios pretende conjugar en la formación de los niños y jóvenes, la construcción de la identidad personal, nacional y global con “El desarrollo de competencias que forman al ser universal para hacerlo competitivo como ciudadano del mundo, responsable y activo, capaz de aprovechar los avances tecnológicos y aprender a lo largo de la vida” (SEP, 2011b, p. 29).

Los cambios educativos del año 2011 para la educación básica emprendidos en el país, conciben un modelo de competencias, de tal forma que la estructura curricular considerada para los tres niveles básicos, coloca a las competencias como elemento central en la formación de niños y jóvenes; las competencias se definen como una capacidad desarrollada por los sujetos para: “Responder a diferentes situaciones, e implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes)” (SEP, 2011b, p. 33).

El Plan de Estudios 2011 para la educación básica, producto de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB), establece cinco competencias fundamentales para la vida, las cuales, “Movilizan y dirigen todos los componentes -conocimientos, habilidades, actitudes y valores- hacia la consecución de objetivos concretos, son más que el saber, el saber hacer, o el saber ser, porque se manifiestan en la acción de manera integrada” (SEP, 2011b, p. 42).

Esas competencias para la vida deben desarrollarse en los estudiantes mediante oportunidades y experiencias de aprendizaje, las competencias para la vida son: *el aprendizaje permanente, el manejo de la información, el manejo de situaciones, la convivencia, la vida en sociedad*. Con este enfoque de competencias pretende la RIEB dejar atrás la enseñanza y el aprendizaje centrado exclusivamente en los conocimientos disciplinares.

Las competencias para la vida están vinculadas directamente a muchos procesos y condiciones, como la trascendencia del conocimiento y los contextos cambiantes. Las *competencias para el aprendizaje permanente* requieren habilidades de lectura, escritura, empleo de lenguajes diversos y de aprender a aprender en un mundo de profundo desarrollo tecnocientífico.

Como se comentaba renglones atrás, la abundancia de la información, la multiplicidad y generación vertiginosa de datos, noticias, informes y conocimientos saturan todas las vías de acceso al saber, lo cual constituye una de las características más relevante de la modernidad. El Plan de Estudios de la Educación Básica del 2011 contempla que *las competencias para el manejo de la información* demandan para su desarrollo que los jóvenes logren: “Identificar lo que se necesita saber; aprender a buscar; identificar, evaluar, seleccionar, organizar y sistematizar información; apropiarse de la información de manera crítica, utilizar y compartir información con sentido ético” (SEP, 2011b, p. 42).

Para la incertidumbre, el Plan de Estudios para la Educación Básica del 2011, propone las competencias para la vida, en la cuales, pretende que los estudiantes de preescolar, primaria y secundaria, desplieguen capacidades para enfrentar la nueva época con sus cambios, riesgos e inseguridades; así, las *competencias para el manejo de situaciones* requieren que los educandos consigan:

Enfrentar el riesgo, la incertidumbre, plantear y llevar a buen término procedimientos; administrar el tiempo, propiciar cambios y afrontar los que se presenten; tomar decisiones y asumir sus consecuencias; manejar el fracaso, la frustración y la desilusión; actuar con autonomía en el diseño y desarrollo de proyectos de vida. (SEP, 2011b, p. 42).

Las competencias para la convivencia precisan para su desarrollo la posibilidad de que los estudiantes logren “Relacionarse armónicamente con otros y con la naturaleza” (SEP, 2011b, p, 42); así como, *las competencias para la vida en sociedad* necesitan entre otras condiciones la posibilidad de que los estudiantes participen en la vida colectiva, es decir, “Proceder a favor de la democracia, la libertad, la paz, el respeto a la legalidad y a los derechos humanos” (SEP, 2011b, pp. 42-43); por ejemplo, “Tomando en cuenta las implicaciones sociales del uso de la tecnología” (SEP, 2011b, p, 42).

En general, con estas competencias, se pretende formar los ciudadanos nacionales y globales que la actualidad reclama. Las cinco competencias para la vida deben desarrollarse en los tres niveles de la educación básica⁶ y a lo largo de la vida, por lo que la escuela favorece las oportunidades y los aprendizajes significativos.

Sin embargo, cabe aclarar que mientras esta investigación está por terminarse, en el país, el Estado nacional ha planteado dos nuevos cambios educativos. Por una parte, se genera un Nuevo Modelo Educativo en el año 2017 y una nueva visión de la educación a través de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) en el año 2019. Por lo cual, se precisan transformaciones en

⁶ La Educación Básica está integrada por los niveles de Preescolar, Primaria y Secundaria según lo establece el Artículo Tercero Constitucional y la Ley General de Educación; la RIEB plantea articular los tres niveles educativos a través del plan de estudio, el perfil de Egreso y los programas de las asignaturas.

las finalidades educativas, en los enfoques de aprendizajes, los principios pedagógicos, y en las orientaciones y fundamentos generales de la educación nacional. Por lo anterior conviene señalar que este proceso investigativo se vive en los cambios generados en 2011 y las referencias empíricas están en ese contexto, que por cierto aún está vigente en ciertos tramos de la educación básica, por ejemplo, en el ciclo escolar 2019–2020, la reforma educativa de 2011 se aplica todavía en tercer grado de secundaria.

Es conveniente señalar que la reforma educativa de 2017 plantea también un enfoque competencial expresado en aprendizajes clave para que las personas desarrollen un proyecto de vida pertinente para no quedar excluidas socialmente; los aprendizajes clave se expresan como:

Un conjunto de conocimientos, prácticas, habilidades, actitudes y valores fundamentales que contribuyen sustancialmente al crecimiento integral del estudiante, los cuales se desarrollan específicamente en la escuela y que, de no ser aprendidos, dejarían carencias difíciles de compensar en aspectos cruciales para su vida. (SEP, 2017).

Para la SEP, el plan de estudios de 2011 cuenta con los principios pedagógicos que orientan las acciones del profesor: “Los principios pedagógicos son condiciones esenciales para la implementación del *currículum*, la transformación de la práctica docente, el logro de los aprendizajes y la mejora de la calidad educativa” (SEP, 2011b, p. 30).

Los principios pedagógicos⁷ constituyen un marco de orientación para el trabajo del docente ante los nuevos entornos generados por los cambios y condiciones sociales; principios

⁷ La reforma educativa de 2017 propone 14 principios similares, destacan algunos como: Reconocer la naturaleza social del conocimiento; Valorar el aprendizaje informal; Promover la interdisciplina; y Usar la disciplina como apoyo al aprendizaje.

que enuncia la reforma educativa, cuya implementación o cristalización implican procesos formativos o de actualización para los docentes en servicio (Tabla 1.1).

Tabla 1.1

Principios pedagógicos

Plan de Estudios 2011	
1- Centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje	7- Evaluar para aprender
2- Planificar para potenciar el aprendizaje	8- Favorecer la inclusión para atender a la diversidad
3- Generar ambientes de aprendizaje	9- Incorporar temas de relevancia social
4- Trabajar en colaboración para construir el aprendizaje	10- Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia y la escuela
5- Poner énfasis en el desarrollo de competencias, el logro de los Estándares Curriculares y los aprendizajes esperados	11- Reorientar el liderazgo
6- Usar materiales educativos para favorecer el aprendizaje	12- La tutoría y la asesoría académica a la escuela

Nota: Estos principios consolidan el enfoque pedagógico para la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria (SEP, 2011b, pp. 26-37).

El plan de estudios de la educación básica de la RIEB está integrado por cuatro campos formativos y las asignaturas correspondientes (Anexo 1.1). Uno de esos campos formativos⁸ se llama “*Exploración y comprensión del mundo natural y social*”, en este campo, para la

⁸ Los otros campos formativos son Lenguaje y comunicación, Pensamiento matemático y Desarrollo personal y para la convivencia.

educación secundaria las ciencias naturales tienen tres asignaturas⁹ que se denominan *Ciencias I* (Énfasis en Biología) para el primer grado; *Ciencias II* (Énfasis en Física) para el segundo grado; y *Ciencias III* (Énfasis en Química) forman parte de este espacio curricular.

En estas asignaturas los contenidos están organizados en cinco ámbitos que aluden a campos del conocimiento fundamentales para comprender fenómenos y hechos naturales. Cada uno de los ámbitos parte de una pregunta generadora que despliega no solo un panorama de conocimientos disciplinarios sino de interacciones interdisciplinarias y reflexiones sobre la ciencia y la tecnología (Tabla 1.2).

Tabla 1.2

Contenidos científicos

Ámbito	Pregunta
Desarrollo humano y cuidado de la salud	¿Cómo mantener la salud?
Biodiversidad y protección del ambiente	¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos?
Cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos	¿Cómo son los cambios y por qué ocurren?
Propiedades y transformaciones de los materiales	¿De qué está hecho todo?
Conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad	¿Cómo conocemos y cómo transformamos el mundo?

Nota: La organización de las ciencias naturales en la educación secundaria responde a estos ámbitos y preguntas para conformar tres asignaturas. Contenidos de ciencias: ámbitos y preguntas. (SEP, 2011c, pp. 29-33).

⁹ Estas asignaturas se conocen comúnmente como Biología, Física y Química respectivamente. Los profesores retoman el contenido de la disciplina principal, en cierta forma dejan de lado la interdisciplinariedad que plantea la asignatura. La tecnología cuenta con asignaturas propias: Tecnología I, II y III.

En las asignaturas de ciencias, los profesores orientan sus acciones a partir de los “contenidos” y los “aprendizajes esperados” para lograr en los estudiantes la comprensión y la toma de decisiones con actitud científica en su acercamiento a los fenómenos del entorno, a la ciencia, a la tecnología y al cuidado de la salud y el ambiente; en otras palabras, desarrollan las competencias o capacidades (Coll y Martín, 2006, p. 30). En el nivel de secundaria, el Programa de Ciencias de 2011 propone tres competencias para la formación de los adolescentes:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos (SEP, 2011c, p. 27).

En suma, los programas de Ciencias de la reforma de 2011 presentan las finalidades de la enseñanza de las ciencias en varios niveles: *Presentan propósitos para las ciencias en la educación básica, propósitos para las ciencias naturales en la educación secundaria, estándares curriculares*, además de las *competencias y aprendizajes esperados* señalados anteriormente (Tabla 1.3).

Los aprendizajes esperados están relacionados directamente con los temas de cada asignatura, son los más conocidos y cercanos a los profesores para las planeaciones de clase. Las competencias para las ciencias constituyen la “formación científica básica” (SEP, 2011c, p.21), implican que el profesor favorezca en sus alumnos el progreso en los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan comprender mejor los fenómenos naturales¹⁰.

¹⁰ Los contenidos de ciencias naturales en la reforma educativa de 2017 están organizados en tres ejes y once temas, los ejes son: 1) Materia, energía e interacciones; 2) Sistemas; y 3) Diversidad, continuidad y cambio.

Tabla 1.3

Competencias, propósitos, estándares y aprendizajes

Competencias (SEP, 2011c, p. 27)	Propósitos de la Ciencias Naturales en la EB (SEP, 2011c, p. 13)	Propósitos de las Ciencias en Secundaria (SEP, 2011c, p. 14)	Estándares (SEP, 2011b, p.42; SEP, 2011c, pp. 15-19)	Aprendizajes esperados (SEP, 2011c, p.42)
Forman parte del enfoque didáctico, se relacionan con los propósitos y los aprendizajes esperados para consolidar las competencias para la vida y el perfil de egreso. Define tres:	Desarrollen habilidades asociadas al conocimiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos naturales. Comprendan, desde la perspectiva de la ciencia escolar, procesos y fenómenos biológicos, físicos y químicos. Integren los conocimientos de las ciencias naturales a sus explicaciones sobre fenómenos y procesos naturales al aplicarlos en contextos y situaciones diversas.	Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos. Amplíen su conocimiento de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución. Expliquen los fenómenos físicos con base en la interacción de los objetos, las relaciones de causalidad y sus perspectivas macroscópica y microscópica. Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica. Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana.	Definen aquello que los alumnos demostrarán al concluir un periodo escolar. Constituyen referentes para evaluaciones nacionales e internacionales Cuatro estándares: Conocimiento científico Habilidades asociadas a la ciencia	Vinculan las dimensiones del proyecto educativo (el ser humano, nacional y global). Están definidos para cada asignatura: Ciencias I (52 aprendizajes esperados), Ciencias II (66 aprendizajes esperados) y Ciencias III (70 aprendizajes esperados) (Programas de estudio, 2011, pp. 37-70) Están vinculados directamente a cada uno de los contenidos temáticos de cada asignatura. Son indicadores de logro, definen lo que se espera de cada alumno en términos
Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica				

Competencias (SEP, 2011c, p. 27)	Propósitos de la Ciencias Naturales en la EB (SEP, 2011c, p. 13)	Propósitos de las Ciencias en Secundaria (SEP, 2011c, p. 14)	Estándares (SEP, 2011b, p.42; SEP, 2011c, pp. 15-19)	Aprendizajes esperados (SEP, 2011c, p.42)
Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.	Participen en el mejoramiento de su calidad de vida a partir de la toma de decisiones orientadas a la promoción de la salud y el cuidado ambiental, con base en el consumo sustentable.	Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de la cultura de la prevención. Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.	Actitudes asociadas a la ciencia	de saber, saber hacer y saber ser y constituyen un referente para la planificación y la evaluación en el aula.
Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.	Reconozcan la ciencia como una actividad humana en permanente construcción, con alcances y limitaciones, cuyos productos son aprovechados según la cultura y las necesidades de la sociedad. Aprecien la importancia de la ciencia y la tecnología y sus impactos en el ambiente en el marco de la sustentabilidad.	Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.	Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología	

Nota: Finalidades de la enseñanza de las ciencias en secundaria según la reforma educativa mexicana del 2011, organizadas a partir de las tres competencias fundamentales que plantea el programa de las asignaturas (Elaboración propia).

En la reforma educativa de 2017 la organización de los contenidos programáticos presenta tres componentes curriculares: Campos de Formación Académica; Áreas de Desarrollo Personal y Social; y Ámbitos de la Autonomía Curricular, que en general se llaman Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Las ciencias naturales están en el componente de formación académica y las asignaturas en el nivel de secundaria toman el nombre de Ciencias y Tecnología, con enfoques en biología, física y química para primero, segundo y tercer grados de secundaria respectivamente (Anexo 1.1).

Las asignaturas de ciencias contribuyen al logro de las competencias para la vida comentadas en renglones anteriores; así mismo, permiten conformar el Perfil de Egreso de la Educación Básica¹¹. Este perfil, define al ciudadano que se pretende formar en la educación básica, propone algunos rasgos que se relacionan con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; así, establece que el alumno: argumente y razone al analizar situaciones, identificar problemas, emitir juicios, tome decisiones, valore otros puntos de vista; además, interprete y explique procesos naturales, y otros más para una formación integral (SEP, 2011b, p.39).

En la reforma educativa de 2017 las asignaturas de ciencias naturales abonan al nuevo perfil de egreso que plantea en el ámbito denominado “Exploración y comprensión del mundo natural y social” que señala específicamente para la educación secundaria:

Identifica una variedad de fenómenos del mundo natural y social, lee acerca de ellos, se informa en distintas fuentes, indaga aplicando principios del escepticismo informado, formula preguntas de complejidad creciente, realiza análisis y experimentos. Sistematiza

¹¹ El perfil de Egreso define 10 rasgos como resultado del proceso de formación al lograr los aprendizajes esperados y los estándares curriculares en la articulación de los tres niveles de la educación básica. Uno de esos rasgos asume que al finalizar la educación básica el joven: “Busca, selecciona, analiza, evalúa y utiliza la información proveniente de diversas fuentes” (SEP, 2011b, pp.39 y 40).

sus hallazgos, construye respuestas a sus preguntas y emplea modelos para representar los fenómenos. Comprende la relevancia de las ciencias naturales y sociales. (SEP, 2017, p. 27).

Es así como, los cambios de la nueva época suscitan ajustes o innovaciones en el *currículum* que desarrollan los docentes en el nivel de secundaria; esas características expuestas brevemente sobre el plan de estudios y los programas de ciencias de la RIEB, pretenden desde el aspecto formal dejar a un lado los meros conocimientos informativos o disciplinares para emprender la formación de competencias, de tal forma que los estudiantes puedan acometer los nuevos contextos económicos, sociales y científico-tecnológicos.

Los cambios y la incertidumbre son escenarios constantes en la educación y en el ejercicio docente. Los cambios recientes en el país implican nuevas condiciones para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la enseñanza; así lo muestran las transformaciones más recientes en el nivel constitucional:

Los planes y programas de estudio tendrán perspectiva de género y una orientación integral, por lo que se incluirá el conocimiento de las ciencias y humanidades: la enseñanza de las matemáticas, la lectoescritura, la literacidad, la historia, la geografía, el civismo, la filosofía, la tecnología, la innovación, las lenguas indígenas de nuestro país, las lenguas extranjeras, la educación física, el deporte, las artes, en especial la música, la promoción de estilos de vida saludables, la educación sexual y reproductiva y el cuidado al medio ambiente, entre otras (...) Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella. (SEP, 2019, pp. 23 y 24).

Como complemento de los escenarios de incertidumbre, mientras esta investigación termina, el inicio de un nuevo año escolar 2019-2020 representan cambios e inseguridades para los docentes, así se consigna en una nota periodística que plantea que los profesores inician un año escolar:

Pero lo harán con la incertidumbre de tener que sortear en el salón de clases libros de texto, programas de estudio y modelos educativos [De los últimos tres gobiernos y sus reformas educativas: 2011, 2017 y 2019], cada uno con una concepción diferente de la educación. (Moreno, 2019).

Pero en este espacio de incertidumbres sociales y cambios educativos y curriculares, los docentes y la enseñanza pasan por momentos poco propicios para el desarrollo de la educación científica de los adolescentes del país. Así lo muestran diversos estudios e investigadores que encuentran serias dificultades en la enseñanza y el aprendizaje, y en general, en el acercamiento a la ciencia de las generaciones jóvenes. En estudios realizados por Flores y Barahona (2003) encuentran una serie de inconvenientes en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias que restringen el desarrollo y la comprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes, en forma sintética algunos de estos inconvenientes son:

- La enseñanza depende en gran medida del libro de texto
- Las actividades experimentales y de indagación tienen marcadas limitaciones
- Preponderancia al desarrollo conceptual por encima de procedimientos y actitudes
- La solución de exámenes como una de las prioridades de los profesores
- Empleo de instrumentos de evaluación inadecuados o tradicionales
- Concepciones de la ciencia y del quehacer científico alejadas de la realidad
- Desvinculación entre la ciencia y la tecnología

- Limitadas relaciones entre los contenidos de las asignaturas científicas
- Limitada incorporación de la historia de la ciencia
- Confusiones y ambigüedades en los valores y las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad
- No se promueve la ciencia como parte de la cultura
- Subsiste la interpretación parcial del constructivismo
- Inadecuada preparación del docente

Otras investigaciones indican el influjo de formas tradicionales de enseñanza, la prevalencia de prácticas rutinarias y predecibles en relación con clases expositivas, separación de la teoría y de la práctica, reproducción de conceptos y actividades de clase con alcance limitado para el aprendizaje crítico y reflexivo. Encuentran los investigadores:

- Insuficiente comprensión de los conceptos científicos y reforzamiento de ideas previas inadecuadas.
- Actitudes, creencias y estereotipos erróneos sobre el conocimiento científico.
- Ambientes poco propicios para el pensamiento científico
- Escasa vinculación de los aprendizajes con el contexto social
- Estrategias de memorización para acreditar exámenes
- Insuficiente desarrollo de las competencias para el manejo de la información
- No se favorecen las actitudes vinculadas al cuidado y conservación el medio ambiente y la salud. (SEP, 2006, pp.11 y 12).

De acuerdo con Pozo y Gómez (2013) ocurre una crisis de la educación científica que se manifiesta en las dificultades que presentan los alumnos en el manejo conceptual, procedimental y actitudinal; así como en el desarrollo de estrategias para el razonamiento y solución de

problemas relacionados con la actividad científica. En la escuela secundaria, en muchas ocasiones los estudiantes tienen dificultades para construir un gráfico o para interpretarlo. Dificultades para medir, observar y utilizar diversos instrumentos; tropiezos para obtener datos o informaciones en el planteamiento y resolución de problemas, indican Pozo y Gómez (2013):

Como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas o incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje, además de una escasa valoración de sus saberes (...), muchas veces tienden a creer en formas de conocimiento (como la astrología o la quiromancia) escasamente compatibles con el discurso científico. (p. 21).

Entonces, las competencias para la formación del ciudadano y los principios pedagógicos que orientan y sustentan las reformas curriculares asumen los cambios que se dan en el contexto de la época, es decir, en la posmodernidad; esos cambios o transformaciones contextuales y curriculares interaccionan con la práctica de la enseñanza y las condiciones de las aulas y escuelas. Los profesores en estos espacios inciertos presentan propuestas didácticas tradicionales, que les proporcionan seguridad, en tanto que las innovaciones en la enseñanza y el empleo de los avances tecnológicos quedan al margen en las actividades cotidianas de las aulas (SEP, 2006; Pozo, 2002, 2013; INEE, 2015a, 2015b).

Desde esta perspectiva, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) difunde en 2016 los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés); en donde se muestra que los resultados obtenidos por los jóvenes mexicanos de 15 años en ciencias naturales guardan cierta distancia del promedio

logrado por los estudiantes de los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

En este examen, PISA, de aplicación internacional, la competencia científica se define como “La capacidad de involucrarse en temas relacionados con las ciencias y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo” (INEE, 2016, p. 20). Este examen internacional toma en cuenta procesos, conocimientos, contenidos, contexto y actitudes relacionadas con la ciencia. Los procesos que considera el examen son:

- *Explicar científicamente fenómenos (Recordar y aplicar el conocimiento científico adecuado. Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones).*
- *Evaluar y diseñar la investigación científica (Identificar la cuestión explorada en un estudio científico dado).*
- *Interpretar datos y evidencias científicas (Transformar los datos de una representación a otra. Analizar e interpretar los datos y sacar conclusiones pertinentes).*

Para esta evaluación internacional, los conocimientos de Ciencias se dirigen desde tres perspectivas: 1) *Conocimientos de contenido*; 2) *Conocimientos procedimentales*; y 3) *Conocimiento epistémico*. Los conocimientos de contenidos que se toman en cuenta son:

- *Sistema físico, por ejemplo: estructura de la materia, propiedades de la materia, cambios químicos, fuerzas, movimiento y energía.*
- *Sistema de la vida, por ejemplo: células, salud, nutrición y ecosistemas.*
- *Sistema de la Tierra y el espacio, por ejemplo: litósfera, atmósfera, hidrósfera, tectónica de placas, la tierra en el espacio y el universo*

Los conocimientos procedimentales:

- 1) *Variables y mediciones cualitativas y cuantitativas;*
- 2) *Empleo de gráficos; y*
- 3) *Diseño de cuestiones científicas.*

Por su parte los conocimientos epistémicos se refieren a:

- *Características de la ciencia: Refiere las observaciones, modelos, finalidades, valores y razonamiento.*
- *Justificación del conocimiento científico: Refiere las afirmaciones científicas en función de los datos y el razonamiento.*

Para la evaluación PISA, las situaciones o contextos en los que se manifiestan las competencias científicas desde los diferentes contenidos son las situaciones de carácter: 1) *Personal*; 2) *Local/nacional*; y 3) *Global*. Las actitudes consideradas en Ciencias son:

- *Interés en la ciencia*
- *Valoración de los enfoques científicos de la investigación*
- *Conciencia ambiental (INEE, 2016, pp. 39-58).*

En 2015, la puntuación obtenida por los estudiantes nacionales en ciencias es de 416 puntos, mientras que el promedio de los países de la organización es de 493, es decir, una distancia de 77 puntos (INEE, 2016, p. 50); lo cual sitúa el desempeño en ciencias de los jóvenes mexicanos de 15 años, en un *nivel dos* de la escala que considera esta evaluación.

Ese *nivel dos* comprende resultados de 409.54 a menos de 484.14 puntos. El nivel se describe como “El mínimo para que un estudiante se desempeñe adecuadamente en la sociedad

contemporánea y pueda aspirar a hacer estudios superiores” (INEE, 2016, p. 45). Una situación similar sucede en los ciclos o años anteriores de aplicación del examen (Tabla 1.4).

Tabla 1.4

PISA en México

<i>Media en Ciencias en los ciclos de PISA</i>				
Ciclos	2006	2009	2012	2015
México	410	416	415	416
OCDE	498	501	501	493

Nota: Resultados de los estudiantes mexicanos en ciencias. Comparados con el promedio de los países de la organización en cuatro ciclos del examen PISA (Elaboración propia).

Volviendo a Pozo y Gómez (2013), en relación con la crisis en la educación científica, con las dificultades en la práctica del *currículum*, con las condiciones del aula y las demandas de los alumnos, manifiestan estos autores:

El desajuste entre la ciencia que se enseña (en sus formatos, contenidos, metas) y los propios alumnos es cada vez mayor, reflejando una auténtica crisis en la *cultura educativa* que requiere adoptar no solo métodos nuevos, sino sobre todo nuevas metas, una nueva cultura educativa. (p. 23).

En Europa, Pedrinaci (2011) comenta el informe Rocard (2007) para dar cuenta de la situación crítica que prevalece en la enseñanza de las ciencias para los países de esa región, ahí se plantea que la brecha entre lo que se enseña de ciencias en la escuela y las necesidades de la sociedad actual es cada vez más amplia. Ese informe expone el bajo interés de los jóvenes europeos en los estudios de ciencias y de matemáticas; lo cual tiene mucho que ver con la ciencia

que se presenta en la escuela, más concretamente con la forma en que se enseña. Pedrinaci (2011), sintetiza las conclusiones de ese documento en cuatro puntos:

- Los programas de ciencias están sobrecargados.
- La mayoría de los contenidos que se tratan son del siglo XIX¹² (sic).
- Se enseña en forma muy abstracta, sin mediar la observación y la experimentación.
- No se muestra relación con situaciones actuales ni sus implicaciones sociales (p. 51).

En una época saturada de cambios, de ciencia y tecnología, la educación y la formación de docentes requiere de una amplia atención para preparar a los niños y jóvenes como ciudadanos capaces de actuar en la sociedad de la incertidumbre. Pedrinaci (2011) recupera la recomendación del Consejo de Educación de la Unión Europea (2001) que propone:

El conocimiento científico y tecnológico está llamado a desempeñar un papel cada vez más importante en el debate público, en la toma de decisiones y la legislación, [todo ello hace necesario] incrementar los niveles generales de la cultura científica en la sociedad (p.53).

1.2 Los docentes y la enseñanza de la ciencia

Con respecto a los profesores, en este país su formación inicial se realiza principalmente a través de las escuelas normales. En el caso del nivel de secundaria los profesores se han formado también a través de otras vías, principalmente las carreras universitarias o técnicas; en este caso, la mayoría de los profesores han accedido posteriormente a la formación normalista mediante diversas modalidades de estudio con el propósito de mejorar su situación laboral (incrementar

¹² El autor aclara que: No se puede retirar la ciencia de Galileo, Newton, Darwin o Mendel por la razón de ser conocimientos “viejos”. La ciencia actual no se comprende sin esas aportaciones, de lo que se trata es de cómo se integran al *currículum* y, sobre todo, cómo se enseña.

el número de horas contratadas, lograr ascensos a puestos directivos). Las escuelas normales ofrecen tres licenciaturas para la formación de docentes de secundaria en ciencias naturales:

- Licenciatura en Educación Secundaria con Especialidad en Biología
- Licenciatura en Educación Secundaria con Especialidad en Física
- Licenciatura en Educación Secundaria con Especialidad en Química

La licenciatura en educación secundaria se implementó en las escuelas normales del país a partir del ciclo escolar 1999-2000, el perfil de egreso considera el desarrollo de diferentes habilidades intelectuales, pero también añade “El dominio de los propósitos y los contenidos de la educación secundaria; las competencias didácticas; la identidad profesional y ética y finalmente; la capacidad de percepción y respuesta a las condiciones sociales del entorno de la escuela” (SEP, 2000, p. 9).

Según el INEE (2015a), en el ciclo escolar 2013-2014 el total de estudiantes de licenciatura de educación secundaria fue de 36113 (27% de la matrícula total en la educación normal), con importantes diferencias por especialidad. Destacando las especialidades en enseñanza de Español (7011 estudiantes, 19%), Telesecundaria (6134 estudiantes, 16%) y Matemáticas (5422 estudiantes, 15%); mientras que las áreas de ciencias naturales presentan menores números como Biología (3740 estudiantes, 10%), Química (1238 estudiantes, 3%) y en Física (889 estudiantes, 2%); la menor fue Educación Tecnológica (262 estudiantes, 0.7%).

Según el Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE), en un informe sobre los docentes presentado en 2015, encuentra que para el año 2013 los profesores de este nivel educativo son aproximadamente 347653, tienen en su mayoría, es decir, el 40.1%, una formación de licenciatura (universitaria o de las normales); cuenta con la normal superior el

25.9%; con el posgrado el 17.5%; y finalmente una proporción pequeña de 6.7% solo con bachillerato como máximo grado de estudios (INEE, 2015a, p. 41).

Con respecto a los profesores de ciencias de origen universitario, su formación no es dentro de las disciplinas específicas de la educación secundaria (Biología, Física y Química), generalmente son veterinarios, odontólogos, ingenieros, farmacobiólogos o médicos entre otras profesiones, en donde tomaron, como parte de sus planes de estudio, algunos cursos de biología, física o química, es decir, como parte de su carrera o formación profesional (Gallegos, Flores y Valdés, 2004). En cuanto a la formación continua, se han implementado acciones a través de diversas instancias como el Programa Nacional de Actualización Permanente de Maestros de Educación Básica en Servicio (PRONAP), y el Sistema Nacional de Formación Continua y Superación Profesional de Maestros en Servicio (INEE, 2015a).

Estos profesores de ciencias, en el ejercicio cotidiano de su labor tienen diversas ideas sobre la ciencia y el aprendizaje; desarrollan distintas estrategias didácticas, emplean sus conocimientos en el aula; y enfrentan diversas problemáticas o inseguridades. Ponen en juego creencias y conocimientos para encuadrar y sintetizar situaciones reales e inciertas para la toma de decisiones; su pensamiento, reflexión y acción en la enseñanza constituye un entramado complejo e indeterminado en donde concurren los más diversos factores.

Así, Morin (2016) recupera que la incertidumbre es la gran revelación del conocimiento durante el siglo XX; dice “La mayor certidumbre que nos ha dado es la de la imposibilidad de eliminar ciertas incertidumbres, no solo en la acción sino también en el conocimiento” (pp. 71-72). El conocimiento tiene límites, pero al conocer esos límites el ser humano está frente a la incertidumbre y en general con el destino incierto de la sociedad, el individuo, y en el caso de esta investigación, de la enseñanza del propio conocimiento científico.

En ese sentido los profesores en sus sesiones de clase asumen ante la ciencia diversas posturas: ya sean positivistas, racionalistas o constructivistas que dan cuenta de sus creencias en torno a la metodología, el desarrollo y los propósitos del conocimiento científico. Pero, también están en juego, sus creencias sobre la enseñanza: la exposición de los temas, dar la clase, aplicar exámenes, promover la actividad del alumno; para Pozo (2002) estas creencias están organizadas y profundamente arraigadas en el trabajo docente. Agrega Ortega y Gasset (1964), “La creencia es certidumbre en que nos encontramos sin saber cómo ni por dónde hemos entrado en ella” (p. 407).

Los investigadores afirman que las creencias y conocimientos tienen un papel relevante en las acciones que planean y desarrollan los profesores en las aulas (Shulman, 2005; Porlán, 1998; Mc Comas, 1998; Acevedo, 2008). Según Latorre y Blanco (2007) las creencias del docente son realidades construidas mentalmente, integradas por experiencias personales, sociales, educativas, que al paso del tiempo moldean su pensamiento y su práctica docente. Creencias que no son aisladas sino vinculadas a los conocimientos profesionales, de tal forma que los profesores pueden interpretar la realidad educativa para desarrollar la enseñanza. Al respecto Pozo, Scheuer, Mateos, Pérez (2006) expresan que las creencias o concepciones son representaciones de naturaleza implícita, en contraposición a los conocimientos que consideran como representaciones, pero de naturaleza explícita.

De acuerdo con Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993) las creencias son pragmáticas, tienen el propósito de atender y resolver situaciones, acciones o sucesos. En este sentido lo que el profesor piensa sobre la ciencia y el aprendizaje le permite resolver lo inmediato, como presentar un contenido a los alumnos, una práctica experimental o una actividad de evaluación.

Agrega Ortega y Gasset (1964) que las creencias constituyen “La base de nuestra vida, el terreno sobre el que acontece” (p. 387).

Shulman (2005), a su vez, plantea diversas clases de conocimientos, que integran un conocimiento base indispensable para el ejercicio profesional de la docencia. Para Shulman (2005), la enseñanza implica una diversidad de conocimientos que distingue en varias categorías. Estas categorías conforman el conocimiento fundamental del docente, que posibilita la enseñanza, de tal forma que el profesor comprende aquello que el estudiante aprende y cómo el maestro lo puede enseñar. Entonces, según este autor los conocimientos del profesor incluyen siete categorías relacionadas con los siguientes aspectos: el *contenido*, el *currículum*, los *alumnos*, los *contextos*, las *finalidades*, con la *didáctica en general* y con el *conocimiento didáctico del contenido*. Para Shulman (2005), en general estos conocimientos constituyen el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), es decir, la fusión especial y personal entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión y de ejercicio profesional.

Esta investigación trata de las creencias que tienen los profesores de secundaria acerca de la ciencia (la naturaleza de la ciencia) y la enseñanza, así como su vinculación con los conocimientos específicos que emplean los docentes para el aprendizaje de los temas científicos, es decir, el Conocimiento Didáctico del Contenido que desarrollan en el contexto complejo del aula de ciencias; es decir, el CDC como herramienta y entramado conceptual de gran aportación en la comprensión de los conocimientos (Parga y Mora, 2015; Verdugo, Salazar y Sanjosé, 2017). En ese sentido, la investigación aborda las creencias y conocimientos de los docentes sobre la ciencia y la enseñanza por sus implicaciones o condicionamientos en el ejercicio

profesional, es decir, la influencia que ejercen en la planeación, actividades del aula y formas de evaluación que emprende el docente en la enseñanza de la física, la química y la biología.

No es posible dejar de lado la forma en que los profesores conocen, desarrollan ideas y puntos de vista sobre determinados tópicos y asuntos propuestos por el *currículum*, como los contenidos y los enfoques de enseñanza (Porlán, 1998; Acevedo, 2004; Tardif, 2004). Por lo tanto, esta investigación construye **como objeto de estudio las creencias y conocimientos de los docentes en el mundo incierto de la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria.**

Conviene señalar que el planteamiento del objeto de estudio es un proceso constructivo y reconstructivo, en el cual la realidad se problematiza, por lo que aquí se enfoca el pensamiento y la acción docente; para mirar la realidad, analizar, revisar antecedentes y teorías. Anzaldúa (2010) lo dice así:

El objeto de estudio de una investigación se construye a partir de esta problematización, en la que el investigador analiza críticamente el saber inicial, que ha elaborado sobre el aspecto de la realidad que le interesa indagar. La problematización hace intervenir concepciones teóricas, para tratar de objetivar la cuestión, ubicándola en un campo de interrogantes y problemas de estudio. (p. 94).

La investigación se encuentra en el marco de lo que generalmente se denomina Didáctica de las Ciencias o Educación en Ciencias, para López y Mota (2003) la Educación en Ciencias (science education) es una tradición didáctica anglosajona que enfatiza los procesos de aprendizaje y de enseñanza. La investigación está en la línea del pensamiento del docente, una línea acorde a los nuevos tiempos de la modernidad; dice Marrero (2009) que la docencia se

explica desde diversas perspectivas, por lo tanto tratar las ideas de los profesores es una forma de aproximarse a la comprensión de los escenarios educativos; también como “Una necesidad de recuperar al profesor como sujeto y no como un objeto, esto, en el marco de visiones y políticas progresistas que demandan la conveniencia de repensar la mediación que ejercen los profesores en todos los procesos de cambio en educación” (p. 23).

Las investigaciones han encontrado que existe una distancia importante entre los enfoques y objetivos planteados en los programas de las asignaturas, lo que los maestros realmente ponen en práctica en el aula y los aprendizajes logrados por los estudiantes (Flores y Barahona, 2003). A partir de ello, la atención se ha dirigido a las concepciones de los profesores sobre la ciencia y su aprendizaje en el aula, línea de investigación que ha puesto de manifiesto la necesidad de examinar lo que dicen y hacen los docentes para conocer sus características, desarrollo y posible transformación.

Las investigaciones de las creencias y concepciones ha tenido un desarrollo significativo, cuentan con extensa producción. En los ámbitos internacional y nacional se encuentran investigaciones sobre las creencias de los alumnos, los profesores iniciales y los profesores de experiencia en diferentes niveles educativos. Las investigaciones relacionan las creencias sobre la ciencia y la enseñanza con el aprendizaje, la práctica docente y la formación de profesores; sin embargo, los resultados investigativos sugieren que los temas relacionados con la reflexión, sobre la ciencia, la enseñanza y los conocimientos didácticos son escasamente tratados en los procesos de formación inicial o continua de los profesores (Acevedo, 2008); en muchos casos solo se contemplan procesos de reforzamiento en los contenidos disciplinarios.

Las creencias de los docentes es un enfoque de investigación amplio, con diversas direcciones y metodologías para comprender las ideas o concepciones de los profesores. De

acuerdo con ello, Porlán (1998) plantea que las ideas de los profesores y la realidad escolar constituyen sistemas en evolución. De tal forma que: “Dichos sistemas se pueden describir y analizar atendiendo a los elementos que los constituyen, al conjunto de *interacciones* de todo tipo que se establecen entre ellos y a los cambios que experimentan a través del tiempo. (p. 156).

La influencia de esas creencias o concepciones en los procesos de construcción del conocimiento del docente y de los estudiantes, confiere una gran importancia al estudio e investigación; ya lo manifiesta Porlán (1998) al subrayar:

El grado de complejidad de nuestras ideas acerca de la naturaleza de los conocimientos, de sus formas de organización y cambio, y del papel que pueden jugar en el conjunto del sistema cognitivo (...) puede favorecer, en cierta medida, procesos de generalización, transferencia e integración entre ámbitos parciales del conocimiento personal, tanto en uno mismo como en otros. De ahí (...) el interés por estudiar las concepciones epistemológicas de los profesores. (p. 156).

Enfocar el pensamiento del profesor, sus conocimientos en relación con las creencias y las actividades del aula, permite una visión integradora, esto es, apreciar el fenómeno como una totalidad. Como afirma Tardif (2004) es imposible comprender “La naturaleza del saber de los educadores sin ponerlo en íntima relación con lo que son, hacen, piensan y dicen en los espacios cotidianos de trabajo” (p. 13).

Siguiendo a este autor canadiense, Tardif (2004) aborda el estudio de los conocimientos y de la práctica docentes en relación con la subjetividad, reconociendo la importancia de los puntos de vista de los profesores, como actores privilegiados de la actividad escolar. Al respecto afirma que “Los docentes profesionales poseen unos saberes específicos que movilizan, utilizan

y producen en el ámbito de sus tareas cotidianas” (p. 168); por ello, se contempla la relevancia de los docentes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y la posibilidad de realizar cambios fundamentales sobre cómo enseñan y cómo conciben la enseñanza, por el significado personal que los profesores otorgan a esos procesos a través de la reflexión y las exigencias de contextos inciertos.

1.3 Educación y ciencia

Investigar las creencias y conocimientos de los docentes se inscribe en el proceso de reconocer en los sujetos sus posturas ante la enseñanza y ante la ciencia, es decir, un proceso de investigación educativa que para Calixto Flores (2008) “Aborda el problema de lo humano, implica reconocer que los sujetos poseen un conjunto de saberes que se hacen evidentes en las acciones cotidianas (...) implica comprender complejas relaciones, identificar momentos, resignificar saberes y prácticas culturales” (p. 268).

La investigación tiene la oportunidad de generar conocimiento nuevo y trascendente para atender las necesidades o fenómenos del entorno natural o social. El proceso de investigación requiere de curiosidad, creatividad y actitudes científicas con el propósito de obtener informaciones precisas, objetivas y relevantes para construir conocimientos en un determinado campo de estudio, como la educación. Investigar sobre los conocimientos de los docentes y la enseñanza de la ciencia en la escuela secundaria, cobra gran importancia no solo por el evidente desarrollo científico y tecnológico que vivimos, sino por las perspectivas y formas en que la ciencia y la enseñanza se estiman o valoran en la escuela y la sociedad.

En tiempos recientes, los investigadores han señalado la disminución del interés de los jóvenes por las carreras científicas (Acevedo, 2004; Oliva y Acevedo, 2005; Vázquez y

Manassero, 2008). Por parte de la UNESCO (2005a) se ha planteado que “Estamos asistiendo desde hace años a una grave situación de fracaso en la educación científica y disminución de candidatos para estudios superiores en el campo de las ciencias, al tiempo que crece el desinterés, cuando no el rechazo, hacia la propia ciencia” (p. 9).

Esto ocurre en las ciencias clásicas, el interés en las llamadas ciencias duras, biología, física y química, donde se encuentra el menor atractivo. En el estado de Nuevo León, por ejemplo, la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), para el semestre agosto-diciembre de 2011, registra solo el 9% de su población total de 77 992 estudiantes de licenciatura, en lo que denomina área del conocimiento de las Ciencias Naturales y Exactas (UANL, 2012, p. 8).

En esta universidad, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (FCFM) de la UANL registra la Licenciatura en Física con el menor número de estudiantes con respecto a otras carreras en el semestre agosto a diciembre de 2015 (FCFM, 2015). La facultad inscribe en ese semestre 2 996 estudiantes de los cuales 220, el 7.3% están en la Licenciatura en Física; el mayor número de alumnos, 898, es decir, el 29.9% está en la Licenciatura en Multimedia y Animación Digital (FCFM, 2015).

Lo mismo sucede en otras facultades de ciencias de esa universidad. La carrera de Biólogo tiene un bajo número de estudiantes con relación a otras carreras, 574 (20.6%) de 2785 alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) en el semestre agosto – diciembre de 2016 (FCB, 2016).

En la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), la Licenciatura en Química (Industrial) tiene el menor número de estudiantes, con 288 de un total de 4434, es decir, 6.4%. La carrera

con más alumnado es la de Ingeniero Industrial Administrador con 2435 inscritos, es decir, el 54.9% para el semestre de agosto a diciembre de 2016 (FCQ, 2016).

En otro ejemplo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) presenta en sus estadísticas las 15 carreras con mayor población, la Licenciatura en Biología ocupa el lugar 12 en el año escolar 2016–2017 (UNAM, 2017), ahí no se encuentran las licenciaturas en física o química. Están inscritos 5 605 alumnos en la Licenciatura de Biología, es decir, el 2.7% de la población total¹³ de esa casa de estudios.

Otro elemento importante en el interés por las ciencias puede apreciarse en la visión sobre la ciencia y tecnología que presenta la sociedad mexicana, y de manera particular desde la promoción del Estado como una actividad estratégica y de desarrollo; es el caso de las patentes que se registran en el país como propiedad intelectual. En el diario nacional “La Jornada” aparece una nota que refleja la situación:

La ausencia de una visión de Estado para potenciar la capacidad inventiva explica el fracaso de México en su desarrollo tecnológico y de innovación, cuyos resultados no logran remontar el cero: 0.8 por ciento de la propiedad intelectual en el mundo; 0.05 es el nivel de coeficiente de inventiva del país; 0.4 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) se invierte en ciencia y tecnología. (Avilés, Olivares y Camacho, 2011, p. 2).

La misma nota periodística expresa otros números que muestran el rezago nacional en ciencia y tecnología con una magnitud que compromete el desarrollo del país, en el ámbito de la ciencia, y en otras esferas como la económica y social; por ejemplo, se precisa que:

¹³ La UNAM registra en ese año escolar 205 648 estudiantes, la carrera con mayor número de estudiantes es la Licenciatura en Derecho con 24 009, es decir, el 11.7%.

De las 9 mil 399 patentes otorgadas en México en 2010, sólo 229, esto es 2.4 por ciento, se concedieron a mexicanos. En contraste, 9 mil 170, 97.6 por ciento, se entregaron a extranjeros. De estas últimas, la mayoría, 4 mil 769, fueron adjudicadas a peticionarios de Estados Unidos, reporta el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Es tal el rezago de México, que los científicos hablan de medio siglo de atraso en el desempeño innovador interno. Un país que llegó a ser pionero en América Latina en centros de desarrollo tecnológico a mediados del siglo XX (...), es hoy una nación de maquila y de servicios, sectores donde la transferencia tecnológica simplemente no ocurre. (...). Todavía en los años setenta, añade, México era productor de vacunas, y hoy es importador de ellas. Por eso, cuando llega la influenza no sabemos qué hacer. (Avilés, Olivares y Camacho, 2011, p. 2).

En este sentido, la promoción, fomento e inversión en el conocimiento científico y tecnológico desde la política del Estado nacional es muy limitada, en relación con las necesidades y tamaño de la población y la economía del país. Así se manifiesta, por ejemplo, en el gasto público para investigación, ciencia y tecnología. La Cámara de Diputados aprobó en 2015 un gasto de 62 mil 243.11 millones de pesos, que representa el 0.34% del PIB (LXII Legislatura. Cámara de Diputados, p. 8). La misma cámara especifica en el documento “El Presupuesto Público Federal para la Función Ciencia, Tecnología e Innovación, 2014-2015” ese gasto en diversos rubros, al precisar que:

Para el ejercicio fiscal 2015, el presupuesto aprobado para la Función Ciencia, Tecnología e Innovación, por destino del gasto, tuvo la siguiente equivalencia como proporción del PIB:

- Para Investigación Científica fue del 0.25% del PIB;

- Para Desarrollo Tecnológico fue del 0.01% del PIB;
- Para Servicios Científicos y Tecnológicos fue del 0.02% del PIB;
- Para Función Pública fue del 0.001% del PIB; y
- Para Innovación fue del 0.06% del PIB [La suma es el 0.34% del PIB, señalado renglones atrás]. (LXII Legislatura. Cámara de Diputados, p. 8).

Finalmente, al revisar la situación de nuestro país en el ámbito internacional, el informe de la UNESCO sobre Ciencia 2030 (2015a) muestra rezagos en recursos, número de investigadores y publicaciones. El número de investigadores mexicanos de tiempo completo es de 46 000, pero en comparación con otros países con desarrollo semejante, representan solo el 0.6 por ciento de estos profesionales en el mundo; los argentinos son 0.7, los turcos figuran con el uno por ciento y los brasileños llegan hasta el dos por ciento.

Los números anteriores reflejan diversos aspectos, entre otros, los pocos alumnos inscritos en carreras científicas, las escasas patentes generadas en las universidades, el presupuesto limitado para ciencia e investigación considerado por el Estado nacional; esto constituye el contexto de poco interés para la ciencia y la tecnología que coincide con los problemas de enseñanza y los resultados de aprendizaje poco alentadores en niveles educativos como la secundaria.

En la sociedad, la ciencia es valorada en forma diferente y paradójica. Amplias capas de la población aprecian los conocimientos científicos y los avances tecnológicos, y al mismo tiempo desconfían de la ciencia y recurren a elementos esotéricos o de pseudociencia para explicar o solucionar situaciones difíciles.

En la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT)¹⁴ 2013 realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); se encuentra, por una parte, que la población estima a la ciencia como positiva y asociada al cambio. Existe un gran interés por los desarrollos científicos y tecnológicos, el 70% de la población se interesa principalmente en los adelantos de la medicina, la internet, el medio ambiente y la genética. El 78% de los mexicanos dice que son mayores los beneficios generados por la investigación científica que los daños asociados a esta actividad; y un porcentaje similar reconoce que la aplicación de la ciencia hace que nuestro mundo cambie con gran rapidez (INEGI, 2014).

Por otro lado, existe una postura que desapruueba la actividad científica y el desarrollo tecnológico, ya que se consideran poco útiles y favorables. Para el 56% de los ciudadanos el desarrollo tecnológico origina una manera de vivir artificial y deshumanizada. Al 66% de las personas encuestadas *no le gustaría ser científico*; sólo el 27% aprecia como respetable la profesión de investigador científico; además, el 58% expresa que, debido a sus conocimientos, los investigadores *científicos tienen un poder que los hace peligrosos*. Y finalmente, el 70 % de los participantes reconoce demasiada confianza en la fe y muy poca en la ciencia.

Ahora, estas actitudes contradictorias señaladas anteriormente, de gran interés por la ciencia, la tecnología y sus productos; pero de desconfianza y alejamiento a la vez del quehacer investigativo; comprometen a la escuela, como espacio de aprendizaje y enseñanza, pero también de reflexión y crítica sobre los temas científicos. La investigación educativa ha enfocado la educación en las ciencias para examinar lo que ocurre con la enseñanza y el

¹⁴ La encuesta se aplica a ciudadanos de 18 o más años, en 3200 viviendas de sectores urbanos de diversos estados del país.

aprendizaje de los conocimientos científicos y tecnológicos en los diferentes niveles educativos y como parte de la cultura de todos los ciudadanos.

En otra perspectiva, la investigación educativa orientada en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias tiene una historia de varias décadas en nuestro país, que se ha recogido, en gran medida, en los estados del arte que elabora el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). De esta manera, la producción científica del 2002 al 2012 que recupera el COMIE en el documento “Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México (2002-2011): Matemáticas, Ciencias Naturales, Lenguaje y Lenguas Extranjeras” del año 2013 representa en buena medida el desarrollo y las condiciones de la investigación en la Educación en Ciencias.

Esta recopilación del COMIE considera 239 trabajos en los diversos niveles educativos: 147 de educación básica, 31 de educación media superior, 61 de educación superior. De forma específica, el nivel de educación básica distribuye los trabajos considerados en: 10 estudios relacionados con educación preescolar, 65 con educación primaria, 56 con educación secundaria y 16 en varios niveles básicos. La mayoría de los trabajos consisten en artículos de revistas, ponencias, memorias, de congresos, tesis o libros; cuyos autores pertenecen a universidades, centros de investigación, normales o escuelas de varios niveles educativos.

En el documento señalado, el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE), encuentra que los trabajos recabados en el nivel de secundaria se organizan como: aquellos centrados en el docente, los centrados en los estudiantes, lo que tratan sobre los materiales educativos y los que consideran los programas de formación docente. Los estudios que están centrados en los docentes investigan sobre temáticas específicas relacionadas con las disciplinas

propias de la secundaria, y otros trabajos sobre las nociones que tienen los docentes acerca de la naturaleza de la ciencia.

Es en este contexto descrito, que la presente investigación, toma relevancia y forma parte de ese interés por la Educación en Ciencias o Didáctica de las Ciencias a partir del estudio de los docentes, de sus creencias y concepciones en relación con el contexto incierto del aula y la escuela; porque como señalan Gómez, García y García (2013):

Prácticamente no se encuentran trabajos que den cuenta de la interacción de los distintos aspectos que intervienen en los fenómenos de aprendizaje y enseñanza. En este nivel hay una mayoría de trabajos centrados en los docentes, pero, en general, las investigaciones se han preocupado por caracterizar a los docentes: sus conocimientos disciplinares, sus concepciones sobre la ciencia, sus percepciones sobre el trabajo en el laboratorio. La mayoría de los trabajos que hacen investigación en el aula lo hacen para ‘verificar’ las hipótesis y caracterizaciones planteadas con anterioridad. (p. 193).

La escuela secundaria es un espacio privilegiado, en el que concurren la curiosidad, el interés y las necesidades y condiciones de los adolescentes y docentes; por ello resulta indispensable indagar, investigar, descubrir, conocer el mundo de la enseñanza y el pensamiento docente; mediante el estudio oportuno, crítico y reflexivo del conocimiento de la ciencia, su desarrollo y relación con los jóvenes, con los docentes, la cultura y la sociedad.

La educación secundaria, constituye en nuestro país, el último trayecto de la educación básica, conforma un espacio de investigación que demanda atención y desarrollo, en el cual es fundamental indagar a profundidad sobre las condiciones que posibilitan el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias; el pensamiento docente con las certezas e incertidumbres

involucradas en los procesos del aula para fortalecer el desarrollo profesional de los profesores y atender de la mejor manera a los adolescentes de 12 a 15 años en sus necesidades de formación científica.

1.4 La comprensión de las certezas e incertidumbres

El objeto de estudio de esta investigación enfoca una realidad concreta, como son las creencias y los conocimientos de los docentes en la condiciones inciertas de la enseñanza; para emprender su estudio el proceso investigativo requiere de la formulación de preguntas que orienten el trabajo del investigador. Para Sandoval (2002), la enunciación de las preguntas de investigación es de gran relevancia para la comprensión del fenómeno a estudiar, por lo cual, propone que:

En el marco de la investigación cualitativa son más pertinentes las preguntas por lo subjetivo, lo cultural, el proceso social o el significado individual y colectivo de realidades de diferente naturaleza. Todas esas preguntas tienen como eje la indagación desde la lógica interna de los fenómenos y realidades analizadas. Para lo cual, el investigador requiere adoptar un pensamiento orientado más hacia el descubrimiento que hacia la comprobación. (p. 116).

En el andamiaje de creencias y conocimientos que componen la enseñanza, cabe preguntarse por las peculiaridades y rasgos distintivos de estos componentes en la labor docente. En este sentido, la pregunta principal que orienta el presente trabajo consiste en comprender:

- *¿Cómo se relacionan las creencias, los conocimientos y las incertidumbres de los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria?*

Es una pregunta orientada al pensamiento del profesor, como plantea Flick (2007), tiene el propósito de describir y explicar cómo algo se desarrolla o cambia. Otras preguntas más

específicas, contribuyen a la búsqueda, reorientan y centran el objeto principal; pueden llevar a describir estados o condiciones para aportar medios en la interpretación del pensamiento docente. Aquí se plantean cinco preguntas que proporcionan elementos precisos para enfocar como *un todo*, el objeto de estudio de esta investigación:

- i. *¿Cuáles son las creencias que tienen los docentes de secundaria acerca de la ciencia?*
- ii. *¿Cómo son las creencias de los profesores de ciencias acerca de la enseñanza?*
- iii. *¿Qué conocimientos muestran los docentes en marco del Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la ciencia?*
- iv. *¿Cuáles son las incertidumbres que enfrentan los docentes en la enseñanza de las ciencias?*
- v. *¿Cómo se relacionan las certezas e incertidumbres de los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales?*

Dice Flick (2007) que “Las preguntas de investigación son como una puerta al campo de investigación” (p. 65). En este estudio, los cuestionamientos toman en cuenta dos procesos empíricos, mediados por grupos focales, entrevistas y observaciones: el primero se refiere a las imágenes, representaciones, puntos de vista, creencias y conocimientos de los docentes sobre la ciencia y la enseñanza; refiere los que dicen y expresan, es la exploración de la realidad en el pensamiento de los docentes.

El segundo proceso empírico toma en cuenta el desarrollo de la enseñanza de contenidos concretos de biología, física y química en las escuelas secundarias; considera los conocimientos que expresan y ponen en juego los docentes, las formas de lograr los aprendizajes para centrar la atención y el análisis en el CDC (fines, actividades, contextos, procedimientos, explicaciones,

ejemplos, analogías, evaluación); así mismo, las presiones obstáculos o incertidumbres que viven los profesores en los procesos de enseñanza de las ciencias naturales.

Las preguntas planteadas y el examen de estos procesos empíricos permiten trazar el supuesto que encamina el trayecto de búsqueda de este trabajo, el cual se expresa de la siguiente manera:

- *“La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela secundaria está mediada por la concurrencia de las creencias, conocimientos e incertidumbres en el ejercicio profesional de los docentes”.*

El objeto de investigación considera las creencias y conocimientos; enfoca las certezas y las incertidumbres de los profesores, lo cual conforma una realidad contextualizada, dinámica y compleja que requiere investigación y comprensión. La investigación tiene un enfoque cualitativo, como forma de aproximación a la realidad integrada en las ideas y acciones de los docentes de ciencias; así, para Briones (2006), el paradigma interpretativo atiende las subjetividades y quehaceres de los docentes como realidad construida en el marco de referencia de estos actores; por esto el propósito general consiste en:

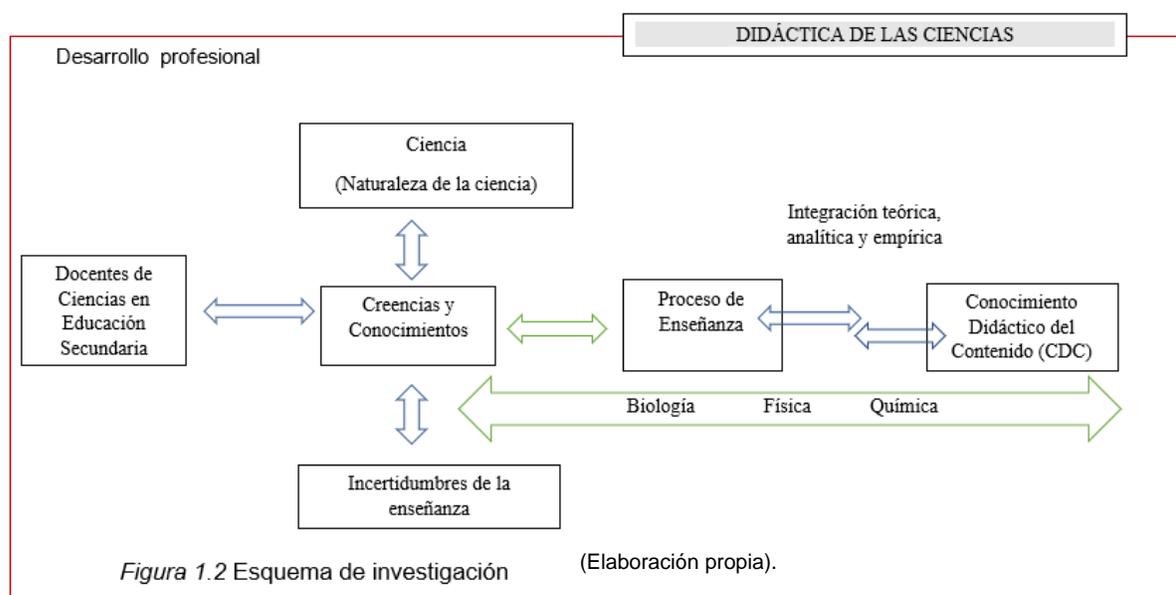
- *“Comprender la interacción de las creencias, los conocimientos y las incertidumbres en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria, así como sus posibles implicaciones en los procesos de formación docente”*

El logro de este propósito requiere considerar ciertos propósitos específicos, que una vez alcanzados en lo particular, sientan las bases para llegar a la comprensión de la interacción planteada, o sea, al logro del propósito general. En concreto, los propósitos específicos son:

- i. *Determinar las creencias de los profesores acerca de la ciencia.*

- ii. Examinar las creencias de los docentes en relación con la enseñanza y el aprendizaje
- iii. Describir el CDC de los profesores de ciencias.
- iv. Distinguir las incertidumbres que enfrentan los docentes en la enseñanza de las ciencias.
- v. Reconocer la relación entre certezas e incertidumbres de los docentes en la enseñanza de las ciencias.

Los elementos teóricos que fundamentan la investigación comprenden las propuestas sobre la enseñanza y los conocimientos docentes de Grossman, Wilson y Shulman (2005), Soonhye y Oliver (2008); Garritz (2009); Garritz y Talanquer (2012); las creencias y elementos epistemológicos de Pozo (2002), Latorre (2007); Tardif (2004) y Porlán (1998); las condiciones de la posmodernidad, la incertidumbre de Hargreaves (2005), y la complejidad de Morin (1994, 2002) o de Bauman (2008a, 2008b).



La investigación tiene un enfoque cualitativo, el trabajo de campo se desarrolla con 34 profesores con experiencia en la enseñanza de las ciencias naturales, los cuales desarrollan sus labores en siete escuelas secundarias del área metropolitana de Monterrey (Figura 1.2). Para la obtención de la información las técnicas empleadas son grupos de enfoque, entrevistas individuales, observaciones de clase y el análisis de los documentos del profesor y el alumno.

Los resultados, los hallazgos, la discusión y la interpretación en la investigación permitirán delinear algunos elementos para orientar o esbozar ciertas sugerencias para la formación y el desarrollo profesional de los docentes de ciencias; con relación a temáticas diversas como las didácticas específicas, la atención a problemáticas concretas del aula, al desarrollo e interpretación del *currículum*, al trabajo colegiado en academias o consejos técnicos escolares y las condiciones institucionales entre muchas otras (Figura 1.2).

*El maduro juicio de nuestra época
no quiere seguir contentándose con un saber aparente
y exige de la razón la más difícil de sus tareas, a saber:
que de nuevo emprenda su propio conocimiento.¹⁵*
Enmanuel Kant

¹⁵ Tomado de Martínez, 2008, p. 12

CAPÍTULO 2

REVISIÓN DE LAS INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LAS CERTEZAS DOCENTES

La investigación sobre las creencias de los docentes se inscribe en el campo de la Educación en Ciencias o Didáctica de las Ciencias. Este capítulo aborda los estudios realizados con diversos enfoques en relación a las creencias sobre la naturaleza de la ciencia, sobre la enseñanza, el aprendizaje, los conocimientos y las inseguridades de los profesores; en esos trabajos, los elementos indicados se investigan como concepciones, representaciones cognitivas, orientaciones epistemológicas, como conocimientos disciplinarios y didácticos e incertidumbres con presencia reservada en procesos formativos y de la práctica de la enseñanza.

La revisión de las investigaciones comprende 52 trabajos de los ámbitos nacional e internacional, el Anexo 2.1 contiene la descripción general de cada uno de esos estudios; pero en los apartados que forman este capítulo se reseñan los más sobresalientes según sus aportaciones al análisis y comprensión de las creencias y conocimientos docentes (Figura 2.1).

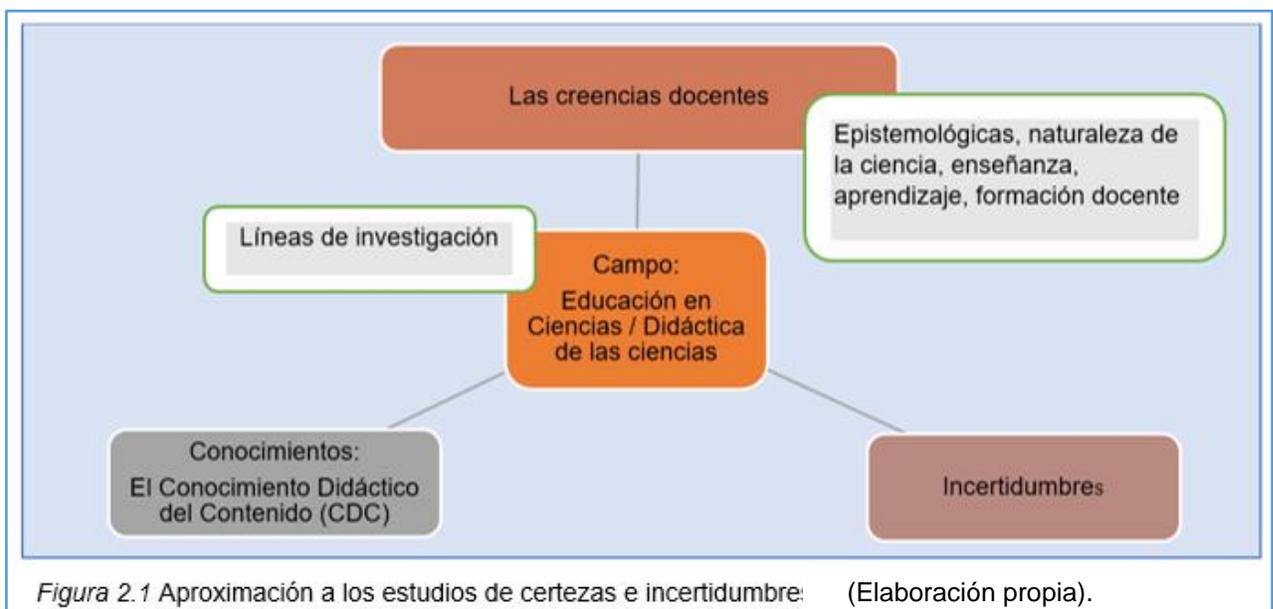


Figura 2.1 Aproximación a los estudios de certezas e incertidumbre: (Elaboración propia).

2.1 Didáctica de las ciencias

El tratamiento de las ciencias en la escuela requiere de múltiples elementos proporcionados por muy diversas disciplinas como la pedagogía, la psicología, la sociología, la didáctica, las disciplinas científicas y muchas otras que al confluir en los procesos del aula plantean la delimitación de un ámbito especial para atender la complejidad de la enseñanza (Duit, 2006). Ese ámbito o espacio de confluencia de las diversas disciplinas ha dado lugar a dos corrientes de reflexión que enfocan la investigación en la enseñanza de las ciencias: la *Didactique des Sciences* y la *Science Education* (López y Mota, 2003, p. 361).

Estas posturas de estudio tienen ciertas características que, a partir principalmente de sus puntos de vista del aprendizaje o de la enseñanza, permiten comprender sus expectativas o contribuciones a la investigación. La primera perspectiva definida como Didáctica de las Ciencias (*Didactique des Sciences*) es una tradición francesa, observa los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje, se interesa por lo que ocurre en la sala de clases, es decir, en las interacciones que se dan entre las actividades de los estudiantes, las acciones docentes y los contenidos científicos (López y Mota, 2003 p. 361).

Este enfoque de investigación, la Didáctica de las Ciencias, utiliza perspectivas e instrumentos de corte etnográfico, porque como señala López y Mota (2003), se dirige al estudio de lo que sucede en el aula, es decir, observa los “Conjuntos naturales de individuos donde se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje”, ya que considera que es en el aula donde se encuentran las oportunidades de transformación del *estado de cosas*.

Para López y Mota (2003), la Educación en Ciencias (*Science Education*) es una tradición anglosajona que enfatiza los procesos de aprendizaje; se interesa por investigar las

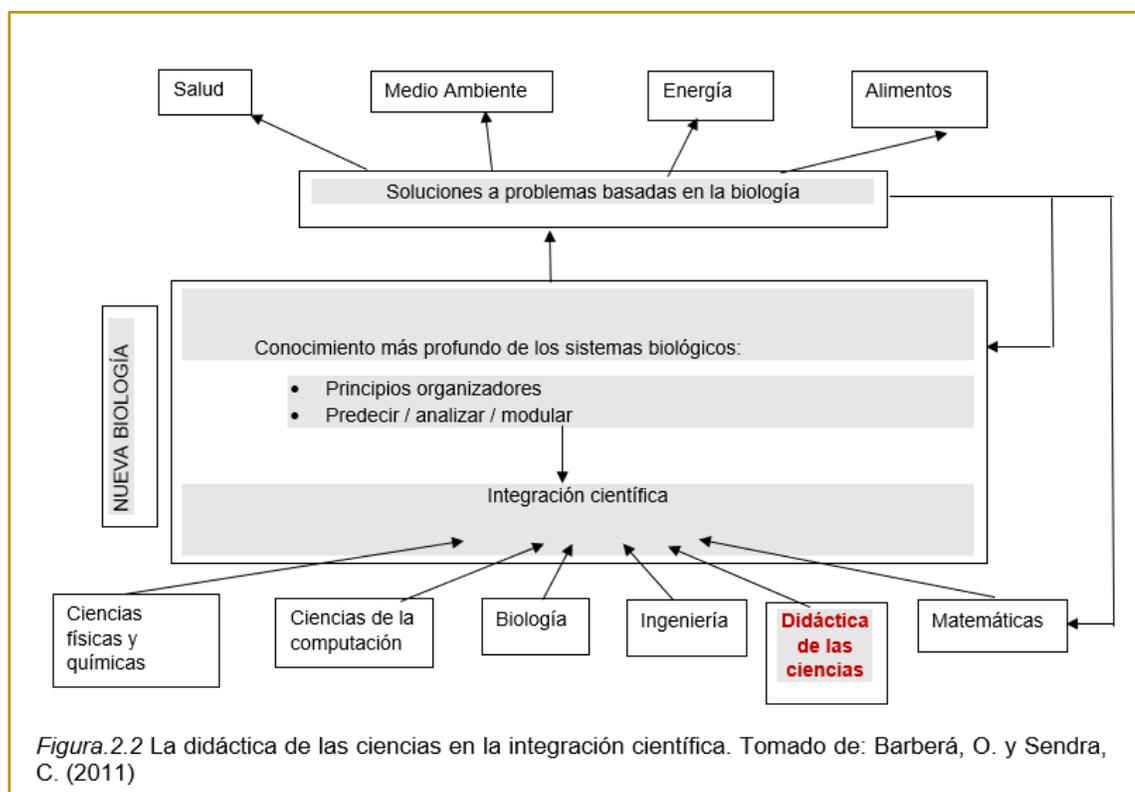
formas por medio de las cuales los individuos elaboran o construyen sus conocimientos y las implicaciones que ello tiene para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia: se apoya en el principio filosófico constructivista que considera que los sujetos para conocer requieren interpretar, construir o reconstruir la realidad.

Esta investigación está situada en el campo de la Educación en Ciencias, pero reconoce que muchas investigaciones y aportaciones toman elementos o comparten ciertas visiones de ambas tradiciones. (Acevedo, 2008; Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Aquí, se toma el nombre de Didáctica de las Ciencias como una forma de observar ese acercamiento general de los enfoques investigativos; ya que su empleo es cada vez más amplio al reconocer su importancia y contribuciones al campo de la investigación y la enseñanza.

Actualmente la Didáctica de las Ciencias ocupa un lugar importante no solo para la enseñanza, sino como un campo de investigación que aporta elementos para la integración y el impulso general de la formación de investigadores. Así, la NRC (National Research Council de Estados Unidos), Committee on a New Biology for the 21st Century considera que la didáctica junto a la matemática, la computación, la ingeniería, entre otros campos permiten la integración científica para profundizar en los procesos biológicos y aportar elementos para atender el medio ambiente, y la energía desde la nueva biología (Figura 2.2).

Esa consideración representa un reconocimiento de la consolidación del campo de la investigación de la didáctica, que ya cuenta con una amplia historia de desarrollo que Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), siguiendo a diversos autores, sintetizan en varias etapas: 1) la etapa adisciplinar, 2) la etapa tecnológica, 3) la etapa protodisciplinar, 4) la disciplina emergente y 5) la disciplina consolidada; estas etapas se refieren principalmente a la *Science Education* estadounidense, aunque en muchos aspectos pueden aplicarse sin dificultades a la didáctica de

las ciencias europea, en la que se reconoce una evolución similar (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002, p.131).



De manera breve puede señalarse que en la primera etapa las producciones y publicaciones son dispersas, puede situarse en el tiempo desde fines del siglo XIX hasta mediados del siglo XX. Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002) exponen que en ese periodo sobresale la revista estadounidense *Science Education* (más tarde se toma ese nombre para el campo disciplinario) con recomendaciones generales de filósofos, psicólogos, educadores y científicos, acerca de la enseñanza de las ciencias en la escuela.

En esta etapa adisciplinar las producciones teóricas sobre la enseñanza de la ciencias son dispersas, no existe una demanda consolidada de ellas entre los docentes o en las estructuras educativas y curriculares, sino hasta que aparece en los Estados Unidos la preocupación por el

atraso científico que supone el lanzamiento del Spunik (4 de octubre de 1957) por la hoy, desintegrada Unión Soviética.

En la etapa tecnológica aparece una oleada de reformas curriculares que desde la psicología del aprendizaje generan recomendaciones de tipo metodológico para la enseñanza de las ciencias, las propuestas de Bruner, Gagné y Karplus dan un carácter eficientista a esta etapa, entre los años 50 y 60 del siglo pasado, en donde predomina el conocimiento científico externo al campo de la didáctica, es decir, son producciones de especialistas de otras disciplinas generales.

En la siguiente década, en los años 70 del siglo XX, la etapa protodisciplinar, va conformando poco a poco la consciencia de un nuevo campo o comunidad de estudio, con problemas propios y específicos con propuestas más estrictamente didácticas que dan origen a una diversidad de tendencias (ausubeliana y piagetiana); así “Varias escuelas no suficientemente estructuradas compiten para establecerse como base teórica de la comunidad (...) A través de estas escuelas se perfilan las diferentes líneas que conformarán más tarde la didáctica de las ciencias” (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002, p. 133).

Es en la siguiente década de los años 80 cuando puede ubicarse la etapa emergente, Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002) señalan que en esa época se enfoca la problemática didáctica “Se considera necesario un análisis más riguroso de los marcos conceptuales y metodológicos para conducir la exploración sistematizada” (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002, p. 133). Sucede que en esta etapa los investigadores se reconocen como una comunidad que busca la coherencia teórica y la discusión sobre el constructivismo como “Un modelo teórico sólido para guiar a modo de paradigma a la didáctica de las ciencias” (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002, p. 134).

Ya en la etapa de consolidación, la didáctica de las ciencias se reconoce como un cuerpo teórico y como una comunidad académica, con producciones, publicaciones y posgrados de reconocimiento en el campo de la investigación; con modelos teóricos, epistemológicos y didácticos que responden a la complejidad de la problemática en un campo con debates permanentes; como indican Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002) “La disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser enseñada a su vez” (p. 134). Además, estos autores consideran que la consolidación se aprecia en: a) El incremento exponencial de producciones anuales; b) Las redes de difusión de resultados como congresos y publicaciones; c) El reconocimiento de la didáctica de las ciencias como área de conocimiento específica y como titulación de posgrado; y, d) La complejidad y potencia heurística de varios de los modelos didácticos formulados (p. 134).

En esa consolidación disciplinar, persisten amplios debates. Entre las discusiones presentes en ese campo de investigación, según Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002) y Adúriz-Bravo y Meinardi (2000) resaltan la discusión sobre la ciencia escolar y la ciencia erudita; el papel de la historia de la ciencia en la enseñanza; y la trascendencia de las ideas de los profesores sobre la ciencia y su influencia en la práctica de la enseñanza. Es en este último debate, el espacio en el cual se inscribe la presente investigación que considera la interacción de certezas e incertidumbres en la enseñanza de las ciencias de la escuela secundaria.

2.2 Pensamiento docente

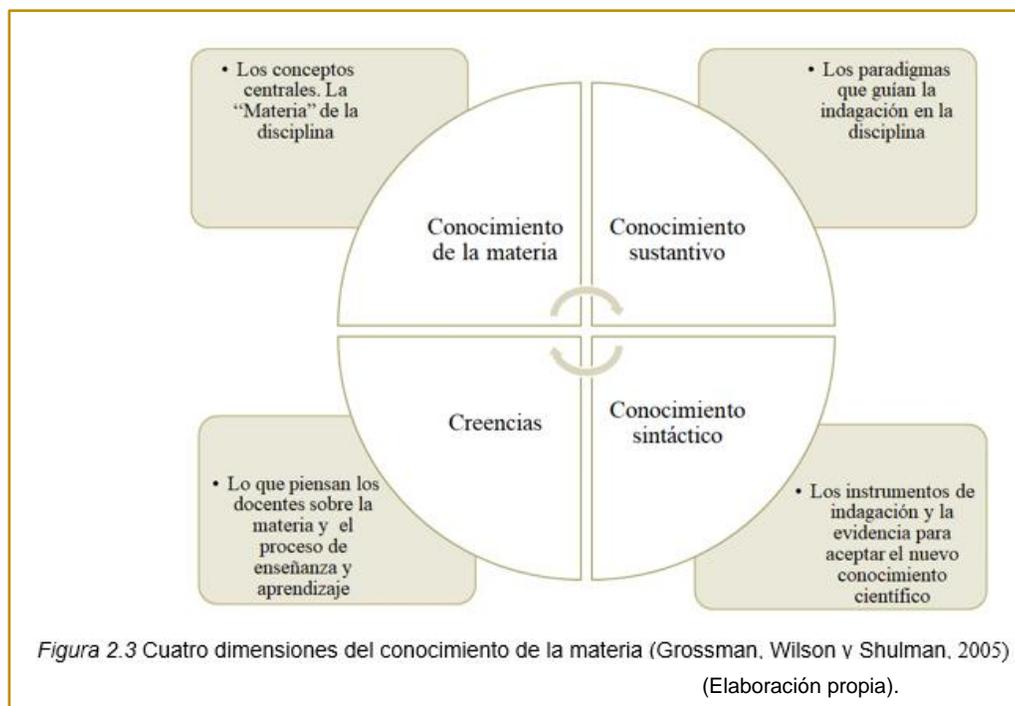
El estudio de las ideas de los profesores se inició en los años setenta del siglo pasado, en el escenario del debate cultural, económico, político y tecnológico de la posmodernidad (Perafán, 2002; Marrero, 2009); en esos años inicia la conformación de un paradigma sobre el pensamiento del profesor.

De acuerdo con Perafán (2002), el profesor es un elemento central del proceso de enseñanza y de aprendizaje porque:

- Es un sujeto reflexivo y racional, con creencias, conocimientos y rutinas características de su ejercicio y desarrollo profesional.
- Su forma de pensar influye o determina su conducta, es decir, su pensamiento es un mediador significativo de las acciones en el aula.
- Su pensamiento y su acción se comprenden en dos dimensiones: una implícita y otra explícita.

Las investigaciones del pensamiento docente con diversos enfoques se dirigen hacia las interpretaciones, sentidos y realidades que los profesores encuentran en la enseñanza; como señala Perafán (2002) se reconoce que la actividad docente tiene una estructura y un sentido, porque la enseñanza no está al margen de las creencias, concepciones e intencionalidades de los profesores y de la cultura en la que se desarrolla.

En el paradigma del pensamiento del profesor, una línea o enfoque de investigación sobresaliente está conformada por los trabajos de Shulman y otros estudiosos (1989, 2005) en relación con los conocimientos de los docentes. Para Grossman, Wilson y Shulman (2005) los profesores requieren un conocimiento sobre la materia que permita desarrollar una mayor competencia para la enseñanza de esa materia, como en el caso la enseñanza de las ciencias naturales. Para estos investigadores, existen cuatro dimensiones del conocimiento de la materia que ejercen una influencia determinante en la enseñanza y el aprendizaje de los profesores; estas dimensiones son las creencias, el conocimiento sustantivo, el conocimiento sintáctico y el conocimiento de la materia (Figura 2.3).



En estas dimensiones las creencias y los conocimientos forman parte del pensamiento del profesor, están presentes en los procesos de enseñanza, interaccionan entre sí y se desarrollan en el contexto cultural de la escuela. Las creencias se refieren a las ideas y puntos de vista de los docentes, en este caso sobre la ciencia y la enseñanza; los conocimientos son amplios y diversos, unos se refieren a la materia específica (conocimiento de la materia), otros a los paradigmas y formas de indagación de la disciplina (conocimiento sustantivo) y otros consideran las formas de validación del nuevo conocimiento (conocimiento sintáctico).

Para Grossman, Wilson y Shulman (2005) los conocimientos y las creencias participan en la enseñanza de la materia, dicen “Aunque tratamos de separar conocimiento y creencia acerca de la materia de los profesores con propósitos de claridad, reconocemos que la distinción es al menos confusa. Para los filósofos, creencia es la palabra operativa en la definición de conocimiento” (p.18). Por ello es importante tratar de conceptualizar creencias y conocimientos, y en general, otros términos que aparecen usualmente en las investigaciones.

Ahora, las expresiones empleadas en las investigaciones son diversas, entre otras se encuentran: creencias, concepciones, teorías implícitas, conocimientos, saberes, actitudes, conocimientos previos, metáforas, concepciones alternativas y algunas más (Marreo, 2009; Bolívar, 2008). Al respecto, Pajares (1992) citado en Marrero (2009) dice:

La dispersión semántica ha caracterizado esta línea de investigación (...) se han utilizado términos como creencia, actitud, valores, juicios, axiomas, opiniones, ideología, percepciones, concepciones, sistema conceptual, preconcepciones, disposiciones, teorías implícitas, teorías explícitas, teorías personales, procesos mentales internos, reglas de la práctica, principios prácticos. (p. 28).

Insiste Bolívar (1995) citado por Marrero (2009) al señalar que tal diversidad semántica conlleva dificultades para comparar los resultados debido a los diferentes marcos conceptuales implicados. Por ejemplo, existe un variedad de posturas analíticas sobre la precisión de creencias, concepciones y conocimientos:

➤ Para Dewey (1989) la creencia:

Abarca todas las cuestiones acerca de las cuales no disponemos de un conocimiento seguro, pero en las que confiamos lo suficiente como para actuar de acuerdo con ellas, y también cuestiones que ahora aceptamos como indudablemente verdaderas, como conocimiento, pero que pueden ser cuestionadas en el futuro. (Dewey, 1989, p. 24).

➤ Sigel (1985) sostiene que las creencias son construcciones mentales de la experiencia - a menudo condensadas e integradas en esquemas o conceptos- que se conservan como verdaderas y orientan la conducta.

- Para Marcelo (1993) las creencias son diferentes a las concepciones, porque aquéllas, son construcciones más personales que los profesores emplean para explicar la realidad educativa.
- Las creencias son diferentes al conocimiento, y desde luego, más discutibles según Grossman, Wilson y Shulman (2005).
- Las creencias son representaciones no exentas de organización y con gran potencial explicativo y práctico, es decir, son teorías implícitas (Pozo, 2002).
- Para Abbagnano (1996) el significado más general de creencia es el de una actitud positiva del que reconoce como verdadera una proposición que, sin embargo, no implique su validez objetiva.
- Para Tardif (2004) los docentes tienen diferentes creencias sobre la práctica, a las cuales recurren según los imperativos, necesidades, medios y limitaciones de su labor cotidiana.
- Marcelo (1993) y Moreno (2002) establecen que las creencias no son aisladas, se pueden organizar en sistemas para formar teorías (implícitas) que facilitan a los profesores la atención de las situaciones que se les presenten en el aula. Son construcciones más personales, por lo cual, se diferencian del conocimiento y de las concepciones; se suponen discutibles con diferentes niveles de convicción y de carácter subjetivo, que finalmente influyen en lo que los maestros hacen y expresan.
- Gil (1993) subraya que las creencias se relacionan con la experiencia, tienen cierta estabilidad, presentan resistencias al cambio, y son importantes para el conocimiento y el desarrollo profesional de los docentes.
- Para Llinares (1991) las concepciones son sistemas cognitivos de creencias y conocimientos interconectados que influyen en lo que se percibe, en los procesos de razonamiento y, por lo tanto, en los procesos de decisión y la actuación. De esa forma,

las concepciones constituyen marcos organizadores, más generales, más amplios y elaborados.

- En varios autores se reconoce que la tendencia es caracterizar y definir el conocimiento en función de sus componentes. En donde destacan las concepciones y creencias de los profesores, tanto para su formación como para la comprensión de la práctica. Así, se integran los términos concepciones y creencias en el término conocimiento (Porlán y Rivero, 1998; Moreno, 2002).
- Thompson (1992) señala que las concepciones son estructuras mentales que abarcan creencias, significados, conceptos, posiciones, reglas, imágenes y preferencias.
- Para Ponte (1992) las concepciones son un sustrato conceptual implícito de naturaleza cognitiva que se relaciona con puntos de vista sobre el mundo y los conceptos.
- Ahora Pratt (citado en Jiménez 2006) afirma que vemos el mundo a través de las lentes de nuestras concepciones, interpretando y actuando de acuerdo con nuestra concepción del mundo; de tal forma que las concepciones influyen significativamente en la percepción e interpretación de hechos y fenómenos.

Como puede apreciarse existe una gran variedad de actitudes y posturas críticas ante los conceptos relacionados con los conocimientos. Los diferentes autores reconocen esencialmente que estos elementos del pensamiento son representaciones que permiten a los sujetos actuar ante diversas situaciones. Las creencias sostienen los saberes y los conocimientos o concepciones; todos constituyen diversas formas de responder de los sujetos ante las cosas de la realidad, son las certezas que dan seguridad de actuar ante los objetos o situaciones reales. Para el desarrollo de la investigación es necesario utilizar términos claros y definidos que orienten los procesos de indagación y sustenten los hallazgos y conclusiones. Esta investigación asume los términos de

creencias y concepciones como conceptos esenciales, que orientan la comprensión de los procesos de representación y conocimiento implícito y explícito que tienen los sujetos; ya que estos constructos -creencias, concepciones y conocimientos- tienen un gran potencial explicativo para acceder al pensamiento y la actuación de los docentes.

2.2.1 Estudios centrados en las creencias

En esta investigación se ha revisado 52 estudios (Anexo 2.1) sobre las creencias, conocimientos e incertidumbres docentes; aquellos trabajos relacionados con las creencias, plantean un marco descriptivo y analítico acerca de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y los procesos formativos de los profesores. En algunos casos definen los términos empleados, generalmente utilizan “creencias”, “concepciones”, “significados” o “ideas de los profesores” como equivalentes. A continuación, se presenta varias reseñas de esas investigaciones con el propósito de reconocer las diversas formas de abordar las creencias de los profesores de ciencias.

- ❖ Carvajal y Gómez (2002) en su investigación sobre las creencias de los profesores sostienen que éstas son representaciones de la realidad con validez para guiar el pensamiento y el comportamiento. La muestra de su investigación estuvo formada por 66 profesores de física, química y biología en los niveles medio (secundaria) y medio superior. Los participantes respondieron a un cuestionario cerrado, de opción múltiple. Considerando los resultados se seleccionó a siete maestros para una entrevista a profundidad, con el propósito de explorar con mayor detalle algunos temas relacionados con las prácticas y la formación de los docentes. En las conclusiones los investigadores plantean que los docentes no tienen claramente definida una postura ante la ciencia y el aprendizaje; añaden, además que: “En general, se puede decir que los maestros no son

conscientes de sus concepciones y que, además, éstas permanecen estables a pesar de la subsecuente formación para la docencia” (Carvajal y Gómez, 2002, p. 598).

- ❖ Fernández, Pérez, Peña y Mercado (2011) investigan las creencias o concepciones sobre la enseñanza y su influencia en las actuaciones del aula de los profesores de ciencias. Plantean que el estudio de estas creencias es una manera de mejorar la práctica docente, su importancia radica en dos aspectos: las creencias influyen en las decisiones y actuaciones del profesor en el aula; y su repercusión en las concepciones y actitudes que desarrollan los estudiantes ante el aprendizaje de la ciencia. Estos investigadores encuentran que las creencias son construcciones psicológicas formadas por ideas o imágenes que orientan las acciones de las personas en diversos contextos, además de dirigir las interpretaciones de las nuevas situaciones que se enfrentan. Fernández et al. (2011) sostienen que las creencias son representaciones implícitas, que presentan gran variabilidad e incertidumbre porque están vinculadas a las experiencias personales. Los investigadores plantean como pregunta principal de su investigación “¿Si los maestros mantienen concepciones directas o interpretativas sobre la enseñanza presentan incoherencias con sus prácticas educativas? El objetivo de esta investigación es identificar las concepciones sobre la enseñanza de 62 profesores de ciencias de secundaria y relacionar estas concepciones con sus prácticas en el aula. En sus conclusiones, el equipo investigador, señala que la influencia de las concepciones de enseñanza en el comportamiento educativo del docente no es tan clara y sencilla como han indicado otros investigadores, existen perfiles mixtos con diversas combinaciones de creencias o concepciones. Más que nada, aparece una relación compleja, caracterizada por el desacuerdo entre lo que se dice, lo explícito, que es lo prudente o avanzado, y lo que realmente se hace en la clase, más cercano a una práctica tradicional.

- ❖ En la tesis doctoral de Vildósola (2009), el autor expone como objetivo principal analizar las actitudes de los docentes y estudiantes, así como los factores del aula que intervienen en la comprensión de la ciencia o de la “naturaleza de la ciencia” en los niveles de secundaria y bachillerato. El marco teórico de ese trabajo presenta la importancia y distinción entre creencias, concepciones y actitudes. Las creencias se consideran como verdades para un ámbito determinado de la realidad, mientras las concepciones son más generales, representan nociones que describen un cierto ámbito de la realidad. Las actitudes se consideran como formas de encarar los objetos de la realidad o como representaciones cognitivas; están integradas por diversos componentes como las creencias y las actitudes (Vildósola, 2009). Con una metodología de investigación mixta encuentra Vildósola (2009) que los docentes sostienen actitudes deficientes e ingenuas sobre la ciencia, la metodología, el rol de las hipótesis, teorías y leyes científicas. Además, Vildósola (2009) considera diversas presiones que impiden un tratamiento metacientífico de la ciencia, dice que los profesores no logran profundizar en los contenidos “Tanto por sus propias actitudes acerca de la ciencia, como por la presión por avanzar adecuadamente con el programa y por el desconocimiento del papel que tienen los aspectos metacientíficos en el aprendizaje del contenido” (pp. 581 y 582).
- ❖ Bennáser, Vázquez, Manassero y García (2010) coordinan una investigación en el marco de la Organización de Estados Iberoamericanos en la cual evalúan la comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología en varios países de América Latina. La investigación se propone valorar las creencias y actitudes de estudiantes y profesores sobre las cuestiones de la naturaleza de la ciencia; para articular propuestas de cambio en la educación científica, o sea, mejorar lo que aprenden los estudiantes y lo que enseñan los profesores en el aula, desde la planificación, el diseño y la innovación del

currículum y desde la formación docente. La metodología de la investigación contempla la aplicación de un cuestionario, denominado Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS), a numerosos estudiantes y profesores de varios países para estimar sus creencias y actitudes ante la ciencia. En las conclusiones, que para el caso mexicano presentan en esta investigación internacional Garritz, Rueda y Robles (2010), sostienen que existe una pobreza alarmante en los estudiantes y profesores mexicanos sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia, por lo cual, la ciencia, no se pueden convertir en un factor de cambio para la población en general; ya que ésta tiene visiones deformadas de la ciencia y de la tecnología, al momento de valorar o tomar decisiones en las políticas públicas que involucran temas de ciencia o tecnología. Por lo tanto, los autores, recomiendan mejorar la actualización de los docentes y fortalecer estas temáticas relacionadas con la comprensión de la ciencia, principalmente en la educación básica.

- ❖ En un estudio con 172 docentes universitarios, Martínez, Zárata, Salazar y Palacios (2014) pretenden identificar las teorías de enseñanza y los modelos didácticos que prevalecen en las prácticas de estos profesores; además, de conocer las concepciones de enseñanza y aprendizaje y su relación con las teorías y modelos didácticos que ponen en práctica. La metodología empleada tiene carácter mixto descriptivo con diseño de estudios paralelos. El instrumento empleado es un cuestionario simplificado de teorías implícitas del profesorado sobre la enseñanza, delineado en una investigación previa. El instrumento cuenta con 33 reactivos que contemplan cinco teorías sobre la enseñanza: dependiente, productiva, expresiva, interpretativa y emancipadora (Marrero, 2009). Otro apartado del instrumento cuenta con cuatro preguntas abiertas referidas a las ideas de los docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje. Los autores concluye que el pensamiento

del docente es dinámico y flexible desde diversos factores como la formación, la experiencia, los problemas didácticos y el contexto sociocultural. También, consideran que los profesores no se inclinan por una teoría específica, sino que encuentran combinaciones de aquellas que son más atractivas o seguras. (Martínez et al., 2014).

- ❖ En el estudio denominado “Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas” de Mansilla y Beltrán (2013), plantean una indagación con diseño cualitativo y descriptivo de acuerdo con la teoría fundamentada y el método comparativo constante. Sus técnicas de información son las entrevistas semiestructuradas y la observación etnográfica de 16 profesores de secundaria. Los autores del trabajo consideran que la actividad del profesor tiene como apoyo “Una serie de creencias y teorías implícitas que forman parte del pensamiento del profesor y que orientan sus ideas tanto sobre el conocimiento como respecto de la construcción de su enseñanza y su aprendizaje” (Mansilla y Beltrán, 2013, p. 26). Las categorías consideradas por los autores son: 1) concepto de didáctica, 2) tipos de estrategias didácticas, 3) recursos didácticos, 4) estrategias para generar resultados de aprendizajes, 5) estrategias didácticas para desarrollar el pensamiento, y 6) ejecución de estrategias didácticas. En los resultados los investigadores identifican algunas coherencias o incoherencias: 1) Para un buen número de profesores la didáctica se relaciona con lo metodológico o con actividades lúdicas. En el discurso docente el concepto de conocimiento didáctico está fragmentado en los términos “contenido” o “didáctica”. 2) Las estrategias que los docentes declaran son entre otras: clases expositivas, motivación, juego, trabajo en grupo, grupos de investigación, trabajo individual, talleres, indagación de conocimientos previos y evaluación permanente. Confunden las estrategias con recursos como materiales audiovisuales o laboratorios

(Mancilla y Beltrán, 2013). Recomiendan, estos investigadores, centrar la atención de los procesos formativos en las ideas docentes, porque éstas son decisivas a la hora de organizar las actividades que se llevan a cabo en el aula (Mansilla y Beltrán, 2013).

- ❖ En la ponencia de Perales, Sañudo y García (2009) proyectan la búsqueda de los significados de la práctica del docente en relación con los contenidos de las ciencias naturales y exactas. La metodología empleada es de carácter cualitativo y contempla como instrumentos: los grupos focales, las observaciones y las notas de campo. Las grandes categorías de análisis consideradas son: ciencia, enseñanza y aprendizaje, En los grupos focales los investigadores consideran varias preguntas detonadoras con el propósito de motivar la discusión y el intercambio de ideas ¿Para qué sirve aprender ciencia? ¿Cómo hacer para enseñar ciencia? ¿Cómo te imaginas el mundo sin la ciencia? ¿Qué experiencias significativas han tenido en la enseñanza de la ciencia? Los hallazgos y conclusiones de la investigación advierten varios significados de los docentes sobre la ciencias, entre los más notorios:
 - a) Para los docentes la ciencia es todo lo que nos rodea, es la adquisición organizada de conocimientos.
 - b) En general, especialmente en educación media, el concepto de ciencias es poco claro, no plantean definiciones, sino que ejemplifican o relacionan con productos.
 - c) Existe una valoración negativa de la ciencia relacionado con el uso inadecuado de los conocimientos, la falta de responsabilidad y el poco compromiso social y ético.
 - d) En el discurso de los docentes la enseñanza de la ciencia debe contemplar el empleo del método científico y la consideración de los intereses y conocimientos previos de los estudiantes.

- e) La enseñanza requiere talleres y laboratorios “no se puede enseñar ciencia en el pizarrón”, es decir, el discurso docente tiene como base el constructivismo y el aprendizaje significativo, pero en la concepción de cómo se aprende y cómo se enseña la ciencia, se evidencia una postura distinta (Perales et al., 2009, p. 7).

En otro ángulo, las investigaciones revisadas enfocan las creencias o ideas de los docentes como concepciones epistemológicas, es decir, tratan de explicar cómo los profesores asumen diferentes posturas filosóficas y epistemológicas, es decir, presentan perfiles empiristas, positivistas, racionalistas o relativistas, en relación con sus creencias sobre la ciencia o la naturaleza de la ciencia. Luego vinculan estas ideas a las concepciones de enseñanza, de aprendizaje o con las actuaciones docentes en el aula. Ahora, algunas referencias de este tipo de estudios:

- ❖ En la ponencia de Bonilla y López y Mota (2005), los autores exponen el objetivo de una investigación que consiste en documentar la articulación entre las concepciones epistemológicas y las concepciones de aprendizaje encontradas en dos profesores representativos de los enfoques epistemológicos: uno en el enfoque positivista y el otro del enfoque relativista/contextualista.

Los investigadores consideran en ese trabajo que ante la naturaleza de la ciencia existe diversas posturas epistemológicas como: Empírico-inductivo, Positivismo lógico-matemático, Racionalismo, Racionalismo-Crítico y Contextualismo Relativista o Constructivismo; que emplean como categorías de análisis. Desde el aprendizaje atendieron tres grandes enfoques psicológicos que estudian el proceso de cognición y aprendizaje: Asociacionismo, Cognoscitivismo y Constructivismo. Con esos elementos

teóricos y otras categorías se establecieron varios ejes de análisis como 1) Papel del sujeto, 2) Carácter de la realidad y Procesos y 3) Finalidad.

La investigación es un estudio de caso, de corte empírico -no experimental-, se realizó con una muestra única (21 profesores de Ciencias de la Escuela Normal Superior de México). Utilizaron como instrumentos de información dos cuestionarios, uno sobre la naturaleza de la ciencia y otro para el aprendizaje; además, una entrevista para caracterizar a los sujetos y conocer sus ideas de evaluación; para inferir la posibilidad de articulación que existe en dos sujetos representativos.

Los resultados encontrados expresan, por ejemplo, en el caso del docente positivista se aprecia una articulación con el Asociacionismo, en el eje del “Papel del sujeto”, porque considera que la función del científico es la descripción de los fenómenos mediante un método científico; entonces el sujeto que aprende tiene que comprender el significado de los conceptos de la ciencia que describen los fenómenos; y en la evaluación, el alumno sólo tiene que reproducir información o, reproducir las actividades experimentales y mediante la inducción descubrir relaciones de causa-efecto y detectar las leyes y principios. Los investigadores concluyen que: “Existe una articulación en las concepciones epistemológicas y de evaluación de los aprendizajes (...) no se encuentra expresada con relación de uno a uno entre las categorías de los diferentes ámbitos, pero aparece en el ámbito teórico y práctico” (Bonilla, y López y Mota, 2005, p. 5).

- ❖ En la investigación de Bonilla y Gallegos (2009) aplican cuestionarios a 313 profesores de secundaria y realizan observaciones en al menos cinco de ellos con el propósito de validar o mostrar las relaciones entre las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente, de manera concreta los investigadores plantean:

Dar cuenta de las Concepciones sobre la Naturaleza de la Ciencia (NOS por sus siglas en inglés, Nature of Science) y las Concepciones de aprendizaje (LOS por sus siglas en inglés, Learning of Science) de los profesores de ciencias de las Secundarias Generales del estado de Morelos, la correlación entre ambas y la influencia de dichas concepciones en las actividades didácticas. (Bonilla y Gallegos, 2009, p. 2).

Su análisis les permite mostrar que las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia influyen sobre las concepciones de aprendizaje en ciertos casos; subrayan que encuentran ciertas articulaciones entre las concepciones de la NOS y de la LOS y que la práctica está condicionada por esas concepciones. Agregan los autores que es forzoso que el docente se concientice de sus ideas y reflexione sobre ellas. “Los programas de actualización y formación de los docentes de ciencias deben considerar la reestructuración de las concepciones de los profesores” (Bonilla y Gallegos, 2009, p. 11).

- ❖ La ponencia de Ravanal y Quintanilla (2010) trata sobre la forma de pensar la ciencia y su enseñanza por parte de los docentes de biología de la escuela secundaria. Su estudio toma como dimensión principal a la "naturaleza de la ciencia", consideran que los contenidos metacientíficos son valiosos para promover la reflexión crítica sobre la actividad científica y la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

La metodología es cuantitativa, emplea un cuestionario diseñado por el equipo investigador que se aplica a profesores chilenos de ciencias, posteriormente, el análisis se realiza con el paquete estadístico Systat 11,0 con un enfoque epistemológico racionalista moderado.

En el análisis los autores consideran ocho dimensiones: naturaleza de la ciencia, rol del profesor, enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, evaluación de los aprendizajes científicos, competencias de pensamiento científico, resolución de problemas científicos e historia de la ciencia. En la exposición de la ponencia solo se reporta sobre la naturaleza de la ciencia.

En las conclusiones resaltan la imagen de la ciencia que tienen los docentes de biología es racional, tradicional y empirista que repercute en sus prácticas profesionales. Es importante que los profesores de biología se den cuenta que no es suficiente dominar la materia, sino también el propio proceso de construcción del conocimiento para fortalecer al sujeto competente en la clase de ciencias.

- ❖ Contreras (2010) desarrolla una investigación con 53 profesores chilenos de primaria y secundaria, que con una metodología cuantitativa y otra cualitativa, pretende describir y analizar las creencias curriculares que tienen los docentes y su relación con la acción en el aula. Mediante la aplicación de instrumentos, tales como, cuestionarios, entrevistas, registros de unidades didácticas elaboradas por los docentes y registros de observación. Uno de sus hallazgos de estos investigadores consiste en afirmar que la relación entre el pensamiento y la práctica de los profesores es incoherente, porque el pensamiento del profesor presenta una gran diversidad de creencias y diferentes grados de organización. En esos grados o niveles, el pensamiento se mueve de un polo más tradicional, pasando por un intermedio hasta un polo alternativo. Por lo cual, lo que piensa el profesor no es igual a lo que hace, aunque existen ideas muy cercanas al constructivismo su práctica es tradicional; así, aquel pensamiento más tradicional es el que efectivamente se traslada a la práctica real.

- ❖ Calixto y García (2011) exponen en sus investigaciones las ideas de los profesores tomando como base la biología, consideran dos conceptos fundamentales en esta disciplina como son la respiración en las plantas y las funciones de la membrana celular. En su indagación aplican un cuestionario, entrevistas y la elaboración de un mapa conceptual con el propósito de reconocer la complejidad de los temas señalados. En los resultados señalan que la mayoría de los docentes presentan concepciones alternativas similares a las de los estudiantes.
- ❖ En un estudio exploratorio con una metodología descriptiva, Daza y Moreno (2010) emplean cuestionarios de escala Likert y análisis de contenido en cuestiones abiertas para indagar sobre las concepciones de enseñanza y aprendizaje de los profesores de física, química y biología de educación secundaria y educación media en Colombia.

Desde la práctica docente como categoría de análisis, los investigadores encuentran que los contenidos que destacan los docentes se relacionan con la protección de los recursos naturales, el cuidado del cuerpo y el método científico. Un poco menos hacia los temas relacionados con la estructura y funcionamiento de la naturaleza, temas específicos de las disciplinas (estequiometría, gases); otros docentes no refieren contenidos sino procesos y competencias.

Ahora la observación y la experimentación son las actividades más recomendadas por los docentes para enseñar ciencias, otros profesores recomiendan la observación y la solución de problemas, así como el manejo de datos y la revisión bibliográfica. Otros profesores proponen el trabajo en el laboratorio, las salidas al campo, las clases magistrales y las actividades lúdicas; otros solo mencionan actividades para favorecer el desarrollo de competencias.

En otra categoría de análisis, relacionada con la valoración de la enseñanza y el aprendizaje, los docentes otorgan mayor importancia a las características del trabajo en ciencias como el desarrollo de habilidades para la observación, hábitos de lectura, curiosidad y capacidad para compartir; además se menciona la importancia del uso del método científico como condición de aprendizaje.

En los resultados de la investigación, para el 29% de los profesores enseñar las ciencias es una actividad que satisface, porque se reconoce como una gran experiencia; para el 25%, enseñar ciencias significa ayudar a los estudiantes para que elaboren nuevos conocimientos a partir de sus saberes previos; para el 18%, es importante inculcar en los estudiantes la importancia de la ciencia, lo que hicieron los científicos actuales y lo que hacen en la actualidad; para otro 14%, enseñar ciencias permite formar personas con habilidades y posibilidades para crear y divulgar el conocimiento; finalmente para otro 14%, enseñar ciencias es cuestionarse sobre la ciencia y los problemas de la comunidad para buscar soluciones.

Entre las conclusiones de los autores, desataca aquella que se refiere a como los docentes consideran la enseñanza basada en el método científico, lo cual favorece en forma muy limitada el aprendizaje de las ciencias:

Los estudios indican que en pleno siglo XXI los procesos de formación en ciencias de la naturaleza se reduce a una receta, “el método científico” (...) se disocia su enseñanza con la de los contenidos haciendo escasa referencia a los aspectos metodológicos. Razón por la cual no se logra entender “la naturaleza de la ciencia y el sentido de los contenidos científicos dentro de una estructura racional coherente”. (Daza y Moreno, 2010, pp. 561 y 562).

Otro aspecto de las investigaciones revisadas consiste en que las creencias de los docentes se estudian en relación con otros temas como los procesos formativos, existen estudios de las creencias de los profesores en formación inicial, de aquellos docentes que llevan cursos o asignaturas sobre ciencia y enseñanza, y de profesores en procesos de formación continua. Entretanto, algunas recensiones de estas investigaciones son las siguientes:

- ❖ En una investigación realizada por profesores españoles en relación con las creencias sobre la naturaleza de la ciencia de docentes de secundaria en formación inicial, se considera que las concepciones epistemológicas condicionan las finalidades y objetivos de la educación científica.

Acevedo Díaz y Acevedo Romero (2002) observan que la reflexión sobre la ciencia, la generación, desarrollo y validación del conocimiento científico y la relación de la ciencia con los avances tecnológicos, es decir, la reflexión sobre “la naturaleza de la ciencia” es uno de los objetivos prioritarios en la enseñanza de las ciencias. Estos investigadores, emplean el término de “*creencias del profesorado*” para referirse a la falta de reflexión explícita sobre la naturaleza de la ciencia, suponen que son ideas organizadas como “teorías implícitas”, que emplean los docentes para representarse la ciencia y su desarrollo.

Los investigadores tienen como objetivo: Interpretar las creencias sobre la naturaleza de la ciencia de los titulados universitarios, que se encuentran en el proceso de formación inicial para profesores de educación secundaria. La metodología empleada por los investigadores contempla una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos. El estudio tiene carácter descriptivo, interpretativo y explicativo. En general los instrumentos empleados son un cuestionario y entrevistas semiestructuradas.

La muestra inicial es de 95 universitarios en formación inicial para docentes con escasa experiencia en la práctica que resuelven el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS). Una muestra incidental de 24 de estos universitarios participa en entrevistas semiestructuradas (con duración de 20 a 40 minutos).

Las creencias expresadas en los cuestionarios por los docentes iniciales se organizaron en diversas posiciones generales para tener una idea de la visión de la naturaleza de la ciencia y orientar posteriormente las entrevistas: Realismo ontológico, Idealismo ontológico, Absolutismo metodológico, Pluralismo metodológico, Objetivismo, Subjetivismo, Contextualismo, Independencia del contexto, Conocimientos cambiantes y Conocimientos estables.

Los autores comparan las respuestas al COCS de la muestra de 95 universitarios con las respuestas del grupo de 24 entrevistados. Estadísticamente no hay diferencias significativas entre las frecuencias de ambas muestras. Incluso las tendencias se mantienen, en el análisis más fino y amplio que proporcionan las entrevistas. Desde estos resultados, concluyen que en el grupo de 24 futuros docentes predominan puntos de vista como:

- a) La realidad se describe con cierta exactitud mediante la ciencia (Realismo ontológico).
- b) El método científico permite acceder al conocimiento (Absolutismo metodológico)
- c) Los científicos son imparciales y objetivos (Objetivismo).
- d) El contexto sociopolítico influye en la actividad científica (Contextualismo).
- e) El conocimiento científico puede cambiar (Dinámica del conocimiento).

En suma, las conclusiones del estudio subrayan que los docentes en formación inicial presentan una gran variedad de puntos de vista sobre la ciencia, con diversos grados de complejidad y coherencia. Por lo que es importante impulsar la reflexión epistemológica en la formación del profesorado, que conlleve una visión plural de la ciencia para evitar posturas dogmáticas.

- ❖ En el trabajo titulado *¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente?* de López y Mota, Rodríguez y Bonilla, publicada en 2004, los autores tiene el propósito de analizar las concepciones de ciencia y aprendizaje y su relación con la práctica de los profesores de ciencias naturales, así como la posibilidad de transformación a partir de los Cursos Nacionales de Actualización (CNA), ofrecidos por la Secretaría de Educación Pública.

Las preguntas de investigación planteadas son: ¿qué aspectos del ámbito tanto conceptual –representaciones mentales de los profesores– como de la práctica –desempeño docente en el aula– se transforman de acuerdo con los propósitos de los CNA? y ¿qué relaciones existen entre dichos ámbitos?

En estos CNA se recupera el enfoque formativo de la reforma de 1993 y las teorías del aprendizaje que enfatizan el desarrollo cognitivo y la necesidad de partir del pensamiento infantil y juvenil, evitando la enseñanza rígida y apegada a un *método científico*, correspondientes a una concepción empirista de la ciencia. En los resultados de esta investigación se afirma que:

La acreditación de los CNA parece tener alguna influencia en el dominio conceptual, enfoque pedagógico, aplicación didáctica y evaluación del

aprendizaje de los profesores de ciencias naturales estudiados. Dicha influencia se refleja mediante un discurso constructivista, con ciertas modificaciones en rasgos externos de conducta, pero sin transformaciones más profundas en su práctica docente. (López y Mota et al., 2004, p. 715).

- ❖ Barona, Verjovsky, Moreno y Lessard (2004) investigan las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de un grupo de docentes que participan en un programa de formación profesional. Este programa es la Maestría en Enseñanza de la Ciencia (MEC) que se lleva a cabo en dos universidades públicas del país (en los estados de Nuevo León y Morelos).

Los investigadores consideran que la mayoría de los cursos de formación de docentes de educación media tiene que ver con la actualización de conocimientos disciplinarios y metodológicos de las asignaturas científicas, olvidando temáticas que contemplan la naturaleza de la ciencia o los fundamentos epistemológicos y pedagógicos del conocimiento.

Los autores, Barona et al. (2004), expresan que los objetivos de la investigación consisten en analizar los cambios en el conocimiento de la naturaleza de la ciencia en un grupo de docentes-alumnos de esta maestría; encontrar las dificultades para vincular ese conocimiento con la organización de los contenidos para la enseñanza y el aprendizaje, además, de interpretar o plantear posibles formas de articulación de las exigencias técnico-pedagógicas con los fundamentos epistemológicos.

Los instrumentos empleados fueron cuestionarios aplicados (a 11 docentes inscritos a la maestría y a otro grupo similar que no participa en el programa) antes y después de cursar los módulos que tratan las temáticas de naturaleza de la ciencia;

posteriormente se realiza un análisis estadístico que considera diversos ejes de estudio como: el relativismo/positivismo, el inductivismo/deductivismo entre otros más.

En los resultados de la investigación se tiene que los procesos de formación modifican las ideas de los docentes sobre el conocimiento científico según expresa Barona et al. (2004):

El cambio de posiciones epistemológicas del grupo de la MEC, contrastado con la primera autoadministración del cuestionario y con el grupo de docentes pares, sugiere que hay influencia de la formación universitaria. Las posiciones se desplazan hacia el constructivismo, lo cual indica que la información epistemológica ayuda a clarificar la pobreza de las concepciones en las condiciones iniciales del grupo y en las condiciones normales de sus lugares de trabajo, detectadas mediante los perfiles de los docentes externos a la MEC (p. 12).

- ❖ La investigación de Gallego, Bustamante, Gallego, Salcedo, Gava y Alfaro (2017) es un estudio de carácter cuantitativo sobre las concepciones de ciencia, metodología y enseñanza para profesores de ciencias en formación. El instrumento empleado es el cuestionario “Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores” (INPECIP), diseñado y validado por Porlán (1998) en la Universidad de Sevilla.

Los aspectos analizados son las concepciones de ciencia, teoría de aprendizaje y metodología de la enseñanza. En el cuestionario se plantean diversas afirmaciones, por ejemplo, en una de estas afirmaciones refiere que “La ciencia ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas”. En el análisis de las respuestas se encuentra que existe un cambio estadístico importante en los

estudiantes; esta creencia disminuye significativamente al terminar el proceso de formación, es decir, una evolución positiva del concepto. En ese sentido se abandona por parte de los profesores en formación la creencia de que la ciencia se desarrolla por acumulación de leyes o teorías y conocimientos.

En otra afirmación del cuestionario, “A través del experimento, el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es verdadera o falsa”, los investigadores reportan un cambio interesante:

Los profesores que inician su formación muestran sus ideas más próximas al empirismo radical, mientras que los profesores que culminan su formación dan ideas más próximas al empirismo moderado, consideran que la experimentación es importante dentro del proceso de construcción científica, pero valoran positivamente otros procesos en los que no se sigue fielmente el método científico y se les da apertura a otros modos de construcción social del conocimiento. (Gallego et al., 2017, p.156).

Para los investigadores estos hallazgos relacionados con el pensamiento de los profesores son trascendentales y las formas cómo se conciben los conocimientos científicos y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, constituye una línea de indagación que es urgente impulsar y enlazar con otras investigaciones que permitan el desarrollo de pensamiento creativo, crítico y metacientífico de los futuros docentes (Gallego et al., 2017).

- ❖ En el trabajo de investigación de Solís (2005) el objetivo trazado consiste en analizar las concepciones de 21 profesores de secundaria en formación inicial, a partir de un curso de “Didáctica Especial para la Física y la Química”. Mediante el análisis del contenido

de las “Unidades Didácticas” elaboradas en ese curso y entrevistas a tres profesores del grupo estudiado.

Las categorías de análisis tienen que ver con los objetivos, los contenidos, los conocimientos de los alumnos, las estrategias de enseñanza y la evaluación. Estas categorías las relacionan con los modelos didácticos considerados como referentes en la formación inicial de los profesores, como el modelo transmisivo, el modelo tecnológico, el modelo activista y el modelo alternativo.

Para el investigador el modelo didáctico transmisivo tiene que ver con la primacía del saber disciplinario en la enseñanza; mientras que el modelo tecnológico privilegia el saber técnico-didáctico para hacer operativos los significados conceptuales y convertirlos en productos que los docentes manejan en la clase de ciencias.

En los modelos espontaneistas o activistas se considera que “se aprende a enseñar, enseñando”, es decir, lo importante es la acción más que la reflexión, lo importante es la intervención, más que la planeación, el seguimiento o la metodología (Solís, 2005). En las conclusiones generales, el investigador expresa que el modelo didáctico o academicista prevalece en los docentes en formación inicial con algunas transiciones hacia modelos espontaneista, tecnológicos o investigativos.

- ❖ Otra investigación con profesores de secundaria en el proceso de formación inicial, Solís, Porlán, Rivero y Martín del Pozo (2012), analizan las concepciones del profesorado de ciencias para inferir con qué Modelos Didácticos son coherentes. Entonces los autores se preguntan por las ideas de los docentes sobre la metodología de enseñanza; las correspondencias de estas concepciones con los Modelos Didácticos; y los cambios que se pueden producir a lo largo de un proceso de formación.

El estudio se realiza a partir de un curso con varios módulos, con elementos teóricos y prácticos para la enseñanza de la física y la química. En la metodología se emplea el análisis de contenido para estudiar las unidades didácticas (20) elaboradas por los estudiantes durante el proceso formativo. En las conclusiones del estudio se puede subrayar, entre otras ideas:

a) Los modelos didácticos formalizados (Tradicional, Espontaneista, Tecnológico y Alternativo) resultan muy útiles para dar sentido a los resultados de los análisis de las unidades didácticas elaboradas por los estudiantes.

b) Los modelos didácticos de transición son muy frecuentes, no es el modelo tradicional el mayoritario entre los estudiantes futuros maestros de ciencias, tienen presencia los enfoques de enseñanza intermedios entre el tradicional y el modelo de investigación de los alumnos.

c) Existen contradicciones entre la teoría y la práctica. Existen modelos diferentes en las declaraciones teóricas de los estudiantes y los diseños prácticos de las unidades didácticas elaboradas.

d) Existe ciertas correspondencias a lo largo del proceso formativo. Los modelos avanzados aparecen al principio del curso en las declaraciones teóricas de los estudiantes, y se corresponden con los modelos avanzados en el diseño de la práctica en la parte media del curso; y éstos con modelos más avanzados generados en la reflexión sobre la práctica al finalizar el curso (Solís et al., 2012).

Los investigadores subrayan las implicaciones de su estudio para la formación de los docentes:

En la formación del profesorado, creemos que es imprescindible trabajar sobre situaciones vinculadas con la práctica y reflexionar sobre cómo abordarlas, en consonancia con las recomendaciones del Espacio Europeo de Educación Superior. Esto permitirá a los futuros profesores ponerse en la situación del docente y tomar decisiones, reflexionando sobre cuáles son las más adecuadas y por qué (Solís et al., 2012, p. 509).

- ❖ En un estudio de caso de un profesor que cursa el máster de formación inicial para secundaria, Vázquez y Manassero (2013), analizan las creencias previas del docente y las creencias posteriores a la experiencia de aprendizaje y formación (un curso) sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología centrada en la toma de decisiones científicas en las investigaciones. Así el diseño de la investigación de estos autores es:

Pre-post-test: una evaluación inicial de las ideas previas relacionadas con el tema es seguida de la intervención de enseñanza-aprendizaje (actividades de reflexión y análisis de una secuencia de aprendizaje sobre el tema), que tiene lugar antes de la segunda evaluación (post-test) para comprobar los cambios producidos y atribuibles a la intervención didáctica (Vázquez y Manassero, 2013, p. 634).

Los instrumentos de investigación son el diseño de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje, su evaluación y el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). La secuencia trata de una lección para enseñar las características de la ciencia y la tecnología tomando como base las investigaciones y la toma de decisiones científicas, con una breve lectura histórica sobre la previsión teórica del descubrimiento de un nuevo planeta (Neptuno), antes de su descubrimiento.

En el trabajo se concluye que el estudio de los cambios conceptuales pone en evidencia la complejidad de los temas de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así como la dificultad para mejorar su comprensión. Por ejemplo, en la evaluación de las ideas del docente sobre el método científico obtiene puntajes positivos en ciertos aspectos y puntajes menores en otros:

El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados, por tanto, los mejores científicos también tendrán originalidad y creatividad que reconoce la limitación del método y la influencia de la creatividad [con esta afirmación] El profesor mostró inicialmente un grado de acuerdo alto (y por ello obtuvo un índice previo muy positivo), (...) después obtuvo una puntuación positiva más baja, que representa un cambio hacia un acuerdo menor con la idea adecuada (...), “el método científico es el que se debe seguir” (Vázquez y Manassero, 2013, p. 639).

- ❖ En una investigación de Rivero, Solís, Porlán, Azcárate y Martín del Pozo (2017) se describen y analizan las propuestas didácticas elaboradas por futuros docentes al inicio y al final de un curso de orientación constructivista, el «Inquiry Based Science Education» (IBSE), que la investigación define como:

Una estrategia general para orientar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que debe ser coherente con dos supuestos epistemológicos centrales: a) una concepción de la naturaleza de la ciencia como un proceso de construcción de modelos explicativos de la realidad y no como el descubrimiento de las leyes de la naturaleza, y b) una visión socioconstructivista del aprendizaje (Rivero et al., 2017, p. 31).

Las categorías de análisis que se consideran para el estudio de 92 propuestas elaboradas por los docentes en formación están: la presentación de los contenidos a los alumnos, la utilización didáctica de sus ideas, la secuencia metodológica planteada y la finalidad de la evaluación.

Los autores de la investigación revelan que los resultados muestran que 91 equipos se sitúan al inicio en un enfoque transmisivo de la enseñanza, pero al final del curso 55 equipos están ubicados en un proceso de transición hacia la investigación escolar con diferentes grados de progresión y 37 equipos permanecen en el primer enfoque. En los resultados, la secuencia metodológica es la categoría que muestra el mayor progreso, pero la categoría de la finalidad de la evaluación es la más difícil de progresar. Por lo que una de sus conclusiones señala que:

La formación debe centrar su atención en aquellos aspectos cuyo aprendizaje resulte más complejo para los futuros docentes y sean relevantes para producir avances significativos en su conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias mediante investigación escolar. Entre otros señalados en este estudio es preciso destacar la necesidad de prestar especial atención al papel de la evaluación como reguladora del proceso de enseñanza-aprendizaje (Rivero, et al., 2017, p. 48).

2.2.2 Estudios centrados en los conocimientos

El estudio de los conocimientos de los profesores se ha abordado inicialmente desde los conocimientos disciplinarios, para indagar sobre su nivel de dominio de los conocimientos científicos; sin embargo, aquí también se consideran otros estudios que tratan de los conocimientos en un sentido más amplio, es decir, desde el Conocimiento Didáctico del

Contenido para lograr una visión integral de los conocimientos docentes (Garritz y Talanquer, 2012; Garritz y Trinidad-Velasco; 2006; Acevedo, 2009a, 2009b). Sobre los conocimientos disciplinarios existen varias investigaciones que los gestionan mediante los conceptos más importantes de física, química y biología, por ejemplo:

- ❖ Gallegos y Flores (2003) destacan que los investigadores enfocan el estudio de las ideas de los profesores y su comprensión de diferentes temas de las ciencias como: fuerza, energía, gravedad, materia y molécula. En sus reportes se advierte que los profesores tienen conocimientos limitados sobre la ciencia, especialmente los profesores de primaria, y que sus concepciones se acercan a las que poseen los estudiantes, que son alejadas de las consideradas filosófica o científicamente adecuadas. Agregan Gallegos y Flores (2003) que los profesores se inclinan por la enseñanza de la disciplina científica, dejando a un lado los aspectos sociales del conocimiento, al mismo tiempo presentan una gran variedad de concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje.
- ❖ Flores, Gallegos, García, Vega y García (2007) presentan un trabajo sobre la comprensión de los conceptos fundamentales de biología, física y química necesarios para los profesores de secundaria. Los instrumentos de información utilizados fueron cuestionarios aplicados a más de 400 profesores en varios estados de la república mexicana, y entrevistas aleatorias a una muestra de estos profesores. Los cuestionarios contienen preguntas abiertas y cerradas; orientadas por los contenidos del programa oficial de estudios vigente desde 1993. Los estudios consideran tres niveles de comprensión de los docentes: 1) el conocimiento mínimo de los conceptos básicos de la disciplina (lo mínimo de secundaria); 2) un conocimiento básico de la disciplina; y 3) un conocimiento más amplio (que puede abordar temas de bachillerato). En las

conclusiones los investigadores destacan que, aunque en el primer nivel relacionado con los aspectos más básicos y descriptivos de las disciplinas, el dominio mostrado por los profesores fue mejor, sigue siendo deficiente. Para el nivel 2, que sería suficiente para enseñar su materia en la secundaria, los resultados numéricos son muy bajos mostrando las deficiencias ya comentadas en el nivel anterior. Ahora en el nivel 3 los resultados son aún más deficitarios. Dicen los investigadores que “Estos resultados son una muestra parcial de lo que ocurre con la formación de los profesores y dan cuenta sólo de una parte del conocimiento que requiere un profesor para abordar la enseñanza de la ciencia” (Flores et al., 2007, p. 14).

- ❖ Flores-Camacho (2012) comenta que en los años noventa, todavía, los profesores de secundaria tenían un cierto prestigio, pues se les consideraba como especialistas en su campo que solo faltaba reforzar la comprensión de los enfoques, las estrategias didácticas o las formas de evaluación. Sin embargo, las investigaciones reportan que los profesores tienen ideas frágiles sobre el conocimiento científico y su enseñanza. Afirma que los profesores tienen una concepción de la ciencia que no favorece los cambios en la enseñanza tradicional porque “Hay aspectos de su formación y desarrollo profesional que no les han proporcionado bases sólidas para una clara comprensión del quehacer y de la construcción del conocimiento científico” (Flores-Camacho, 2012, p. 123). Entonces, dice el investigador, existen ideas ingenuas sobre la enseñanza y el aprendizaje, incluso “Confusiones entre conocimiento científico y el que no lo es, así como que no reconozcan una fuente de información científica (...) son problemas que reflejan una cultura científica nacional deficiente” (Flores-Camacho, 2012, p. 123).

Otros estudios van más allá de los conocimientos disciplinares, tratan de recuperar los diversos conocimientos de los docentes, como los relacionados con el *currículum*, los fines de la enseñanza y los procedimientos didácticos entre otros aspectos; para lo cual, atienden al Conocimiento Didáctico del Contenido como un elemento orientador del estudio. En nuestro país, estas indagaciones se dirigen principalmente a los niveles de educación media superior y superior, por lo que en educación básica no se encuentran trabajos similares. Algunos ejemplos considerados son:

- ❖ Garritz y Trinidad-Velasco (2006) realizan un estudio del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en el tema de la estructura corpuscular de la materia con profesores de química del nivel de bachillerato. Plantean como pregunta de investigación ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre el CDC de la estructura corpuscular de la materia de profesores de diferentes instituciones, que usan diferentes tipos de currículo? Estos investigadores tienen como referentes los planteamientos de Shulman (2005), desarrollan una metodología cualitativa a través de la aplicación de CoRe (Content Representation) y PaP-eRs (Professional and Pedagogical experience Repertoires) de Loughran, Berry y Mullhall (2004). En la aplicación de estos instrumentos se entrevistaron a diez docentes divididos en dos grupos, según la institución de procedencia, se aplicó de manera individual ocho preguntas del CoRe. En seguida se realizaron sesiones con cada uno de los dos grupos para analizar los CoRes individuales; y posteriormente construir las narrativas que integran los Papers. Garritz y Trinidad-Velasco (2006) emplean ocho categorías de análisis de los conocimientos de los profesores en relación con la estructura corpuscular de la materia, estas categorías son: la idea central de ese concepto, las finalidades, lo que sabe de ese concepto, ideas previas

de los alumnos, las dificultades de enseñanza, las estrategias de enseñanza, los procedimientos y las formas de evaluación. Al comparar los resultados de los grupos de docentes se encuentran similitudes y diferencias que en cierta forma son complementarios, por ejemplo, en cuanto a las estrategias didácticas, un grupo de docentes sugiere: Fomentar el uso de la imaginación, emplear para ello los *lentes mágicos* que sirvan para ver el detalle microscópico. Mientras el otro grupo de profesores diseña: Actividades experimentales con gases, de difusión, de solubilidad; por ejemplo, la penetración de un colorante a través del hielo o el desinflado de un globo que contiene hidrógeno. De forma similar, un grupo de docentes propone como forma de evaluar el aprendizaje sobre el modelo corpuscular, la realización de experimentos equivalentes a los presentados en clase; mientras el otro grupo de profesores insiste en el planteamiento de un problema práctico para que los estudiantes lo resuelvan con un sustento teórico y matemático. Los investigadores concluyen que contar con el conocimiento básico de los profesores es fundamental para mejorar el proceso educativo de la ciencia, el CDC debe estar presente en el proceso de formación de profesores, por su repercusión para hacer comprensibles a los alumnos los temas de las clases de ciencias.

- ❖ La investigación de Reyes y Garritz (2006) documenta y analiza el Conocimiento Didáctico del Contenido de cinco profesores universitarios con el tema de Reacciones Químicas, empleando la metodología de Loughran, Mulhall y Berry (2004). Considera cinco profesores destacados (3 mujeres y 2 hombres) del nivel de licenciatura con una antigüedad aproximada de 30 años. Estos participantes se caracterizan por impartir durante mucho tiempo (10 años o más) la asignatura Química General, con una enseñanza no tradicional centrada en los estudiantes; además han publicado libros de

texto y de experimentación sobre el tema. En el análisis de resultados de los cuestionarios los investigadores encuentran que un problema de enseñanza es que para los alumnos “La aparición de nuevas sustancias no es visible (...) se les dificulta comprender que a pesar de que se conserve la masa en una reacción aparezcan nuevas sustancias, ya que, argumentan, esto actúa en contra del *principio de conservación*” (Reyes y Garritz, 2006, p. 1198). En los inventarios reúnen preguntas y actividades que diseñan los docentes para apoyar a los estudiantes a comprender los conceptos centrales del tema de reacción química: “experimentos (reacción del bicarbonato de sodio y cloruro de calcio); lluvia de ideas de los fenómenos que los estudiantes han observado y que pueden considerar que se trata de un cambio químico (...) la combustión, la explosión de petardos, bengalas” (Reyes y Garritz, 2006, p.1199).

- ❖ La investigación doctoral de Valbuena (2007) tiene como objetivo caracterizar las concepciones de los docentes sobre el conocimiento biológico y el conocimiento didáctico del contenido al iniciar y finalizar un proceso formativo en una asignatura denominada Seminario de Pedagogía y Didáctica. La investigación es de carácter cualitativo, emplea cuestionarios para caracterizar las concepciones docentes en cuanto a producción, finalidades, aprendizaje y formas de evaluación del conocimiento científico entre otras categorías. Entre las conclusiones de la investigación sobresalen estancamientos, cambios y evolución de algunas ideas de los docentes al final del curso:
 - 1) Hay una evolución en las concepciones sobre el Conocimiento Biológico, en lo relativo a los sujetos que producen dicho conocimiento, y a la incidencia de las condiciones sociales.
 - 2) No hay cambios en las ideas respecto a la metodología que se utiliza para la producción de dicho conocimiento.
 - 3) Ocurre una evolución en las concepciones sobre el objeto de la Biología; al finalizar el proceso formativo, dan

relevancia a lo vivo como un sistema. 4) Se presenta una visión limitada y aditiva de los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico; los estudiantes hacen énfasis en la Biología, la Pedagogía y la Didáctica, como conocimientos que requiere el profesor para saber enseñar. 5) Se considera que la enseñanza de la Biología no ha de limitarse a los contenidos conceptuales, sino que debe trascender al desarrollo de valores y actitudes orientadas a que el sujeto disfrute de una vida saludable y contribuya a la conservación de los bienes naturales (Valbuena, 2007).

- ❖ La ponencia de Farré y Lorenzo (2009) analiza el discurso en clase de los docentes para reconstruir el Conocimiento Didáctico del Contenido con un tema de química. El objetivo concreto del trabajo consiste en documentar el CDC sobre un tema específico: Características del benceno y los compuestos aromáticos, de un grupo de profesoras universitarias; además, de proponer el análisis del discurso como metodología para el estudio del CDC. En las conclusiones, los autores indican que su metodología de análisis permite detectar las ideas centrales en los discursos docentes, sin embargo, a pesar de las semejanzas en los contextos de las maestras, sus discursos presentan diferencias en su CDC. Por ejemplo, a la pregunta ¿Qué procedimientos emplea para que los alumnos se comprometan con la idea? Al responder tres profesoras utilizaron un lenguaje coloquial más próximo a los estudiantes. Además, una de ellas empleó un lenguaje antropomórfico presentando a las sustancias como entidades vivas, lo que podría conducir a errores conceptuales. El resto de las profesoras expusieron los contenidos con un vocabulario técnico más cuidado (Farré y Lorenzo, 2009).
- ❖ El trabajo de investigación de Reyes y Martínez (2013) es un estudio del Conocimiento Didáctico del Contenido en la enseñanza del tema “campo eléctrico” de un profesor de física. La investigación es de carácter cualitativo, describe las experiencias del docente

y las situaciones de enseñanza de la física para caracterizar el CDC. Los instrumentos empleados son la encuesta, la entrevista y la planeación del profesor. Para el análisis considera cuatro niveles de formulación del CDC del profesor de física en formación inicial: Acrítico, Reflexivo lógico, Carácter innovador, y Reflexivo integral–crítico.

En los resultados Reyes y Martínez (2013) indican que el CDC del docente participante es más bien polifónico, es decir, el desarrollo del proceso de transformación didáctica está en gestación, se genera a partir de sus primeras experiencias como profesor en una institución educativa.

En ciertos aspectos el profesor participante reflexiona sobre las actividades propuestas en clase, considera el docente que los alumnos deben mostrar sus conocimientos, además, manifiesta una preocupación por la estructura de la disciplina:

Daniel [docente participante] también considera que los ejercicios de lápiz y papel–o problemas– son importantes como actividades de clase, pero estos no siempre deben ser problemas cerrados, pues hay que contemplar “unos problemas que sean abiertos y que ellos (los estudiantes) respondan y ataquen desde varios puntos de vista” (Reyes y Martínez, 2013, p. 56).

En el estudio se encuentra que el docente presenta un CDC muy cercano al nivel reflexivo lógico seguido del nivel acrítico; estos dos niveles sugieren una enseñanza en términos tradicionales:

Siendo característico aquí un enfoque de corte transmisionista que le da prioridad a la información y la confunde con conocimiento, y que valida la mirada acumulativa de este, donde se asume también la necesidad de transitar primero por el mundo de la teoría para luego ir a la experimentación y comprobarla (Reyes y Martínez, 2013, p.55).

- ❖ La investigación de Lorenzo, Farré y Rossi (2018) trata sobre la formación profesional de los docentes universitarios de ciencias. Consideran las investigadoras que el conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia debe estar estrechamente vinculado con los conocimientos didácticos de los contenidos, con el propósito de enseñar una ciencia contextualizada y en constante desarrollo.

La investigación de perfil cualitativo emplea la elaboración de una secuencia didáctica en un curso llamado “Didáctica y Epistemología de las Ciencias de la Salud” perteneciente a la Carrera Docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. La elaboración y el análisis de la secuencia contempla diversas actividades y tareas, con trabajo alterno en forma individual y en equipo, además de responder a los Cuestionarios de Representación (ReCo) para identificar el Conocimiento Didáctico del Contenido.

Las respuestas al cuestionario permiten organizar la información en tres dimensiones: a) sobre la naturaleza del trabajo científico, b) sobre la enseñanza del y sobre el trabajo científico, y c) sobre las estrategias de enseñanza y de evaluación. En la discusión de los resultados las investigadoras consideran relevantes el trabajo en grupos, la discusión y reflexión de los futuros docentes; de tal manera que encuentran una cierta relación entre certezas y cultura escolar, es decir, un campo complejo saturado de incertidumbres:

En este caso, la secuencia de actividades planteada de manera recursiva, con diferentes instancias de trabajo presencial y tiempo suficiente para la discusión y la reflexión, favoreció la revisión de las posturas y los conocimientos de los profesores a través del cuestionamiento de sus ideas iniciales y su reformulación.

Los resultados mostraron que el conocimiento profesional de los docentes está condicionado por la cultura dominante, viendo a los contenidos más como fines en sí mismos que como medios para interpretar (y transformar) el mundo (Lorenzo et al. 2018, p. 13).

2.3 Estudios que recuperan la incertidumbre

Son escasos los trabajos de investigación, por lo menos en el espacio nacional, que integren la incertidumbre como elemento en los procesos de la docencia en las ciencias. En seguida se presentan algunas reflexiones generales de varios autores que involucran la preocupación por la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y las condiciones generales de cambio e incertidumbre:

- ❖ La reflexión que realiza Campos (2008) tiene que ver con los retos que enfrenta la pedagogía moderna ante la presencia de la incertidumbre y la complejidad como condiciones para el desarrollo de la actividad científica en la sociedad actual. Los retos pedagógicos tienen que ver con realidades complejas que obligan a revisar el quehacer educativo para atender las exigencias de la sociedad del conocimiento. La incertidumbre no es someterse ante lo indeterminado representa un trayecto epistemológico que intercede entre el orden y caos que:

Comporta por primer principio que toda acción una vez lanzada, entra en un juego de interacciones y retroacciones en el seno del mismo medio en el cual se efectúa, que pueden desviarle de sus fines e incluso llevar a un resultado contrario al que se espera (...) El segundo principio de la ecología de la acción nos dice que las consecuencias últimas de la acción son impredecibles (Morin, 2006, citado en Campos, 2008, p. 79)

La reflexión del autor va más allá de una reforma con nuevos planes y programas de estudio, siguiendo a Morin (1999), plantea una nueva perspectiva del conocimiento, es decir, reconocer el carácter sistémico, transdisciplinar y complejo del conocimiento. Reflexiona siguiendo a Morin (1999), citado en Campos, (2008) que:

El conocimiento no es insular, es peninsular y, para conocerlo, es necesario volverlo a unir al continente del que forma parte. Por ser el acto de conocimiento a la vez biológico, cerebral, espiritual, lógico, lingüístico, cultural, social, histórico, el conocimiento no puede ser dissociado de la vida humana ni de la relación social. Los fenómenos cognitivos dependen de procesos infracognitivos y ejercen efectos e influencias metacognitivas (p. 27).

Se trata de asumir una pedagogía diferente “En sintonía con los hallazgos más recientes en los distintos campos del conocimiento, pero también de adoptar una nueva perspectiva ética y política que supone el reconocimiento de la multiplicidad, la diferencia y la subjetividad” (Campos, 2008, p.12).

- ❖ Otros investigadores aluden a la influencia de la incertidumbre como elemento desestabilizador de los procesos educativos como en el trabajo de Garritz (2010), en el cual destaca las condiciones de incertidumbre que vive el mundo actualmente. Los ritmos de cambio, la densidad de la información, la brevedad de las distancias y los tiempos configuran una percepción distinta de las cosas. Al respecto, este investigador de la enseñanza de las ciencias dice que:

Siempre han existido épocas de cambios rápidos con percepción de incertidumbre, pero habían sido atribuidos tradicionalmente a aspectos

ultrahumanos. En la actualidad, lo que hace percibirlos tan ominosos es la conciencia de la influencia humana sobre el futuro. Antes se culpaba al destino de las desgracias, ahora somos responsables, por acción u omisión” (Garritz, 2010, p. 315).

En ese sentido, para atender los desafíos de esta nueva época, Garritz (2010) propone que la enseñanza de las ciencias contemple diversos paradigmas para atender las expectativas de aprendizaje. Esos paradigmas que propone son entre otros “la naturaleza de la ciencia”, “las competencias”, “el conocimiento didáctico del contenido” y “la incertidumbre”. Así, la reflexión sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se vincula a enfoques que potencian la imaginación, la inteligencia, el riesgo, la osadía y la diversidad para encontrar nuevas respuestas a las problemáticas educativas.

- ❖ Ahora, la ponencia de Escudero y Farías (2009) plantea una reflexión sobre la enseñanza de las ciencias en la sociedad posmoderna. El objetivo de su trabajo es aportar a la reflexión sobre la didáctica de las ciencias desde un enfoque sociológico a partir del análisis de la educación actual y las condiciones del sujeto posmoderno.

En la modernidad la idea de progreso, la idea de autonomía o autorrealización son sumamente importantes y lo siguen siendo, pero ante un sujeto dinámico y contingente que va entre su vida colectiva y su autonomía. Por ello, Escudero y Farías (2009) esbozan tres escenarios simultáneos para la didáctica de las ciencias: 1) El sujeto se aferra a la modernidad, que se refleja un tanto en cómo se enseñan las ciencias y cómo se evalúan. 2) La idea constante de la innovación en la realidad educativa. 3) Alejarse del pasado que se manifiesta en el tránsito vertiginoso del aprendizaje por descubrimiento al aprendizaje cooperativo, hasta llegar al basado en investigación “inquiry”.

- ❖ En otro trabajo Parada Silva, (2014) presenta una reflexión sobre la educación actual en la época de la incertidumbre que vive la sociedad. El análisis propuesto contempla tres aspectos sobresalientes. El primero de ellos tiene que ver con la caracterización de la sociedad y el individuo actuales. El segundo aspecto refiere el contexto político, social y económico de riesgo e incertidumbre que amenaza la supervivencia de la sociedad. El último aspecto plantea los desafíos educativos en una sociedad mercantilizada donde los individuos quedan aislados con escasas alternativas al consumismo.

Se reconoce en la actualidad la tendencia hacia el individualismo, se deja de lado la vida colectiva, domina la supremacía de los intereses particulares, Parada Silva, (2014) cita a Lipovetsky (1983) al considerar que:

La cultura de masas ha exaltado la vida del ocio, la felicidad y el bienestar individuales, ha promovido una ética lúdica y consumista de la vida. Los temas centrales de la cultura de masas han contribuido poderosamente a la afirmación de una nueva forma de la individualidad moderna, centrada en su realización privada y su bienestar (p. 11).

Una sociedad individualizada, de riesgo y de incertidumbre. La sociedad actual es la sociedad del riesgo, el riesgo que se caracteriza esencialmente por una carencia: “La imposibilidad de prever externamente las situaciones de peligro” (Parada Silva, 2014 citando a Beck, 1986, p. 16). Una sociedad de la incertidumbre en la cual, la educación afronta numerosos desafíos. Tres de éstos pueden ser los más destacados en su relación con el conocimiento: 1) Proponer junto con la comunidad científica la ética planetaria para convivir con los éxitos y productos científicos. 2) Una formación integral que presente debates en relación con el sentido de lo humano; los límites de la ciencia;

el papel de la política; el aprender a vivir juntos; y 3) Enfrentar la mercantilización del conocimiento.

2.4 Síntesis general de las investigaciones

Las investigaciones sobre el pensamiento del profesor, especialmente las dirigidas al estudio de las creencias y los conocimientos son numerosas y variadas, con enfoques teóricos, metodologías e instrumentos de información muy diversos, con participantes en diferentes contextos y varios niveles educativos.

La presentación de los estudios responde a tres elementos básicos considerados en la investigación, es decir, las creencias, los conocimientos y las incertidumbres; para dar cuenta del estado de esos elementos es necesario considerar cuatro ejes de análisis:

- a) Los objetos de indagación considerados en las preguntas y propósitos de la investigación.
- b) Los fundamentos teóricos considerados por los investigadores.
- c) La metodología empleada, las muestras, los enfoques y las categorías de análisis para conocer cómo piensan y cómo fueron identificados los sujetos participantes.
- d) Los resultados logrados, las semejanzas, diferencias y aportaciones a la comprensión de las creencias, concepciones, conocimientos e incertidumbres de los docentes.

En las investigaciones se preguntan por las creencias, las concepciones y conocimientos de los profesores. En los estudios sobre las creencias algunos trabajos definen ampliamente los conceptos involucrados, generalmente pretenden determinar y analizar lo que piensa el profesor sobre la naturaleza de la ciencia, sobre el aprendizaje y la enseñanza, y sobre la vinculación de

las creencias a los perfiles epistemológicos de los docentes. En otras investigaciones, las creencias se estudian relacionadas con los desarrollos formativos de los profesores, y generalmente relacionan creencias de ciencia y creencias de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, se encontraron investigaciones que pretenden valorar los conocimientos disciplinarios de los profesores, y otros estudios que involucran los conocimientos pedagógicos, didácticos o curriculares; estas últimas investigaciones se apoyan en la exploración del Conocimiento Didáctico del Contenido como un concepto integrador de los saberes de los profesores; se hace referencia a estos trabajos, principalmente en bachillerato, porque es un nivel próximo a secundaria (en este nivel no existen investigaciones nacionales) o en algunos casos tiene carácter mixto.

En las investigaciones sus marcos teóricos definen las creencias y las concepciones desde posturas cercanas (certezas, representaciones cognitivas, implícitas o explícitas, teorías implícitas), en ciertos casos debaten sobre las diferencias entre creencias y concepciones; en términos generales se consideran, las creencias, las concepciones y los conocimientos como conceptos epistémicos complicados, discutibles y cercanos; la gran mayoría emplea los términos de creencias y concepciones como conceptos intercambiables, al aplicarlos indistintamente.

En referencia a los conocimientos disciplinares, las indagaciones enfocan los conocimientos de los docentes en física, química y biología, toman como base los contenidos programáticos y tratan de valorar el dominio de los profesores para atender las ciencias en la secundaria o en el nivel medio superior.

Otras investigaciones toman los conocimientos docentes de manera más amplia, esto es, toman además de los disciplinares otros conocimientos necesarios para ejercer la enseñanza de

una asignatura. Los marcos teóricos de estos estudios, principalmente de los niveles medio superior y superior, retoman la propuesta teórica de Shulman (2005), Garritz (2009; 2010; 2012) y otros investigadores.

En los estudios revisados las metodologías empleadas son cuantitativas, cualitativas y en muchos casos son mixtas. Puede señalarse que la mayoría de las investigaciones emplean metodologías cualitativas, pero no se descartan los tratamientos cuantitativos con cuestionarios como instrumentos fundamentales de información. La mayoría define categorías de análisis propias o siguiendo las propuestas de otros investigadores. Las creencias se abordan esencialmente enlazadas a las posturas epistemológicas como empirismo, racionalismo, relativismo, entre otras; para definir un perfil epistémico del docente, que encuentran ubicado esencialmente en el positivismo y con ciertos avances hacia posturas constructivistas.

Las categorías teóricas empleadas para el CDC generalmente consideran las siete distinciones del conocimiento base profesional (conocimiento del contenido, didáctico general, del currículo, didáctico del contenido, de los alumnos, del contexto y de las finalidades) planteadas por Shulman (2005). También, consideran otros modelos del CDC que combinan de diversas maneras las categorías originales de Shulman y agregan alguna otra condición, como es el caso de Barnett y Hodson (2001) que subrayan el contexto como conocimiento fundamental para los docentes.

Los instrumentos empleados son esencialmente los cuestionarios, seguidos de entrevistas semiestructuradas, observaciones de clase y en menor medida documentos o producciones de los participantes como planeaciones, narraciones o mapas conceptuales. Los grupos de enfoque y el análisis de documentos se emplean escasamente en la investigación nacional, solo en algunas ocasiones aparecen en trabajos extranjeros.

En general los participantes o sujetos de estudio son docentes del nivel de secundaria, se consideran los que están en activo o los estudiantes para la docencia; se involucran otros niveles cercanos como los docentes de bachillerato y en algunos casos los docentes universitarios; hay estudios que contemplan dos o más niveles educativos. Esta investigación considera otros niveles cercanos porque las producciones en la investigación nacional es limitada para la educación secundaria.

Los resultados de los estudios reportan la presencia de las creencias y conocimientos en el discurso de los docentes y en la práctica del aula, pero estas expresiones, afirman los investigadores, están generalmente alejadas de los que se considera científica y pedagógicamente adecuados. Encuentran que el tratamiento de las creencias es muy limitado en los procesos formativos del docente, no encuentran momentos o espacios para impulsar la discusión sobre la metaciencia. En muchas investigaciones se concluye que la enseñanza de la ciencia es una tarea compleja que se relaciona con la presencia de creencias, conocimientos, concepciones, exigencias institucionales, cambios e innovaciones difíciles de implementar en el aula.

El análisis de los investigadores ubica las creencias y conocimientos como verdades que apoyan la práctica de los profesores; también, encuentran dificultades para atender las creencias y conocimientos mediante la reflexión y la formación de docentes; la mayoría de los estudios observa en los docentes las imágenes de la ciencia instaladas en el positivismo, con avances limitados hacia otras posturas; además, las ideas expresadas sobre la enseñanza o las prácticas educativas se acercan al conductismo, la mayoría de los autores señala la influencia de estas creencias en los conocimientos y las estrategias de enseñanza.

También conviene resaltar, que, en el caso de nuestro país, son pocos los investigadores y los equipos de trabajo en estos temas de enseñanza de las ciencias, son pocas las instituciones que se dedican a la indagación en didáctica de las ciencias. La situación anterior implica, por lo tanto, limitadas publicaciones en estos temas de ciencias; en particular, para el estado de Nuevo León son escasas las publicaciones involucradas con procesos investigativos locales de este orden.

Los reportes e investigaciones aparecen en ocasiones en forma individual o colectiva, como ponencias, informes de investigación, libros, tesis doctorales o publicaciones de revistas; pero puede reconocerse en investigadores e instituciones un esfuerzo importante para impulsar el campo investigativo de la Didáctica de las Ciencias y apoyar con sus resultados los procesos formativos de los docentes.

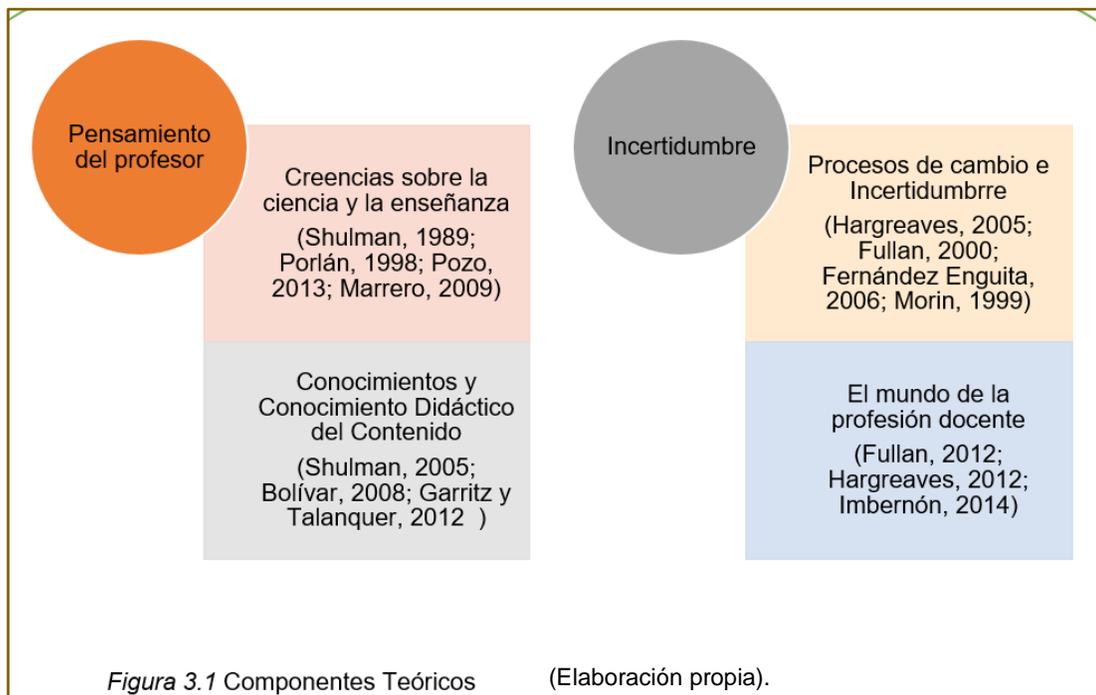
*Los dioses nos dan muchas sorpresas:
lo esperado no se cumple
y para lo inesperado un dios abre la puerta¹⁶
Eurípides*

¹⁶ (Tomado de Morín, 1999, p. 39)

CAPÍTULO 3

EL PENSAMIENTO DEL PROFESOR EN UN MUNDO DE CAMBIO: COMPONENTES TEÓRICOS

Este apartado tiene el propósito de definir y caracterizar las certezas e incertidumbres de los docentes en el marco del pensamiento del profesor y su relación con las actividades del aula. El estudio enfoca las creencias sobre la ciencia y la enseñanza; y otros elementos que concurren en el ejercicio profesional como los conocimientos y las inquietudes docentes en los procesos de cambio y complejidad que se desarrollan en la educación y la sociedad (Figura 3.1). Las aportaciones de Shulman (1989, 2005), Perafán (2002), Porlán (1998), Marrero (2009), Hargreaves (2005, 2012), Imbernón (2005, 2014); Pozo (2006, 2007, 2013), Fernández (2006), Morin (1999, 2002, 2003, 2016) y otros investigadores permiten conformar el marco teórico y reflexivo para orientar los procesos de comprensión de las interacciones de creencias, conocimientos e inseguridades de los profesores.



3.1 Creencias: Disposiciones y representaciones

En sentido general, creer es aceptar como verdadero cualquier hecho, fenómeno o enunciado, es una certeza, se admite sin contar con las pruebas suficientes. Villoro (1989) parte de la creencia para realizar el análisis del saber y del conocimiento desde los planteamientos de Platón. Sostiene que la creencia está presente en el saber y en el conocimiento. El saber es una creencia verdadera y justificada, mientras el conocimiento es también un saber, pero vinculado a la práctica, es decir, está sometido a contraste y confrontación.

Villoro (1989) reflexiona siguiendo las intuiciones expuestas en dos de los Diálogos de Platón, concretamente en el Teetetes y el Menón, para afirmar que existen dos formas de intuición con respecto a la realidad. En el primer diálogo se considera que la creencia se apoya en razones válidas y justificadas, así: “A instancias de Sócrates, Teetetes intuye que el saber no es una creencia verdadera por fortuna, sino que debe de tener razones que le aseguren alcanzar la veracidad. Es la intuición de que el saber implica una justificación suficiente” (pp. 18-19).

La creencia es verdadera cuando *existen razones* para ello: *el sol es una estrella alrededor de la cual giran algunos cuerpos llamados planetas, transitar por ciertas zonas de la ciudad es peligroso*; representan creencias o saberes válidos porque así lo indican ciertos acontecimientos o situaciones, porque “alguien lo asegura”, “lo dicen continuamente” “lo aprendimos en algún momento”, “lo recordamos”, “lo hemos visto”.

Pero no es suficiente considerar que la creencia sea verdadera; la creencia requiere estar vinculada con la acción, entonces la creencia demanda de una *atadura o encadenamiento*¹⁷, es

¹⁷ Patón emplea estos términos para “expresar la propiedad que tiene el conocimiento de asegurar con firmeza el acierto de nuestras creencias” (Villoro, 1989, p. 18).

decir, de aquello que guíe y avale la actividad práctica, así, Villoro (1989) acude al otro Diálogo de Platón:

“En el Menón, en cambio, Sócrates parte de la intuición de que el conocimiento responde a la necesidad de orientar nuestra vida en el mundo –como en el camino de Larisa¹⁸- de manera que esa orientación encadene nuestra acción a la realidad. Es la intuición de que el conocimiento implica una garantía de acierto en la acción”. (p. 19).

Las creencias en los saberes y en los conocimientos son conceptos epistémicos, representan la forma por medio de la cual el sujeto se aproxima a la realidad; son intuiciones que tienen razones para ser verdaderas, para dar certidumbre:

En ambos casos, el conocimiento se ve como una forma en la que el sujeto puede anclarse en la realidad [certezas]: las razones son los eslabones con que la inteligencia alcanza la verdad y la amarra que asegura el éxito de nuestra práctica. El análisis del conocimiento deberá hacer justicia a ambas intuiciones. (Villoro, 1989, p. 19).

Si centramos la atención en las creencias, puede apreciarse que la creencia es una disposición del sujeto frente a las cosas reales, es el “Estado disposicional adquirido, que causa un conjunto coherente de respuestas y que está determinado por un objeto o situación objetiva aprehendidos” (Villoro, 1989, p. 71).

En ese sentido, la creencia no es genética o instintiva sino lograda en la aprehensión de un objeto; es decir, que la creencia entendida como la disposición de un sujeto ante un objeto, provoca un cierto comportamiento de aquél. Por ejemplo, si consideramos que el objeto es la

¹⁸ Aquí, Sócrates señala que él conoce “el camino” [lo ha caminado], es decir, tiene la ciencia [conocimiento] lo cual da la rectitud para la acción.

ciencia y su enseñanza, entonces el profesor asume una cierta disposición ante ella y actúa en consecuencia.

Entonces, como la creencia representa un estado propio de cada individuo ante una realidad cualquiera, entonces aquella, determina una cierta forma de actuar, por lo que:

Creencia se toma como un término teórico que se refiere a un estado interno del sujeto. Ese estado es una condición inicial sin la cual no se explicaría la consistencia de las respuestas del sujeto. Añadida a los estímulos y a otras condiciones iniciales (otras creencias y otras disposiciones) es causa del comportamiento. (Villoro, 1989, p. 71).

El objeto es cualquier elemento de la realidad, que es aprehendido por la percepción, la memoria o el entendimiento del sujeto, aún sin tener plena conciencia de ello, por lo cual la creencia se refiere al “Objeto o situación objetiva aprehendidos, esto es, a los [objetos, cosas, fenómenos, acontecimientos] que tienen existencia para el sujeto y por ello *pueden* tener una existencia real para cualquier otro sujeto” (Villoro, 1989, p. 72).

Como se indicó anteriormente, la creencia implica la aprehensión de un objeto, y esa aprehensión constituye una representación que se realiza en la mente, la creencia se completa cuando se está dispuesto a responder ante el objeto real. En otras palabras: "Representación es aprehensión de un objeto sin considerar ninguna propensión de responder a él. La diferencia específica que le añade la creencia es justamente la disposición a comportarse, determinada por el objeto aprehendido." (Villoro, 1989, p. 63).

Entonces no podemos creer en nada que no haya sido aprehendido y representado. "La simple representación del objeto no es pues condición suficiente pero sí condición necesaria para la creencia" (Villoro, 1989, p. 63). Entonces, para creer en algo se requiere que hayamos

aprehendido y representado primero el objeto o situación objetiva creídos. Esa aprehensión se trata de un proceso de percepción, de imaginación o de memoria. Entonces representar es aprehender y creer es la posibilidad para conducirse frente a la realidad.

Las creencias sostienen los saberes y los conocimientos o concepciones; todos constituyen diversas formas de respuesta de los sujetos ante las cosas de la realidad, son las certezas que dan seguridad de actuar ante los objetos o situaciones reales. Los términos como *creencias, concepciones, saberes y conocimientos* son conceptos epistémicos cercanos y relacionados, que orientan la comprensión de los procesos de representación y conocimiento implícito y explícito que tienen los sujetos; constructos que tienen un gran potencial explicativo para interpretar el pensamiento y la actuación de los docentes.

Ahora, en el estudio de las creencias del profesor se contempla que la naturaleza de la mente humana es un sistema de representación y de conocimiento, Riviére (1991) citado en Pozo (2002) explica que los sistemas cognitivos (los objetos con mente) se caracterizan por emplear representaciones (es decir, no se limitan a intercambiar energía e información) en su relación con el entorno. El sistema cognitivo humano elabora representaciones del mundo para predecir y controlar los cambios que se presentan.

De esa forma, la mente humana se entiende como un dispositivo representacional complejo, con la capacidad de generar múltiples y complejas representaciones; además, con la posibilidad de acceder conscientemente a sus propias representaciones, o sea, elaborar metarepresentaciones o conocimientos que se comunican en diversos sistemas como el lenguaje oral y escrito, representaciones matemáticas, dibujos, gráficas entre otros. Esa multiplicidad, diversidad y complejidad de las representaciones se explicitan y formalizan en cuerpos culturales como la ciencia.

La mente humana está constituida por numerosos sistemas de representación que interactúan entre sí, en cierta forma de manera difusa y caótica, que constituye la base de las creencias y concepciones alternativas, es decir, del conocimiento intuitivo y de la ciencia. Se trata de una mente híbrida, lo destaca Donald (2001) citado en Pozo (2002), porque la mente se encuentra:

Compuesta por dos sistemas muy diferentes, uno dedicado a representar implícitamente el mundo concreto, cercano, mediante acciones y percepciones, cuyas metas son esencialmente pragmáticas, es decir, dirigidas a la predicción y el control rápido, inmediato, de sucesos concretos; y otra mente, supuestamente más racional y abstracta, que usa lenguajes formales y puede comunicarse a través de ellos, cuyas metas serían más bien *epistémicas*, el conocimiento o explicitación reflexiva de esos sucesos. (p. 249).

Como todas las personas están inmersas en una cultura que proporciona supuestos e imágenes desde las que se representan el mundo, pero de los cuales no está consciente o no se conoce, entonces esos supuestos implícitos se convierten en el equivalente cognitivo de lo que Ortega y Gasset (1964) llama *creencias* en oposición a las *ideas* o conocimientos que tienen las personas conscientemente (Pozo, 2002).

Las creencias están en la vida diaria, permiten afrontar la realidad de la mejor manera posible. Ortega y Gasset (1964) sostiene que “Las creencias constituyen la base de nuestra vida, el terreno sobre el que acontece” (p. 387). Y desde luego, son las responsables de las acciones que llevan a actuar a las personas: toda la conducta, incluyendo el intelecto depende del sistema de creencias auténticas, agrega el mismo autor. Insiste, las creencias son implícitas en oposición a las ideas que son lo que explícitamente se conoce del mundo:

No solemos tener conciencia expresa de ellas, no las pensamos, sino que actúan latentes, como implicaciones de cuanto expresamente hacemos o pensamos. Cuando creemos de verdad en una cosa no tenemos *la idea* de esa cosa, sino que simplemente, *contamos con ello*. (Ortega y Gasset, 1964, p. 399).

Para diversos autores, como Pozo (2002) las creencias son una herencia cultural, de la cual, con frecuencia la persona no está consciente, pero que proporcionan representaciones muy eficaces sobre el mundo físico y el mundo social; así como del conocimiento y de sus procesos de adquisición. De tal forma que las personas tienen creencias sobre la caída de los cuerpos, la conservación de la salud, los modelos atómicos, la pobreza, las clases sociales, el conocimiento y el aprendizaje. En estas creencias “Vivimos, nos movemos y somos” dice Ortega y Gasset (1964, p. 387).

Atkinson y Claxton (2002) explican que nuestra intuición suele ser más conservadora que nuestra reflexión; es decir, que las representaciones implícitas se dirigen a evitar problemas y tener soluciones fáciles, su función es en esencia pragmática. A diferencia del conocimiento que tiene un carácter epistémico para dar significado al mundo y a nuestras acciones, mediante cuestionamientos que ponen en duda nuestras certezas. La propia naturaleza de la tarea de enseñar acarrea tensiones inherentes a las interacciones implicadas en la enseñanza, por lo que el profesor hace uso de su sistema de creencias para afrontar un número significativo de preguntas, dudas e incidentes críticos propios del escenario escolar mediante la intuición pedagógica, que no siempre constituyen conocimientos en rigor.

Pozo (2002) recupera las metáforas del *iceberg* y del *sistema operativo* para puntualizar el carácter de las creencias, como supuestos latentes o implícitos, sumergidas bajo la capa visible del iceberg de los conocimientos; y, además, consideradas más que simple contenido, “*el*

continente” (Ortega y Gasset, 1964, p.384) de la mente o sistema operativo que formatea las representaciones que son o hacen las personas, pero no dicen.

Existe una perspectiva evolucionista para Reber (1993) citado en Pozo (2002) en las relaciones entre el aprendizaje implícito y el aprendizaje explícito. En donde el aprendizaje implícito tiene ventaja al detectar regularidades e información del ambiente pero que puede evolucionar al conocimiento de esa realidad: “Así, el aprendizaje implícito sería un sistema primario con respecto al aprendizaje explícito, el aprendizaje deliberado, con esfuerzo e intención, y con conocimiento de lo aprendido que, por ejemplo, suele practicarse en las aulas” (p. 251). Así, el aprendizaje implícito puede caracterizarse como:

- Antiguo en la filogénesis [en la evolución de los seres vivos] porque es la forma más elemental de aprendizaje de todas las especies, como dispositivo para la detección de covariaciones en el ambiente.
- En la ontogénesis [en la evolución de la especie] precede al aprendizaje explícito.
- Independiente de la edad y el desarrollo cognitivo ya que su funcionamiento no depende de otros elementos cognitivos.
- Independiente de la cultura y de la instrucción ya que es un sistema universal presente en todos los individuos.
- Más firme que el sistema cognitivo explícito porque se conserva a pesar de alteraciones en el sistema cognitivo.
- Más duradero en sus efectos y menos susceptible de interferencia con otras tareas.
- Más económico porque se conserva en diversas condiciones, las cuales si alteran al aprendizaje explícito. (Pozo, 2002, pp. 251 -252).

Las creencias o representaciones implícitas que se tienen sobre el mundo físico, el movimiento de los cuerpos o las manifestaciones de la energía, son de naturaleza sensoriomotora o *encarnada* (Pozo, 2002), es decir, son los cambios que el mundo produce en todas las personas; este es el origen y el fundamento de las representaciones, del conocimiento intuitivo (física intuitiva), es la forma encarnada en que la mente humana se representa el mundo físico, y también el social.

Las creencias, concepciones o representaciones implícitas sobre el mundo físico son las respuestas que pide la mente y el cuerpo a lo que sucede en el ambiente, son el resultado de la aplicación de mecanismos asociativos de covariación, proximidad y semejanza aplicados a la información que el organismo extrae del mundo en forma de representaciones primordiales o encarnadas.

Cuando se piensa que *una manta da calor* (impide el intercambio térmico); que *si estoy enfermo y los síntomas desaparecen dejo el medicamento* (si no hay síntomas no estoy enfermo); que *las sustancias naturales son sanas* (en la naturaleza también existen venenos), estos, son algunos ejemplos de la ciencia intuitiva, es decir, representaciones implícitas del mundo físico, químico, geológico, biológico, psicológico y social, que se utilizan por su gran valor adaptativo o pragmático, son certezas para el actuar cotidiano.

Desde luego, muchas de esas creencias son contrarias al conocimiento científico, pero es la información que se percibe, es la forma en que se ve el mundo, y que se aprecia certera y valiosa; pero que no es suficiente para el conocimiento, lo científicamente aceptado: la materia es discontinua, que los cuerpos se mueven sin necesidad de ejercer una fuerza sobre ellos o que la energía da cuenta de los estados de equilibrio y desequilibrio de la materia y de sus formas de disposición. Entonces en la escuela se encuentra un conocimiento intuitivo (de los alumnos y en

cierta forma de los docentes) frente a un conocimiento formal que pretende ser explícito, pero en donde:

No es de extrañar por tanto (...), que la educación científica tenga tan poco éxito en lograr una comprensión de los modelos científicos y que sea tan difícil de lograr una *alfabetización científica*, en el sentido de lograr que los ciudadanos usen *la ciencia como una forma de ver el mundo*, ya que esa nueva forma de ver el mundo exige negar la propia intuición o, (...) negarnos a nosotros mismos, al negar las certidumbres que nuestro cuerpo nos proporciona con respecto al mundo. (Pozo, 2002, p. 256).

La adquisición de conocimientos científicos va más allá de las restricciones impuestas por la mente implícita, es posible pasar esta frontera para reformatear (*el sistema operativo*) explícitamente esas creencias; la función de la educación científica es hacer que ese cambio sea probable en los espacios educativos apropiados.

3.2 Creencias y naturaleza de la ciencia

Cuando se tratan las creencias en el campo del conocimiento, particularmente el conocimiento acerca de la ciencia se aborda lo que se entiende como *naturaleza de la ciencia o naturaleza del conocimiento científico*. Este concepto es polémico, multifacético, complejo y dinámico como la ciencia misma (Acevedo, 2009a, 2009b). Es un espacio de reflexión en donde filósofos, sociólogos, historiadores y psicólogos entre otros estudiosos asumen diversas posturas, no existe un acuerdo acerca de qué elementos incluir y cómo tratarlos en el aula.

En general existen dos posturas en torno a la “Naturaleza de la Ciencia”. En una de ellas, los investigadores consideran que lo fundamental de la naturaleza de la ciencia es el contenido

epistemológico, en relación con la dinámica del conocimiento científico derivado de la investigación (Acevedo, 2009a).

Otros estudiosos, desde una posición flexible y abierta, incluyen en este concepto *naturaleza de la ciencia*, reflexiones acerca de qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo; cómo se construye y desarrolla el conocimiento; los valores implicados en las actividades científicas; las características de la comunidad científica; los vínculos ciencia – tecnología; y las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (Acevedo, 2009a).

Para Mc Comas (1998) la naturaleza de la ciencia es un campo movedizo que toma elementos de la historia, la sociología, y la filosofía de la ciencia; e incorpora investigaciones realizadas en las ciencias cognitivas como la psicología, que describen lo que es la ciencia, cómo trabaja, cómo operan los científicos en el grupo social y cómo la sociedad dirige y reacciona hacia la actividad científica. Las aportaciones de estas ciencias o metaciencias a la reflexión sobre el quehacer científico constituye la naturaleza de la ciencia, que Adúriz-Bravo (2005) define como el conjunto de ideas y aportaciones metacientíficas indispensables para la enseñanza de las ciencias naturales.

También, Acevedo (2004) considera que la naturaleza de la ciencia es un metaconocimiento que emerge de la reflexión sobre la actividad científica con referencia a los aspectos epistemológicos de la ciencia; la forma específica, es decir, el proceso mediante el cual ésta llega a obtener sus conocimientos, conectado con los valores, supuestos y creencias que sustentan el conocimiento. Para Vázquez, Acevedo y Manassero (2004) la naturaleza de la ciencia comprende reflexión, valores, cultura y sociedad, de tal forma que considera que:

La naturaleza de la ciencia incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad. (p. 3).

En México, Flores Camacho (2012) coincide con algunas definiciones anteriores de la metaciencia al explicar que:

La naturaleza de la ciencia (Nature of Science, NOS) contempla no sólo los aspectos epistemológicos de la construcción del conocimiento científico, sino también aspectos relacionados con los procesos del desarrollo de la ciencia, con los entramados sociales de las comunidades científicas y con los procesos implícitos en la construcción del conocimiento. (p. 119).

La reflexión filosófica sobre la ciencia asume una multitud de posturas, Porlán (1998) considera diversos paradigmas sobre la naturaleza de la ciencia:

- *Absolutistas*: Se refiere a los empíricos, positivistas y racionalistas que encuentran en la objetividad de la ciencia, el método científico (contexto de descubrimiento) la verdad absoluta a través de criterios formalistas (contexto de justificación) sin considerar el desarrollo histórico de la actividad científica.
- *Relativistas*: Con Kuhn (1971) y Feyerabend (1985) la ciencia se contextualiza históricamente, en donde la objetividad histórica es abierta a las polémicas de las comunidades científicas; se aprecia que los periodos de la ciencia normal o

consolidada dan paso a los periodos revolucionarios donde surgen nuevos paradigmas.

- Evolucionistas: Para Toulmin (1972), citado en Porlán (1998) el cambio conceptual es gradual, con cambios pequeños en periodos cortos de tiempo; y ocasionalmente grandes cambios que provocan transformaciones. En ese sentido, cualquier transformación lenta o abrupta, siempre es parcial y está sometida a la crítica de la comunidad intelectual.
- Complejidad: Para Porlán (1998), el análisis del conocimiento *complejo* se coloca en el espacio fronterizo existente entre las ciencias experimentales y las ciencias sociales, entre estas y la filosofía, y entre todas ellas y la teoría política; afirma que no existe espacio excepcional desde donde se pueda estimar con anticipación la validez de un pensamiento (Tabla 3.1).

Para Izquierdo (2000) las aportaciones epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia pueden considerarse desde dos grandes posiciones: Absolutista y Constructivista. La primera se refiere al empirismo y al positivismo, representado por Bacon, Comte, Locke, Hume. Además, el Positivismo Lógico (Hempel), y el Racionalismo de Platón y Descartes, y por último el Racionalismo Epistemológico de Kant. En el segundo posicionamiento se encuentra el relativismo e irracionalismo de Kuhn y Feyerabend; el racionalismo fuerte representado por Laudan, Lakatos y Popper; y el racionalismo moderado de Toulmin y Giere.

Es amplio el panorama para el estudio de la naturaleza de la ciencia (Anexo 3.1) desde los contextos científicos en los que se genera el conocimiento; Reichenbach propuso en su libro *Experience and prediction* de 1938 la distinción de contextos en el marco de la teoría de la ciencia que caracterizó al Empirismo Lógico. El llamado *contexto de descubrimiento* se refiere

a los procesos reales del trabajo científico; y el *contexto de justificación* considera la reconstrucción lógica del pensamiento científico. El primer contexto contempla la obtención del conocimiento, la metodología, el papel del sujeto, de la observación y del experimento. La justificación refiere la validación, la certidumbre del conocimiento y su correspondencia con la realidad.

Tabla 3.1

Epistemología y conocimiento científico

Categorías de estudio de la ciencia	Absolutistas	Relativistas	Evolucionistas	Complejidad
Noción de ciencia	Enunciados racionales universales. Teorías provisionales demostrables de forma empírica.	Construcciones que explican la realidad en relación con el contexto.	Sistemas de conceptos o teorías no jerarquizadas y en constante desarrollo. Imagen evolucionista del conocimiento.	Como conocimiento complejo desde perspectivas críticas y sociopolíticas.
Propósito	Describir y explicar la realidad mediante teorías estructuradas lógicamente.	Desarrollar paradigmas y teorías interpretativas.	Desarrollo de teorías o poblaciones conceptuales.	La adopción de un punto de vista epistemológico que permita mirar, pensar y transformar la realidad.
Método	Inductivo. Deductivo. Método científico.	En función de los paradigmas vigentes.	Operatividad y aplicabilidad.	La teoría solamente tiene vigencia cognitiva mediante la actividad constructiva del sujeto (método).

Categorías de estudio de la ciencia	Absolutistas	Relativistas	Evolucionistas	Complejidad
Desarrollo	Acumulación de teorías. Invalidar o sustituir teorías.	Transformaciones profundas. Revoluciones científicas.	Enfoque ecológico del conocimiento humano. Perspectiva gradualista para los cambios conceptuales.	El pensamiento complejo avanza por la actuación compleja mediante la comunicación entre ciencia, ética y política.
Corrientes epistemológicas	Empirismo, Positivismo Lógico, Racionalismo	Relativismo Histórico	Ecología conceptual	Complejidad
Representantes	Hume, Locke, Comte, Carnap, Reichenbach Descartes, Kant, Leibniz, Popper, Lakatos	Kuhn, Feyerabend	Toulmin	Morin
<i>Nota:</i> Síntesis de las posturas epistemológicas desde la noción de ciencia, el propósito de la ciencia, el método y el desarrollo científico; además, sus representantes más destacados (Porlán, 1998).				

Por otra parte, el gran avance de la ciencia y de la tecnología conlleva nuevas formas de enfocar el estudio de esos procesos, en los cuales las reflexiones epistemológicas no son suficientes para explicar y comprender el gran desarrollo de la ciencia y la tecnología. Ahora, se plantea otro enfoque filosófico relacionado con la práctica científica, es decir, una filosofía de la tecnociencia que vincule la ciencia y la práctica.

Para Echeverría (2010) este otro enfoque parte de la crítica a la filosofía de la ciencia, señala que la filosofía analítica de la ciencia, es decir, la visión positivista de la ciencia no se interesó en los estudios históricos y sociológicos, ésta es una de las grandes limitaciones de esa filosofía ante el mayor interés por la actividad práctica de la ciencia. Además, los contextos de descubrimiento y justificación planteados por Reichenbach son conceptos muy limitados para

explicar la ciencia. Muchas tecnociencias contemporáneas tratan de problemas éticos, políticos, sociales y ecológicos muy especiales, de carácter interdisciplinario, aspectos que se abordan desde las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).

Para Echeverría (2010) los nuevos contextos de la actividad científica son cuatro: educación, innovación, evaluación y aplicación. Estos contextos interaccionan entre sí, se influyen mutuamente, se separan de una manera funcional y analítica pero el desarrollo de uno impacta en los demás. El primer contexto tiene que ver con los procesos de enseñanza y difusión de la ciencia. El contexto de innovación y de invención es el resultado de la actividad creativa de los ingenieros y de los técnicos. El contexto de evaluación es la valoración metodológica y racional de la ciencia. El contexto de aplicación permite considerar la modificación y transformación del entorno. Echeverría (2010) sigue a Barry Barnes (1987) al sostener que la ciencia es más que pensamiento e ideas, es en esencia una actividad, una práctica. Entonces:

La distinción de Reichenbach parte de un malentendido fundamental, que afecta a toda la tradición de la concepción heredada [la filosofía positivista] en filosofía de la ciencia, a saber: la reducción de la ciencia al conocimiento científico. Contrariamente a esta concepción, que ha tenido y sigue teniendo gran influencia, hay que considerar que la ciencia es una actividad, y que los estudios sobre la ciencia, en los cuales participan historiadores, sociólogos, antropólogos, psicólogos, filósofos y otros profesionales, no pueden restringirse únicamente a los aspectos cognoscitivos de la actividad científica. (Echeverría, 1998, p. 52).

Nuevamente, Echeverría (2010) analizando a diversos autores, como Nowotny, Scott y Gibbons (1997), quienes, desde la sociología, la economía y la politología, manifiestan la aparición de un nuevo modo de producción del conocimiento científico, el llamado “*modo 2*”, que es transdisciplinar, heterogéneo y no jerárquico, a diferencia del modo académico, que

claramente ha sido disciplinar, homogéneo y jerárquico. Afirman que las fronteras entre ciencia y sociedad son difusas, porque la tecnociencia está cada vez más presente en las sociedades contemporáneas; ha dejado de ser ajena o lejana a las necesidades y consecuencias sociales. Echeverría (2010) indica que el término tecnociencia fue propuesto por Latour en 1992 desde la sociología de la ciencia, en su teoría del actor-red subraya la profunda vinculación entre la ciencia y la tecnología del siglo XX.

Un aspecto importante propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1997), citados en Echeverría (2010), consiste en el modelo de la triple hélice (academia, industria y gobierno), fundado en la cercana relación entre la ciencia académica, la industria y las políticas de gobierno, fundamentales para el desarrollo económico y social; lo cual es diferente a la época de la ciencia moderna, en ese momento la ciencia apenas tenía presencia en la política, en la industria y en la sociedad. Echeverría (2010) retoma la propuesta de Latour, apuntada por Gilbert Hottois (2003) y otros filósofos francoalemanes, de denominar tecnociencia a esa nueva modalidad de ciencia, pero trata de precisar el nuevo concepto y sus diferencias con la ciencia moderna, al considerar que:

- a) Las ciencias siguen existiendo, no todo es tecnociencia.
- b) La transformación no sólo afecta al conocimiento, sino ante todo a la práctica científica.
- c) La práctica científica tiende a ser cada vez más interdisciplinar.
- d) Destaca el desarrollo de la e-science (emergencia de la sociedad de la información y de la economía del conocimiento) y el esquema I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación).

e) La ciencia moderna la realizan las comunidades científicas. La tecnociencia contemporánea la hacen otro tipo de agentes, las empresas y agencias tecnocientíficas, en donde los científicos se limitan a ser trabajadores del conocimiento, al servicio de las estrategias y políticas establecidas por los expertos en política científica y en gestión del conocimiento y de la innovación (Echeverría, 2010).

Entre tanto, la comprensión de la naturaleza de la ciencia es fundamental para la enseñanza, la inclusión de la epistemología en la educación científica es necesaria para evitar la distorsión de la naturaleza de la ciencia, dado que el profesor comunica explícita o implícitamente en sus actuaciones de clase sus creencias y concepciones sobre la ciencia. Desde el punto de vista de Mc Comas (1998) la reflexión sobre la ciencia es necesaria para orientar la actividad del docente “Como tal, la naturaleza de la ciencia es un dominio fundamental para guiar al profesorado de ciencias en una correcta descripción de la ciencia al estudiantado” (p. 5).

Según Mc Comas (1998) existe en la enseñanza la tendencia a privilegiar los productos de la ciencia y dejar de lado los procesos de construcción del conocimiento científico. De esta manera se trasmite una imagen de la ciencia como tecnología que generalmente deriva en privilegiar la estructura de la disciplina en la enseñanza de la ciencia.

Para Izquierdo (2000) la filosofía actual de la ciencia aporta elementos valiosos para la enseñanza, como, por ejemplo: la perspectiva humanista, ética, estética, didáctica; así como el esfuerzo y el rigor científico, sobre los condicionantes de la actividad y procesos de construcción y reconstrucción de ideas. Con estas aportaciones los alumnos puedan comprender los progresos científicos, contrastar la ciencia y la pseudociencia, además de favorecer posturas críticas ante el conocimiento científico.

La “Ciencia para Todos los Americanos” (Science for Alls Americans) de 1990 desarrollada en los Estados Unidos de América es un ejemplo de cómo la naturaleza de la ciencia se integra a las propuestas educativas. En este caso se destacan aspectos como: los aportes de la ciencia para comprender el mundo; la lógica empírica de la investigación a base de imaginación, creatividad y abstracción; y los elementos sociales y políticos de la ciencia.

Regresando a Mc Comas (1998), la naturaleza de la ciencia representa una perspectiva más profunda del quehacer científico, aporta a la enseñanza entre otras posibilidades: el incremento en el aprendizaje y la comprensión de los contenidos científicos; el interés de alumnos y maestros por la ciencia; la toma de decisiones y la calidad del trabajo en el aula. Entonces para este investigador, existe una conexión directa entre las ideas o pensamiento del profesor y lo que hace en la clase de ciencias; las creencias, concepciones y saberes de los docentes influyen en el diseño de actividades o estrategias didácticas, y en el alcance de los aprendizajes de los estudiantes.

El docente es un mediador que transforma el contenido de los programas de ciencias en representaciones comprensibles para los alumnos. De esa manera el docente desarrolla los procesos de enseñanza mediante las creencias, concepciones, saberes y actitudes que forman parte de su experiencia y formación profesional. Esto se puede convertir en un obstáculo para que el profesor desarrolle el *currículum* o las innovaciones propuestas, de tal forma que persistan las maneras tradicionales de entender y enseñar la ciencia.

3.3 Creencias en relación con la enseñanza y el aprendizaje

Todos, como profesores y alumnos, presentan creencias sobre lo que es enseñar y aprender, que en general nunca se discuten y pasan desapercibidas; así, se considera que enseñar es exponer

con claridad los conceptos de la ciencia; que los estudiantes aprenden cuando logran reproducir lo mejor posible lo que dice el maestro o presenta el libro de texto; cuando los alumnos aprueban los exámenes y resuelven los problemas dominan los temas científicos (Pecharromán y Pozo, 2006). Estas y algunas más, son creencias que en esencia representan productos de una tradición cultural de gran arraigo en nuestra forma de pensar. Esos productos culturales tienen su origen no solo en la tradición, sostienen Pozo, Scheuer, Mateos, Pérez (2006), sino que forman parte del “*sistema cognitivo de la mente humana*”, que hace posible y necesario el conocimiento, el cual, es el resultado de la actividad social y cultural de creación e intercambio.

A lo anterior, agregan Pozo et al. (2006) otro rasgo de la cognición humana, que consiste en la capacidad de representar las propias representaciones; esto es, la capacidad de saber lo que se sabe y lo que se ignora, y de saber lo que saben e ignoran los otros; y desde luego, la capacidad de compartir, intercambiar y distribuir socialmente esas representaciones. En otras palabras, esa capacidad meta-representacional de procesos mentales, conocimientos y representaciones se encuentran en el origen de las ideas o creencias sobre el aprendizaje y la enseñanza.

Para Pozo et al. (2006) las creencias no se quedan aisladas o fragmentadas, se organizan en teorías de tal forma que dirigen las acciones o decisiones y explican las resistencias que se presentan al cambio conceptual o representacional. Marrero (2009) comparte una idea similar, de tal forma que, este autor, distingue cinco teorías de enseñanza con las cuales se identifican los docentes:

- Primero, la teoría dependiente, en la cual la enseñanza está vinculada totalmente al profesor, quien establece el ritmo y las condiciones, los contenidos y los valores.
- En segundo término, la teoría productiva de la enseñanza está orientada por los objetivos, la búsqueda de resultados y eficacia; además, la evaluación tiene finalidades de control.

- Ahora, para la teoría expresiva, lo importante es el activismo, la ocupación permanente del alumnado; la experimentación, las actividades son esenciales, es una visión externalista del aprendizaje.
- Otra organización de la creencias, es la teoría interpretativa, la cual centra la atención en el alumno, lo importante son los procesos y no los resultados, es la búsqueda constante de significados en las prácticas educativas.
- Por último, la teoría emancipadora contempla los planteamientos de la teoría anterior, pero tiene una intencionalidad crítica de búsqueda de alternativas.

Para otro autor, Porlán (1998) los profesores tienen tres tipos de concepciones de aprendizaje de las ciencias:

a) Aprendizaje por apropiación, cuando durante el proceso de aprendizaje el sujeto incorpora conocimientos que le vienen del exterior.

b) Asimilación de significados, cuando el estudiante participa activamente para apropiarse en forma significativa de aquello que requiere aprender.

c) Aprendizaje por construcción de significados, ocurre cuando la persona está inmersa, a partir de sus conocimientos previos, en un proceso individual y social de construcción o reconstrucción, que van a su memoria semántica.

Para Pozo et al. (2006) las creencias se organizan en cuatro teorías: la directa, la interpretativa, la constructiva y la posmoderna. Cada una constituida por supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales que explican las ideas que se tienen sobre el aprendizaje y la enseñanza. En estas teorías, que propone el autor, se entiende el aprendizaje como un sistema con tres componentes: El primero consiste en las condiciones del que aprende,

que incluyen sus estados mentales y del entorno. El segundo se refiere a los procesos del aprendizaje y se relacionan con las acciones que realizan los sujetos; y finalmente el tercero contempla los resultados que tienen que ver con lo que se aprende.

Ahora, la teoría directa es una concepción simple del aprendizaje y de la enseñanza, considera que la presentación adecuada, atractiva o motivante del contenido o del objeto de aprendizaje es suficiente para obtener un buen resultado, entendido éste, como una reproducción de la información ofrecida. En esta teoría no interesan las condiciones y los procesos de aprendizaje, en todo caso, si se cumplen ciertas condiciones se alcanza el aprendizaje de lo contrario éste no se logra. Los resultados son los más importantes, ya que el aprendizaje es la suma o acumulación de información. Pozo et al. (2006), describe los aprendizajes en esta teoría así:

Son logros de todo o nada, o piezas disjuntas que se acumulan sumativamente en el proceso de aprender, de modo tal que un nuevo aprendizaje no afecta ni resignifica los anteriores. El aprendizaje desde esta perspectiva promueve un *saber más* en su sentido acumulativo extremo de saber más cosas, conocer más palabras, tener información acerca de un mayor número de cuestiones. Es decir, el aprendizaje amplía o extiende el repertorio de conocimiento (principalmente procedimental o declarativo) del aprendiz. (p. 121).

Desde lo epistemológico, el conjunto de creencias de la teoría directa se sustenta en el realismo ingenuo, en donde conocimiento y realidad se tocan directamente. Las creencias correspondientes consideran que el conocimiento es verdadero cuando es una copia del objeto real, y falso en el caso contrario. Para estas creencias, el aprendizaje, desde la visión ontológica aparece como algo aislado, sin tomar en cuenta un proceso de desarrollo, en donde el componente más importante es el resultado. Así lo plantean las teorías conductistas, según las

cuales dadas ciertas condiciones se producen los aprendizajes, sin atender el contenido, las condiciones, los sujetos y los procesos a desarrollar.

Ahora, otra forma de organizar las creencias es la teoría interpretativa, aquí se vinculan las condiciones y los procesos para el aprendizaje, considera que la actividad de sujeto es importante para lograr el aprendizaje, el cual se concibe igual que en la teoría anterior, como la reproducción de los objetos reales. La teoría interpretativa representa los modelos del procesamiento de la información, si bien reconoce que las condiciones son importantes para el aprendizaje, la actividad del sujeto es el punto central, Pozo et al. (2006) señala que:

El núcleo explicativo reside en la intervención de los procesos mentales que generan, conectan, amplían y corrigen representaciones internas (al descubrir, recordar, relacionar, especificar, descartar), o que regulan las propias prácticas (al plantearse metas, evaluar los propios resultados y ajustar la ejecución). (p. 123).

Como se indicó anteriormente los resultados del aprendizaje, en la teoría interpretativa, se entienden como apropiados cuando reflejan los contenidos presentados, sin embargo, refieren cierta complejidad en el proceso de acumulación de conocimientos, con la “Noción de que el aprendizaje produce aproximaciones cada vez más fieles, completas o precisas de la realidad o del conocimiento que tiene que ser aprendido” (Pozo et al., p. 123).

En la teoría interpretativa, el aprendizaje desde la visión ontológica se presenta como un proceso o desarrollo lineal. En lo conceptual integra los elementos del aprendizaje en forma causal y unidireccional, es decir, ciertas condiciones influyen en las acciones y procesos del sujeto que aprende y esto a su vez genera resultados de aprendizaje. Comparte con la teoría anterior la visión epistemológica de realismo al concebir el conocimiento como copia de la

realidad, pero considerando la complejidad de los procesos y la necesaria aproximación del sujeto a la realidad.

La teoría constructivista del aprendizaje observa procesos mentales reconstructivos y transformadores de las representaciones que tienen los sujetos de su entorno físico, social, cultural e incluso mental. Por lo tanto, los resultados no son la copia de la realidad, sino la redescipción de los contenidos o del sujeto mismo; el cual es consciente de las condiciones en las que ocurre el aprendizaje, de tal forma que pueda regular dicho proceso.

Puede suceder que los docentes asumen la teoría constructivista al relacionar los conocimientos previos, la motivación, las condiciones y el desarrollo cognitivo con los buenos o malos resultados del aprendizaje; sin mirar que su práctica docente implica una actividad reproductiva por parte de los alumnos, es decir, “No conduce a la construcción de representaciones cualitativamente diferentes o nuevas. (Pozo et al., 2006, p. 125). En otras palabras, se tiene un discurso constructivista y se asume en el aula una posición interpretativa del aprendizaje.

Finalmente, la teoría constructivista desde las perspectivas ontológica y conceptual integra de forma dialéctica las condiciones, los procesos y los resultados del aprendizaje. En el aspecto epistemológico, difiere radicalmente de las anteriores, porque tiene como característica:

Asumir que distintas personas pueden dar significado a una misma información de múltiples modos, que el conocimiento puede tener diferentes grados de incertidumbre, que su adquisición implica necesariamente una transformación del contenido que se aprende y también del propio aprendiz, y que esa transformación puede conducir incluso a una innovación del conocimiento cultural. (Pozo et al., 2006, p. 126)

La última teoría que proponen Pozo et al. (2006) es la posmoderna, que estima como muy cercana al constructivismo, que adopta un relativismo radical pues considera que las diversas formas de conocimiento no se pueden evaluar o jerarquizar. En otras palabras, la teoría propone un conocimiento situado, lo cual, a diferencia de la postura constructivista, que indica que el criterio válido del conocimiento es la posibilidad de construcción y reconstrucción constantes.

En ese sentido, las actividades de enseñanza estarían conformadas por el alumno y sus circunstancias, no tanto por el contenido; se enfoca más hacia procesos psicológicos y no a los cambios conceptuales del conocimiento. La teoría es de difícil aceptación por los docentes, pues representa el lado opuesto del realismo, al considerar que el conocimiento está dentro del sujeto, es decir, que el alumno tendría la libertad de construir el conocimiento por sí mismo sin exigencias externas.

Las creencias y concepciones que conforma estas teorías no pueden permanecer estáticas, es necesario examinar los procesos que permitan un cambio en ellas, de acuerdo con las exigencias de una práctica docente atenta a otras formas de enseñanza y de aprendizaje acordes a las necesidades de la actual sociedad del conocimiento. Como señalan Pozo et al. (2006) “Además de otras muchas dimensiones (cultural, institucional y en su caso profesional e incluso laboral), el cambio en las formas de enseñar y aprender implica, desde esta perspectiva, un auténtico *cambio conceptual*, o aún mejor un *cambio representacional*...” (p. 128).

El cambio conceptual es un tema polémico, se puede entender de diversas maneras en la investigación y en la innovación educativa. El cambio se ha planteado como la sustitución de unas concepciones por otras. Así, se busca que el alumno deje la física aristotélica y asuma mediante la intervención educativa, el movimiento de los cuerpos desde la física de Newton. En el caso de los profesores se plantea el *reciclaje* de sus creencias o que mediante la reflexión

sobre sus concepciones, el docente pueda abandonar sus perspectivas directas e interpretativas de la enseñanza y del aprendizaje para aceptar posiciones constructivistas en su práctica docente (Pozo y Flores, 2007).

Manifiestan Pozo et al. (2006) que para que el cambio conceptual se pueda efectivamente lograr:

Debería entenderse como un proceso de *redescripción representacional* (...), por el que se trataría de que las nuevas formas de conocimiento explícito, más complejas, no intenten sustituir a esos hábitos profundamente arraigados, sino más bien describirlos, explicarlos (es decir, hacerlos explícitos en el marco de un nuevo sistema de conocimiento que les da un nuevo significado). (p. 130).

Lo anterior quiere decir, que no se trata de que los alumnos corrijan inmediatamente sus errores conceptuales o que los docentes cambien rápidamente sus prácticas; de lo que se trata es que los sujetos reconstruyan los conocimientos y los docentes repiensen o describan sus prácticas desde una teoría con mayor poder explicativo y representacional que las creencias o teorías implícitas anteriores.

También, las creencias de enseñanza y de aprendizaje se reflejan en diversos enfoques para el tratamiento de los contenidos de ciencias en el aula, para Pozo y Gómez (2013):

Frente al habitual divorcio entre lo que los profesores enseñan –mucho, complejo y muy elaborado- y lo que los alumnos aprenden –no tanto, bastante simplificado y poco elaborado- se trata de identificar estrategias que aproximen lo que profesores y alumnos hacen en el aula. (p 266).

Este acercamiento se logra mediante las actividades de aprendizaje y enseñanza que plantea el docente en el aula, representan variadas actitudes, procedimientos y concepciones necesarias y funcionales, es decir, orientaciones como: el enfoque *tradicional*, *por descubrimiento*, *por exposición*, *el conflicto cognitivo*, *por investigación*, *el uso de modelos* y *la indagación* (Anexo 3.2). Cada enfoque implica ciertos supuestos, secuencias de actividades y formas de enseñanza en las que el docente y el alumno asumen diferentes papeles.

Aquí conviene destacar el papel que el docente desarrolla en cada uno de estos enfoques. En el enfoque *tradicional* el docente proporciona los conocimientos y controla todo el proceso de enseñanza. Mientras que, en el enfoque *por descubrimiento*, el profesor dirige la investigación al tomar como guía el método científico como elemento fundamental de la ciencia.

La orientación *expositiva* es uno de los enfoques más comunes de la práctica docente, según el cual la presentación verbal organizada permite un acercamiento sistemático de los alumnos a los conocimientos disciplinarios. Muy diferente es el enfoque del *conflicto cognitivo* en donde el enseñante plantea a los alumnos situaciones de crisis en sus concepciones alternativas para guiar la solución y alcanzar un cambio conceptual en los alumnos.

Una manera más avanzada en la actividad docente está constituida por los enfoques de *investigación* y de *modelos*. En el enfoque de investigación el profesor plantea las situaciones problemáticas y dirige su solución. En el enfoque de *modelos*, el profesor promueve el empleo y construcción de distintos modelos (imágenes, dibujos, ecuaciones, fórmulas y otras figuras) representativos y explicativos de los fenómenos de la naturaleza para contrastar, exponer las diferencias e integrar los conocimientos disciplinares. Aquí debe considerarse el enfoque de *Inquiry* en el cual, el docente impulsa el interés, la curiosidad, propone preguntas, valora respuestas y muestra las ideas del alumnado, su modificación o transformación. Finalmente, esta

es una presentación muy esquemática de las orientaciones de la enseñanza; en muchas situaciones complejas del aula las diversas acciones para el aprendizaje tienen que ver con dos o más de estos enfoques, y desde luego con las creencias del profesor.

3.4 Conocimientos

Como se ha indicado anteriormente el conocimiento es diferente a las creencias y a los saberes implícitos, el conocimiento tiene características relacionadas con:

- El aprendizaje explícito y consciente, que favorece la reflexión y la comunicación; tiene su origen principalmente en la educación formal.
- Su función es epistémica: de naturaleza general, simbólica e independiente del contexto. Permite decir y expresar ideas en forma deliberada.
- Puede cambiar por comprensión o reestructuración, es relativamente fácil de renovar o sustituir en forma deliberada. (Pozo, 2013, p. 72).

Para Morin (1999) citado en Pozo y Monerero (2013) el conocimiento es dialogar con la incertidumbre, no es “Adquirir un mapa o conocimiento y aplicarlo siempre igual, sino saber elegir el mapa más adecuado, de entre los conocidos o disponibles, para cada viaje o propósito” (p. 21). Los autores anteriores sostienen que el conocimiento en general, y en particular el académico presenta esos rasgos de incertidumbre que lo caracterizan como: inabarcable, de duración y fiabilidad limitada, relativo a ciertas perspectivas teóricas y en permanente transformación. Por ello, para los docentes y para los alumnos el conocimiento es fuente de incertidumbre y desasosiego; no obstante, existe la tendencia a definirlo como dogmáticamente cierto.

Estas características del conocimiento propician la necesidad de identificar en los docentes los conocimientos que poseen, como elementos necesarios para comprender la enseñanza; como dice Mellado (2011) la buena enseñanza la realizan los buenos profesores, porque en el proceso educativo los cambios e innovaciones se relacionan con el pensamiento de los docentes, especialmente con la presencia de los conocimientos.

Los conocimientos forman parte del pensamiento docente, se desarrollan junto a las creencias, concepciones y otros saberes durante los años de formación y en el ejercicio profesional (Salazar, 2015). Para algunos autores esos conocimientos se encuentran dispersos o no se activan en forma adecuada; Porlán (1998) plantea que en el conocimiento profesional de los profesores encontramos diferentes elementos, entre ellos, los conocimientos, generalmente en forma desordenada o fragmentaria.

Porlán (1998) plantea el concepto de “Conocimiento profesional de hecho” para nombrar el resultado de “Yuxtaponer (...) saberes diferentes, generados en momentos y contextos no siempre coincidentes, que se mantienen relativamente aislados unos de otros en la memoria de los sujetos y que se manifiestan en distintos tipos de situaciones profesionales o preprofesionales” (p.158).

Frente a estas concepciones, Porlán (1998) señala la necesidad de transitar de un “Conocimiento de hecho” a un “Conocimiento deseable”, es decir, a una reelaboración e integración de diversos saberes; un cuerpo de ideas en evolución con actitudes y valores dirigidos a la transformación del contexto escolar y del conocimiento profesional. Un conocimiento nuevo que supera los obstáculos epistemológicos de los saberes yuxtapuestos, mediante la participación del maestro en distintos procesos que propicien el desarrollo profesional.

Para Darling-Hammond (2002) es fundamental que los docentes cuenten con una base común de conocimientos desarrollados a través de una formación de carácter profesionalizador, con un proceso de acreditación para el ejercicio profesional y la permanente reconstrucción de esos conocimientos. Conocimientos que se relacionan, dice la investigadora, con los contenidos, con los alumnos y sus procesos de aprendizaje, con las estrategias didácticas y la evaluación; así como el análisis y reflexión de su práctica docente.

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) recoge los conocimientos directos y necesarios que los profesores emplean en la enseñanza concreta. Este concepto centra la atención en los conocimientos profesionales del docente, facilita su identificación y sus relaciones con los otros elementos profesionales. Para Shulman (2005) el CDC es el conocimiento específico que tiene un docente para enseñar su materia; es parte de una serie de conocimientos que posee el docente como el conocimiento de la materia, del programa, de los alumnos entre otros. El CDC es un conocimiento personal desarrollado en la práctica docente, es reflexión y acción didáctica para transformar el contenido de la materia en representaciones comprensibles para los estudiantes. Para Shulman (2005) este conocimiento hace de la enseñanza una profesión.

El conocimiento de la asignatura que se imparte significa saber que algo es así, comprender por qué lo es y saber bajo qué circunstancias es válido el conocimiento correspondiente (Acevedo, 2009a, 2009b; Vergara y Cofré, 2014). Para ello, por ejemplo, el maestro, además de conocer la estructura conceptual de la física, incorpora el conocimiento y reflexión sobre el desarrollo y relación con la cultura y la sociedad de esta disciplina; es decir, una reflexión metacientífica que permite enriquecer su comprensión de la ciencia. Enseñar las leyes de Newton es, además, de un contenido valioso para entender el movimiento de los

cuerpos, un elemento que favorece la interpretación de su impacto en el desarrollo social y tecnológico, entre otros. Esto será importante en las siguientes decisiones didácticas que emprenda el profesor como la evaluación y otras exigencias curriculares (Shulman, 2005b).

Para Acevedo (2009a), el CDC proporciona un modelo didáctico de pensamiento y acción, en donde el profesor puede transformar la comprensión, las habilidades para desenvolverse y las actitudes y valores deseados en representaciones y acciones didácticas. Aquí, el profesor inicia su planeación reflexionando sobre el contenido, sus finalidades y su contexto de trabajo para comprender lo que van a aprender los alumnos. Luego, el maestro analiza y valora los materiales adecuados y las formas de enseñanza y de evaluación más pertinentes; que lo lleven a una nueva reflexión y comprensión de su quehacer. Para Shulman, (2005) enseñar es comprender, afirma concretamente que el punto de partida y la culminación del proceso es un acto de comprensión. Al respecto Marcelo (1993) explica:

Todo proceso de enseñanza comienza con una reflexión y elaboración (conocimiento comprensivo) de los propósitos, estructura del contenido a desarrollar, de las ideas y relaciones que es posible desarrollar dentro de la propia materia y con otras disciplinas. Paralelamente, los profesores comienzan la transformación del contenido que van a desarrollar, incluyendo una selección y organización de los materiales a utilizar; la selección de analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones y explicaciones, para adaptar el contenido a las características de los estudiantes, teniendo en cuenta las concepciones, preconcepciones, errores conceptuales, dificultades, lenguaje, cultura, motivaciones, clase social, sexo, edad, capacidad, aptitud, intereses, autoconceptos, y atención de los alumnos. (...) El tercer componente identificado por Shulman es la

enseñanza, e incluye conocimiento referido a la gestión de clase, presentación de la información, interacción con los alumnos, trabajo en grupo, disciplina. (pp. 1-2)

La propuesta de Shulman (2005) ha sido retomada por otros investigadores, que han trabajado el concepto de CDC a partir de varios aportes, como pueden ser los modelos teóricos de Gess-Newsome (1999), quien desarrolla dos esquemas: uno integrador y otro transformativo. En el esquema integrador, el CDC se considera como el resultado de la interacción de tres conocimientos: del tema, el didáctico y el que se refiere al contexto. los tres dan como resultado el CDC del profesor exitoso o de experiencia. El otro esquema, el transformativo, considera que el CDC es el resultado de un proceso de transformación del contenido de la materia y del contexto de la enseñanza en la sala de clases. En ese sentido el CDC es dinámico, cambia, se ajusta, se adapta a las características de la materia, a las propuestas didácticas y a las condiciones del aula.

El CDC permite explorar lo que ocurre entre la planeación y la enseñanza; así, se asume en diversos estudios como Jackson (1975) citado en Marcelo (1993) que propone las fases pre, inter y postactiva en el proceso de enseñar, en el cual se insiste en la transformación del contenido en materia enseñable, de tal forma que:

El modelo elaborado por Shulman recoge las propuestas de Schön (1983) sobre la epistemología de la práctica cuando plantea que los profesionales, incluidos los profesores aprenden a partir de la reflexión-en-la-acción. La reflexión en este modelo no aparece en una sola fase, sino que está permanente en todas las fases del proceso de enseñar. Lo original del modelo propuesto por Shulman reside en destacar la importancia de la fase de Transformación del contenido incluido en las propuestas curriculares, libros de texto, en conocimiento enseñable (Marcelo, 1993, par. 31).

Shulman (2005) advierte que el CDC es de suma importancia al identificar los conocimientos distintivos de la enseñanza; es el conocimiento de la disciplina (Biología, Física, Química) y la didáctica que permiten comprender los temas y los problemas en función de los aprendizajes, intereses y capacidades de los estudiantes.

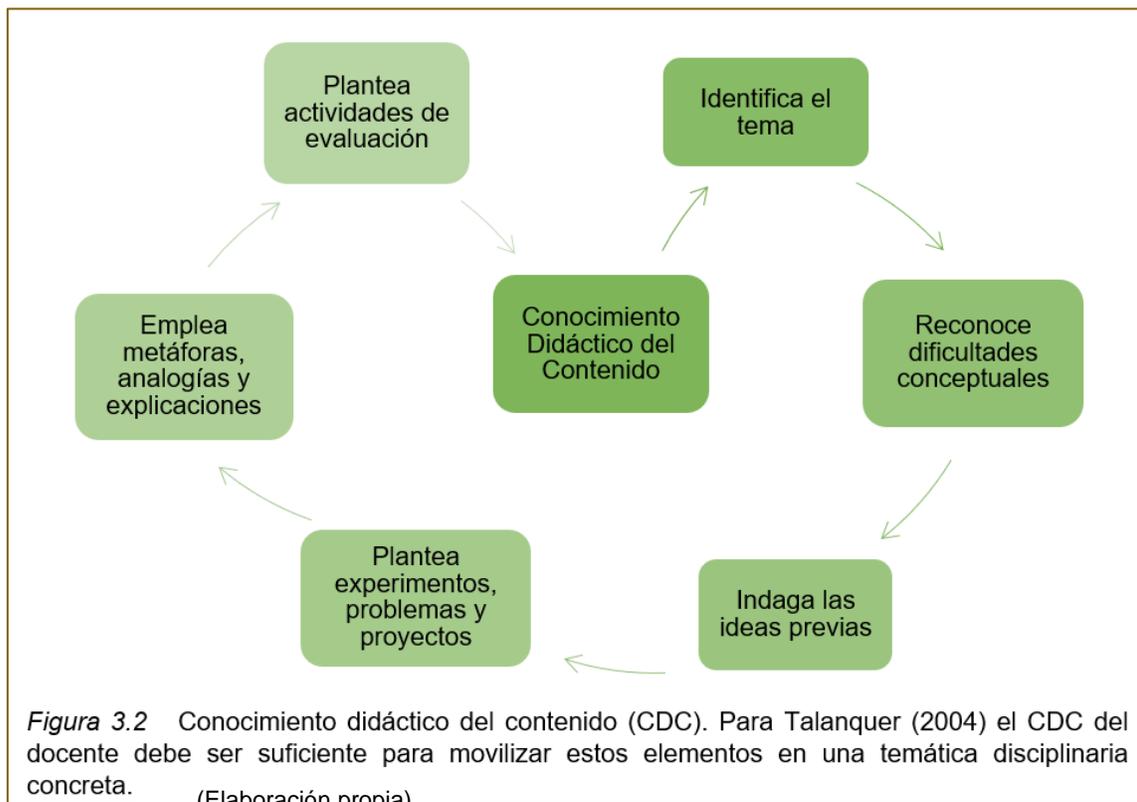
Renglones atrás se comentaban las categorías del conocimiento base de Shulman (2005) una de las cuales es el CDC que se observa como un conjunto de ideas que favorecen la presentación de un tema; un conocimiento muy específico para enseñar un contenido particular a un grupo concreto de estudiantes. Bolívar (2008) reconoce que el CDC es la categoría más importante del conocimiento base, permite distinguir a los profesores iniciales de los experimentados e incluso distinguir a los buenos profesores de los docentes eruditos. El CDC implica la comprensión del significado de la enseñanza de un tema particular, la célula o las leyes de Newton, “Así como de los principios, formas o modos didácticos de representación (...) se construye con y sobre el conocimiento de la materia, el conocimiento pedagógico general y el conocimiento de los alumnos” (Bolívar, 2008, p. 89).

El CDC es un elemento importante en la didáctica de las ciencias, en la investigación, en la formación y el ejercicio profesional, existen varios modelos o formas de organizar el CDC (Barnett y Hodson, 2001; Talanquer, 2004). En la integración del CDC, siguiendo a varios autores, Bolívar (2008) distingue cuatro componentes principales para organizar y transformar el contenido disciplinar:

- El conocimiento de la comprensión de los alumnos; es decir, cómo los alumnos entienden un tema sus dificultades o ideas iniciales.
- El conocimiento del *currículum* y los medios de enseñanza.
- Las estrategias didácticas que incluyen actividades, tareas y acciones de la clase.

- El conocimiento de los fines de la enseñanza, cuál es el propósito de enseñar ciencias en la educación secundaria.

Talanquer (2004) expresa que el CDC o conocimiento didáctico del contenido del docente de ciencias presenta varios componentes que permiten distinguir su presencia en la práctica del profesor: la identificación de las ideas centrales, el reconocimiento de las dificultades conceptuales, la recuperación de las ideas previas de los estudiantes, la selección de experimentos, problemas o proyectos, construya explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión y diseño actividades de evaluación (Figura 3.2).



Ahora, Garritz, Daza-Rosales y Lorenzo (2015) subrayan que el conocimiento profesional del profesor está integrado por la interacción de tres tipos de conocimientos: el *conocimiento pedagógico*, el *conocimiento disciplinar* y el *conocimiento del contexto*; entonces

el CDC consiste en la transformación de esos conocimientos cuando interaccionan en la actuación de los profesores, en cierta forma consideran el CDC como equiparable al conocimiento profesional de los docentes.

Cabe aclarar que Barnett y Hodson (2001) consideran el contexto como un elemento sobresaliente, señalan un “Conocimiento Pedagógico del Contexto” con el propósito de entender a los buenos profesores, para ello consideran cuatro tipos de conocimiento: a) Conocimiento académico y de investigación; b) Conocimiento Pedagógico del Contenido (equivale al CDC); c) Conocimiento Profesional; y d) Conocimiento del salón de clases.

Finalmente, como afirman Garritz, Daza-Rosales y Lorenzo (2015) el CDC tiene que estudiarse como sistema complejo, el cual resultaría susceptible a las condiciones de la formación inicial y continua del profesorado, y también, a los sucesos que derivan de las interacciones entre los componentes o categorías generales de conocimiento que se hibridan y progresan contextualmente. Y puede agregarse que se conectan con las creencias e incertidumbres de los docentes.

3.5 Incertidumbres: Los profesores en un mundo cambiante

El mundo de la enseñanza no es un precisamente firme y seguro, un mundo sólido, es lo contrario, se trata de un mundo líquido; como expresa Bauman (2008a, 2008b), un mundo en donde las cosas ocurren, no maduran, no se solidifican, cambian constantemente; los seres humanos perplejos buscan adaptarse a esas nuevas condiciones, tal vez no con mucho éxito como ocurre con los docentes.

Morin (1999) relaciona conocimiento e incertidumbre, expresa que el conocimiento implica el error y la ilusión; porque todo conocimiento siempre está sometido a prueba con la

ilusión de la validez sostenida. El conocimiento no refleja la realidad es solo una interpretación, “Es el fruto de una traducción/reconstrucción mediada por el lenguaje y el pensamiento y por ende conoce el riesgo de error” (p. 5). Por tanto, el conocimiento implica incertidumbre, la cual está en todas partes, en la vida humana, en los valores, en la historia, en el pensamiento, en la filosofía, en la ciencia; reitera Morin (1999) “El futuro se llama incertidumbre” (p. 40).

Morin (2016) plantea dos grandes incertidumbres: la física - biológica y la condición humana. El desorden y el orden dan lugar al universo y a la vida, en procesos tan complejos en donde las certidumbres avanzan en medio de más incertidumbres, dice “Hemos aprendido que todo lo que existe no ha podido nacer más que del caos y la turbulencia (...), el cosmos se organizó al desintegrarse” (p. 73). Agrega que la biología “Se ha abierto a lo incierto” (p. 73); cuando el desarrollo de la vida parte de la concurrencia de las macromoléculas en una organización nueva “Capaz de autorreorganizarse, autorrepararse, autorreproducirse, apta para extraer la organización, la energía y la información de su entorno” (p. 73).

La condición humana está marcada, según Morin (2002), por la incertidumbre cognitiva y la incertidumbre histórica. La primera, significa que el conocimiento depende de la interpretación, agrega que “Conocer y pensar no es llegar a una verdad absolutamente cierta, sino que es dialogar con la incertidumbre” (p. 77). Certidumbre y progreso son dos afirmaciones seductoras pero que es necesario confrontar hoy con un nuevo pensamiento:

La civilización moderna ha vivido con la certeza del progreso histórico. La toma de conciencia de la incertidumbre histórica se hace hoy en día con el derrumbamiento del mito del Progreso. Un progreso es ciertamente posible, pero incierto. A esto se suman todas las incertidumbres debidas a la velocidad y a la aceleración. (p. 39).

La incertidumbre histórica considera que el desorden y el caos es la constante en la historia de la humanidad. Si bien, existen ciertas precisiones sociales, políticas y económicas, no constituyen determinaciones en el sentido de que cualquier acontecimiento desvíe el curso del desarrollo; dice Morin (2016) que “No existen las leyes de la historia” (p. 77); no estamos condenados por el progreso histórico. Agrega que “El hombre es un ser frágil e inseguro que realiza una obra incierta en un mundo incierto” (p. 78).

Ese mundo incierto no puede ser la fuente de una frustración general, señala Morin (2016) que el ser humano cuenta con tres viáticos fundamentales para enfrentar la ausencia de certezas. Esos elementos necesarios para desafiar las incertidumbres son:

- La conciencia de la ecología de la acción, ya que cualquier acción entra en interacciones y reacciones en el contexto de su realización. Las consecuencias últimas de la acción son impredecibles.
- La estrategia con objetivos claros y definidos. Reunir informaciones, verificarlas y reorganizar las acciones en un entorno de escasas certezas.
- La apuesta es la integración de la incertidumbre en la fe o la esperanza, es decir, la *fe incierta* y la *racionalidad autocrítica* como estrategias contra el error (pp. 80 - 81).

Enfrentar la incertidumbre es un aprendizaje, la educación del futuro dice Morin (2016) debe volver al conocimiento de las incertidumbres y considerar:

- Un principio de incertidumbre cerebro-mental que se deriva del proceso de traducción / reconstrucción, propio a todo conocimiento.
- Un principio de incertidumbre lógica. Como decía Pascal muy claramente: «ni la contradicción es señal de falsedad ni la no contradicción es señal de verdad».

- Un principio de incertidumbre racional ya que la racionalidad, si no mantiene su vigilancia autocrítica, cae en la racionalización.
- Un principio de incertidumbre psicológica: No existe la posibilidad de ser totalmente consciente (...) siempre conserva algo fundamentalmente inconsciente.

Ahora, la incertidumbre es para Carbonell (2006) “Uno de los componentes más emblemáticos de este nuevo siglo donde se funden y retroalimentan la posmodernidad, la globalización y la era de la información” (p. 109). Una época en la cual la búsqueda de la seguridad se torna apremiante e indispensable, los profesores en el aula no están exentos de esa condición porque como señala este autor “Una incertidumbre que, como contrapartida y salvaguarda de la supervivencia, busca constantemente referentes de seguridad y certidumbre” (p. 109).

Esa condición de incertidumbre y búsqueda de seguridades viene de los cambios y las crisis sociales, económicas y políticas que impactan la profesión docente y en general a la educación. Carbonell (2006) expone cinco rasgos de la crisis de la profesión docente que pueden sintetizarse de la siguiente forma:

- La intensificación y la sobrecarga de conocimientos, responsabilidades y tareas para el docente y para la escuela en general.
- Las relaciones complejas de los docentes con los alumnos, las familias, las autoridades y con otros docentes.
- La pérdida del protagonismo de la escuela y el deterioro de la imagen del docente.
- La complejidad en el ejercicio de la autonomía restringida que se concede a los centros escolares.

- La complejidad de la carrera docente en sus mecanismos de ingreso, promoción, control y evaluación de los profesores.

En todos los ámbitos, en tiempos recientes y en forma específica en educación, es común hablar del cambio, por lo que éste, se convierte en un referente obligado cuando se estudia y se pretende comprender la realidad; pero junto al cambio y de manera ineludible se trata con la incertidumbre como centro de esos procesos de perturbación (Pérez Gómez, 2006). Cambio e incertidumbre son parte de la cultura, ya que la seguridad o la certeza han quedado atrás, o como lo plantea Morin (1999), “Aunque conservemos y descubramos nuevos archipiélagos de certidumbre, debemos saber que navegamos en un océano de incertidumbre” (p. 3).

Para Fernández Enguita (2006) el cambio se ha extendido, intensificado y acelerado en todos los ámbitos de la vida humana, de modo que la educación se ve apremiada por el cambio social; el trabajo en la sociedad del conocimiento; la ciudadanía en la era de la globalización; la relación familia-escuela; la justicia social; la organización y entorno de los centros escolares; y las transformaciones profesionales. Procesos complejos e inciertos que impactan a las instituciones escolares y especialmente el ejercicio profesional de los docentes. Se aglutina el cambio y la transformación, atrás las certezas que colocan a la institución escolar y al profesional de la enseñanza ante demandas excesivas, contradictorias, cambiantes y frágiles que llevan al desconcierto de los docentes.

Para Barnett y Hodson (2001) los docentes de ciencias enfrentan espacios de interacciones y exigencias múltiples que denominan micromundos. Reconocen cuatro micromundos en la docencia:

- El micromundo de la enseñanza de las ciencias: Representa la preocupación por la alfabetización y los objetivos de la educación científica para la ciudadanía activa y la promoción de un comportamiento ambiental responsable.
- El micromundo del profesionalismo docente, en el que las preocupaciones inmediatas de los docentes -en función de su experiencia- serán la "supervivencia", la adquisición de competencias básicas, el establecimiento de cierta credibilidad con colegas, la influencia de otros profesores o la promoción para su desarrollo profesional.
- El micromundo del currículo de ciencias, que requiere de la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades, el despliegue de los procedimientos prescritos y de las formas de evaluación.
- El micromundo de la cultura escolar de Edwards y Mercer (1987) citados en Barnett y Hodson (2001), el espacio propio de la escuela con su ethos distintivo y los patrones de conducta aceptable e inaceptable - sus "reglas básicas".

Cada espacio tiene sus problemáticas y formas de atender o reaccionar por parte de los docentes; Barnett y Hodson (2001) consideran que cada uno de estos micromundos del profesor de ciencias con sus cargas de incertidumbres tienen sus propias bases de creencias, conocimientos y estrategias de resolución de problemas, que los profesores desplegarán durante la enseñanza.

3.6 Profesión y desafíos

Como se indicaba anteriormente, para Barnett y Hodson (2001) la profesión es uno de los micromundos del profesor, con sus rasgos de incertidumbre y complejidad; también, desde la profesión, Hargreaves (1996) refiere la docencia desde dos conceptos fundamentales: el profesionalismo y la profesionalización. El primer concepto se relaciona con la calidad del

trabajo, las formas de conducirse y los estándares que regulan la actividad; la profesionalización se relaciona con el reconocimiento, el prestigio y la posición social, aspecto que aparece en las reformas nacionales como elemento central (SEP, 1992, 2011b, 2017 y 2019).

Este investigador distingue cuatro momentos o edades en el profesionalismo y el aprendizaje profesional del profesor: *preprofesional*, *profesional autónomo*, *profesional colegiado* y *post profesional*. En una exposición breve, se tiene que la primera edad, *preprofesional* se refiere al profesor como transmisor de conocimientos, que se preocupa en el aislamiento de su aula por mantener la atención de los alumnos, cubrir los programas de las asignaturas, motivar en lo posible a sus estudiantes y dominar la materia que enseña. Enseñar es fácil, consiste en exponer la clase, explicar, tomar apuntes y hacer preguntas; es la forma de atender a los alumnos de la escuela pública masiva reflejo de las formas de producción industrial.

La segunda edad, que Hargreaves (1996) plantea, supone un *profesional autónomo* que, con una cierta libertad y reconocimiento del Estado, impulsa la educación considerada como una inversión en el capital humano. El profesor tiene cierta autonomía porque en pedagogía se discute sobre la educación basada en las disciplinas o la centrada en el alumno; los puntos de vista entre el aula abierta o el aula cerrada; y la necesidad de sustituir los métodos tradicionales de enseñanza por los métodos progresistas. Sin embargo, la formación del profesor es tarea de expertos en cursos y talleres, pero los aprendizajes docentes no llegan a las aulas, no se concretan en clase; los profesores siguen trabajando en el aislamiento, su autonomía no genera condiciones de colaboración e intercambio con los colegas.

La siguiente edad representa el momento del *profesional colegiado*. Es el maestro que busca el trabajo colaborativo, en una época de incertidumbre y de acciones de reforma; ante

demandas sobre su práctica docente que tienen que ver con: los cambios en los contenidos, la expansión del conocimiento, las cargas sociales, la deserción de los estudiantes, y la evolución de la gestión y el liderazgo escolar. El profesor se da cuenta de que aprende mejor en forma colectiva que requiere convertirse en líder de sus colegas y de sus cursos, que es necesario satisfacer los estándares profesionales y que el aprendizaje continuo es una responsabilidad individual y una obligación institucional.

En la edad del *profesional postmoderno* o post-profesional el maestro afronta nuevas configuraciones o *geografías sociales* de las familias y las comunidades; estructuras familiares distintas, un nuevo sentido de autoridad y de participación, de ejercicios de transparencia y democracia son parte de esas vivencias postmodernas que repercuten en la escuela y las prácticas de las aulas. En esta edad se tiene una nueva relación entre la escuela y el profesor con las comunidades que implica abrir vías de comunicación y desarrollo de nuevos conocimientos y aprendizajes profesionales. En este proceso evolutivo, el profesor de ciencias de la educación secundaria comparte seguramente rasgos de las diferentes etapas planteadas por Hargreaves (1996), en este país, el docente de ciencias se preocupa de las disciplinas y valora los espacios de reflexión; asume con creatividad el *currículum*, los avances tecnocientíficos e intenta fortalecer el trabajo colegiado; pero sin duda, el examen de sus creencias y conocimientos contribuye esclarecer las características de su profesionalismo.

Conviene subrayar lo que aclaran Eirín, García y Montero (2009), sobre el profesionalismo, al observar que la enseñanza es una profesión de gran complejidad al requerir la solución de problemas, el desarrollo de estrategias colaborativas y habilidades del pensamiento complejo. La complejidad es la clave para la profesionalización y para reconocer la formación profesional; así, el docente se convierte en experimentado, reflexivo y

comprometido cuando se encuentra preparado para construir una cultura de profesionalización en las escuelas.

La docencia es un profesión de desafíos, para Imbernón (2001) los desafíos tienen que ver con el marco social actual, la globalización, la calidad, la participación docente; un conjunto de factores e incertidumbres que expresa así:

La realidad de la desregularización social y económica, las ideas y prácticas neoliberales, la tan manida globalización, los indicadores de rendimiento para medir la calidad educativa, la falsa autonomía educativa y el avance del gerencialismo educativo, (...) las alternativas de participación (autonomía, colegialidad...) en la profesión docente. (p. 14).

Ante esa realidad Imbernón (2001) plantea tres espacios de reflexión o debates en torno a la formación y profesionalización docente. El primero de estos desafíos tiene que ver con el desafío del conocimiento profesional del profesorado necesario para asumir el control y autonomía sobre el proceso y organización del trabajo en las instituciones educativas. El autor se pregunta si esto implica un mayor estatus profesional y social o la posibilidad de plantear proyectos de verdadera participación en los centros escolares.

Un segundo desafío lo coloca el autor en el sentido de que la profesión docente tiene la capacidad de poner en contacto a la comunidad educativa con los diversos campos o vías del conocimiento y de la experiencia, es decir, cómo el profesional de la docencia puede generar la participación significativa de la comunidad en la toma de decisiones escolares.

Un tercer debate se relaciona con la institución escolar y la formación profesional, es decir, la posibilidad de:

Desarrollar nuevas prácticas alternativas basadas en la verdadera autonomía y colegialidad como mecanismos de participación democrática de la profesión (...). Ello condiciona el conocimiento profesional que hay que asumir: ¿Qué tipo de profesional y de institución educativa queremos para el futuro? (Imbernón, 2001, p. 16).

En esos desafíos la formación docente es un elemento sobresaliente, en el cual, el enfoque reflexivo en la formación aporta elementos decisivos, es decir, el profesional reflexivo planteado por Schön, (1992) que genera conocimientos valiosos a partir de la práctica para mejorar la acción. Desde esta perspectiva del profesional reflexivo, cercana a los supuestos del constructivismo, Martín y Cervi (2006) entiende que la actividad de los profesores no sería solamente un producto del racionalismo, de ese ejercicio de reflexión, no solo decisiones deliberadas, sino que esas reflexiones dan sentido a la realidad en que se mueven las acciones del aula. Es decir, que en ese ir y venir de la práctica y la reflexión, se construyen o reconstruyen en términos de práctica, de experiencia y de reflexión las representaciones implícitas con diferentes niveles de explicitación. Martín y Cervi (2006) delinea algunas propuestas generales para la formación de docentes:

- Considera el centro educativo en su globalidad y no los profesores aislados como eje del cambio conceptual o representacional.
- Sugiere el empleo de herramientas culturales o epistémicas en los procesos de formación: escritura de un diario, análisis de casos, grabación y revisión posterior de situaciones reales de clase, solución de dilemas, simulaciones, entre muchas más.
- Tomar en cuenta que en la formación docente los procesos cognitivos son situados, por lo que es importante considerar *el contexto y el dominio* específico para la construcción y activación de las representaciones.

- La organización de los espacios, tiempos y liderazgos en las estructuras de la formación inicial y continua para contribuir a los procesos de construcción conceptual de los docentes.

En este sentido, para Imbernón (2014) la formación de los profesores no tiene que partir de lo que planten los expertos “Sino de la gran aportación de la reflexión practicoteórica que realiza el profesorado sobre su propia práctica” (p. 144); pues es el docente quien mejor puede plantear, comprender e interpretar lo que sucede en la sala de clases. Es a partir del centro escolar y del aula, mediante el intercambio de experiencias y la generación de proyectos de intervención para esos contextos concretos es cuando se generan y constituyen espacios de reflexión real “De modo que les permita examinar sus teorías implícitas, sus esquemas de funcionamiento, sus actitudes, potenciando un proceso constante de autoevaluación de lo que se hace y analizando por qué se hace” (Imbernón, 2014, p.145).

Por su parte, Day (2007) recupera la atención en la importancia de la formación continua, por lo cual plantea tres propuestas relacionadas con la profesionalidad de los profesores. Primero advierte que para mejorar las escuelas es indispensable dedicar tiempo al desarrollo profesional; en segundo lugar, indica que la mejora de los maestros, el desarrollo profesional tiene que ser contextualizado en las necesidades propias del profesor y de la institución, las cuales no precisamente coinciden; y finalmente, es necesario enfocar la parte emocional del docente: los compromisos, las pasiones, la identidad y el entusiasmo. Esto como una reacción ante la formación continua que no desarrolla profesionalmente a los docentes, así lo sostienen Sachs y Logan, (1990) citados por Day (2007):

En vez de formar profesionales reflexivos que sean capaces de comprender, cuestionar o transformar, su práctica, la educación en servicio activo, en su forma actual, estimula

el desarrollo de unos docentes que ven su mundo en la perspectiva de unos fines instrumentales que pueden alcanzarse mediante las recetas de unas prácticas ‘probadas y ciertas’, legitimadas mediante la experiencia no examinada o unos descubrimientos de investigación aceptados acríticamente. (p. 146).

Pero en todo proceso de cambio e incertidumbre se requiere la atención al docente; considerar su pensamiento, la formación, el profesionalismo y profesionalidad, sin embargo, Hargreaves y Shirley (2012) van más allá; estos autores sostienen que el cambio educativo tiene que buscar una nueva vía. Para estos investigadores ese trayecto se llama la *cuarta vía*¹⁹, consideran que es “Una vía de inspiración e innovación, de responsabilidad y sostenibilidad” (p. 111).

Es una vía que rechaza lo tradicional, requiere la profesionalidad del docente, busca la participación que suscita un mundo de inclusión y seguridad, indican los autores: “La *cuarta vía* va más allá de la estandarización, las decisiones dictadas por los datos y las distracciones de la obsesión por los objetivos para forjar una unión equitativa e interactiva entre la gente, la profesión y el gobierno” (Hargreaves y Shirley, 2012, p. 111).

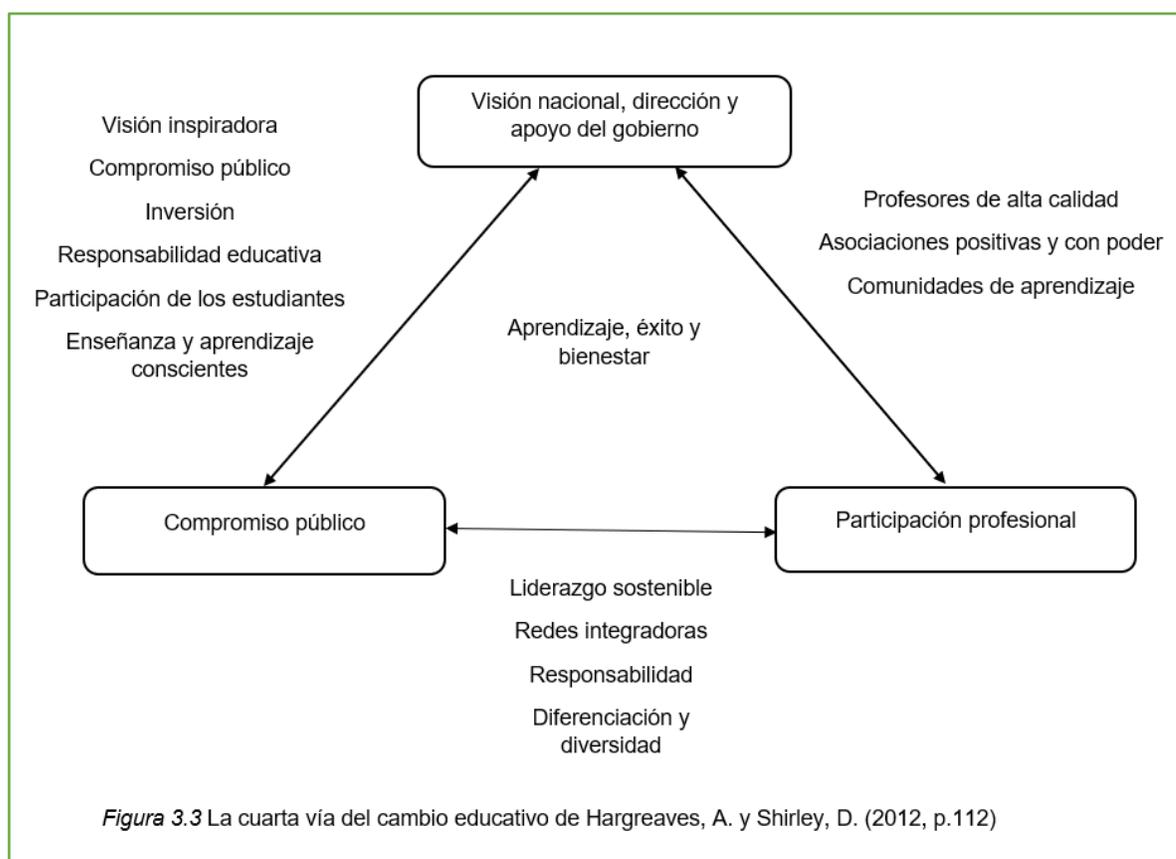
Para estos autores, la *cuarta vía* da un gran empuje a la profesionalidad docente, sostienen que los profesores son “los árbitros finales del cambio educativo”, dicen “Es hora de hacer volver a los profesores” para ello se requieren tres principios (Figura 3.3):

- *Los Profesores de alta calidad.* Para lograr este aspecto se han implementado muchas acciones, pero afirman Hargreaves y Shirley (2012) “es la misión, el estatus, las

¹⁹ Para estos investigadores las otras vías son: 1º la vía de apoyo estatal y libertad profesional; la 2º la competencia de mercado y la estandarización; y finalmente la 3º navega entre el mercado y el Estado, entre la autonomía y la responsabilidad profesional (Hargreaves y Shirley, 2012, p. 14).

condiciones y la gratificación del trabajo, junto con la calidad y el tiempo de la formación, lo que más importa” (p. 135).

- *Las Asociaciones positivas y con poder*, de tal forma que los profesores organizados potencien el aprendizaje profesional en marcos coherentes y significativos para los docentes.
- *Las Comunidades de aprendizaje en vivo* constituyen espacios para que los docentes tengan las oportunidades para “Explorar el meollo de los desafíos de su práctica mediante intercambios sensatos con sus colegas y relacionados con trabajos de investigación, redescubren la pasión por aprender y por su propio crecimiento personal y profesional que les llevó a la enseñanza” (Hargreaves y Shirley, 2012, p. 140).



Para Hargreaves y Shirley (2012) la cuarta vía (Figura 3.3) “Une las políticas gubernamentales, el compromiso profesional y el público en torno a una visión inspiradora y social de prosperidad, oportunidad y creatividad en un mundo de mayor inclusión, seguridad y humanidad” (p. 111).

Esa vía propuesta es una visión con sentido más amplio, que supera los protagonismos del Estado o del mercado, es más propicia para las sociedades del conocimiento o sociedades posmodernas, es una propuesta de cambio significativo para la educación y para la docencia; requiere propósitos claros, principios y compromisos como inversión, enseñanza y aprendizaje conscientes. Requiere de profesores de calidad y comunidades de aprendizaje con liderazgo e integración de redes docentes que potencien lo educativo (Figura 3.3).

*Más que un método para toda ocasión,
podríamos hablar de principios epistemo-metodológicos y teóricos,
más cercanos a la ontología y a la epistemología que a la ciencia positiva,
y tendría que descubrirse la forma que pueden adoptar para cada objeto concreto²⁰.*

Enrique de la Garza Toledo

²⁰ (De la Garza y Leyva, 2012)

CAPÍTULO 4

INDAGACIÓN DE LAS CERTEZAS E INCERTIDUMBRES:

PROCESO METODOLÓGICO

En las ciencias sociales y humanas, especialmente en la educación, la construcción del conocimiento científico encuentra nuevas alternativas al paradigma positivista; en esas disciplinas los investigadores cualitativos tienen formas diferentes de acercarse a la realidad; acceden a lo real, junto a las personas, sus significados y experiencias; en cierta forma comparten características y compromisos con los sujetos de estudio.

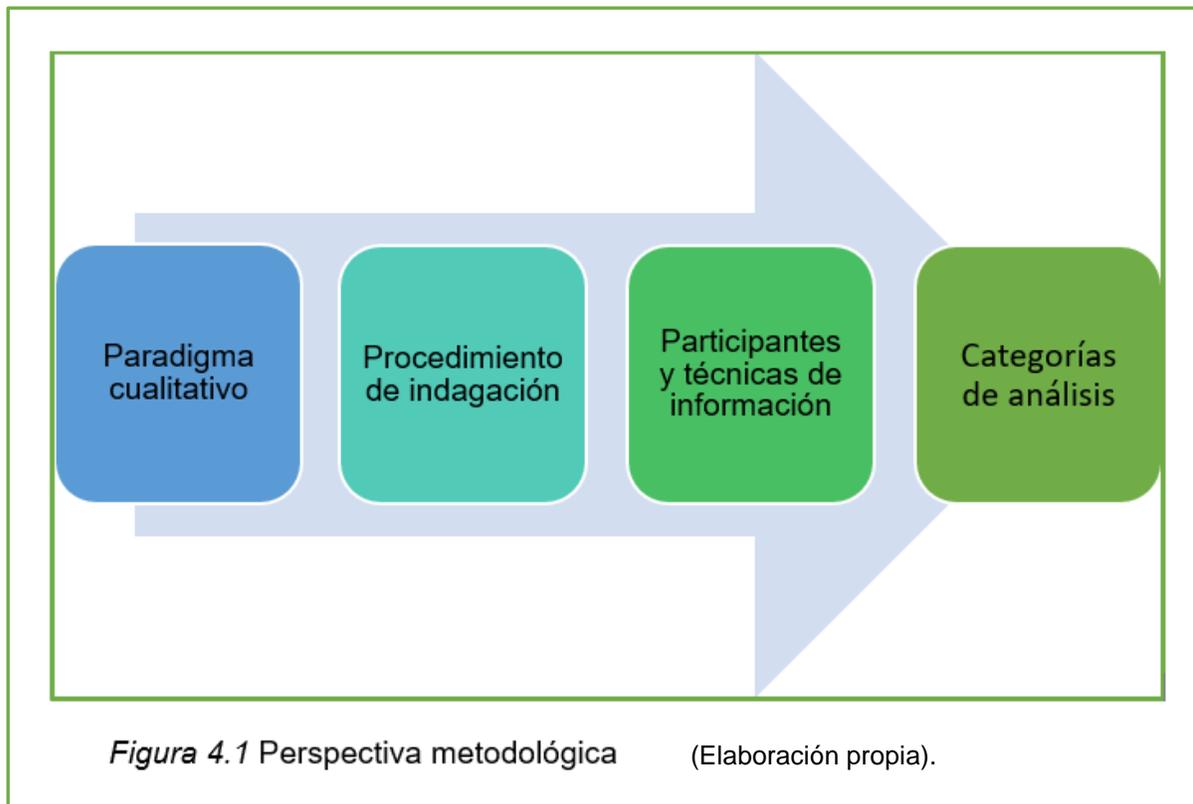
La investigación cualitativa es la metodología que permite comprender o cambiar las realidades estudiadas; así, Bartolomé (1992) citado en Dorio, Sabariego y Massot (2009) menciona que las investigaciones cualitativas pueden estar orientadas a la comprensión o la transformación, dice que tienen “Como prioridad la descripción y comprensión de las acciones e interrelaciones desplegadas en el seno del contexto, [otras investigaciones pueden tener] por finalidad la transformación social y la emancipación de la persona” (p. 276).

En el estudio de las creencias del profesor sobre la ciencia y la enseñanza, medir o cuantificar es insuficiente, solo el acercamiento a los docentes y a su contexto soporta la comprensión de esa realidad compleja, es decir, el enfoque cualitativo ofrece una vía para desentrañar el pensamiento docente en el mundo del aula en constante mutación. Como asevera Martínez Miguélez (2011):

La investigación cualitativa trata de identificar básicamente, la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones. De aquí que lo cualitativo (que es el todo integrado) no se opone de

ninguna forma a lo cuantitativo (que es solamente un aspecto), sino que lo explica e integra, especialmente donde sea importante (p. 66).

Este capítulo aborda la investigación cualitativa, el marco interpretativo y las técnicas empleadas en el estudio de las certezas e incertidumbres de los profesores. Presenta el procedimiento general de la indagación, las características de los docentes participantes, los instrumentos empleados, así como las categorías analíticas intermedias y generales que orienten los hallazgos y conclusiones (Figura 4.1).



4.1 El paradigma cualitativo

Dice Flick (2007) que, en la época posmoderna, existe una pluralización de los mundos vitales, por lo cual, las grandes narrativas que explican las relaciones sociales ceden su lugar a las narraciones limitadas, locales y situacionales. Esto hace relevante a la investigación cualitativa

para centrar la atención en aspectos puntuales de la vida de las personas, de las sociedades, y en particular en la educación, en asuntos como son las ideas sobre la ciencia y enseñanza que desarrollan los docentes en la escuela secundaria.

Esa nueva condición de la cultura dice Martínez Miguélez (2009) tiene dos aportaciones importantes, por un lado, la “*sensibilidad cuestionadora*” y la posibilidad crítica ante escenarios y propuestas; así como la “*verdad pluralista*”, esto es, la riqueza de la realidad, de tal manera que no hay explicación o teoría que agote los hechos y fenómenos.

Así la investigación cualitativa, abre un vasto paradigma, con rasgos e identidad propia, Flick (2007) explica que no se trata de una “investigación no cuantitativa” sino de atender fenómenos sociales y humanos “desde el interior” para desarrollar modelos, teorías y tipologías como formas de descripción, explicación e interpretación de los temas complejos de la vida humana. La diversidad de enfoques, de orientaciones, de trabajos y de autores hacen difícil la definición de la investigación cualitativa. Para Creswell (1998) citado en Vasilachis (2006):

La investigación cualitativa es un proceso interpretativo de indagación basado en distintas tradiciones metodológicas –la biografía, la fenomenología, la teoría fundamentada en los datos, la etnografía y el estudio de casos– que examina un problema humano o social. Quien investiga construye una imagen compleja y holística, analiza palabras, presenta detalladas perspectivas de los informantes y conduce el estudio en una situación natural. (p. 24).

La búsqueda de sentido en condiciones naturales, la interpretación y la diversidad metodológica y de fuentes de información definen y caracterizan a la investigación cualitativa desde diversos puntos de vista con coincidencias y diferencias. Denzin y Lincoln (1994) citado

en Vasilachis (2006) presentan la idea de que la investigación cualitativa es “Multimetódica, naturalista e interpretativa. Es decir, que los investigadores cualitativos indagan en situaciones naturales, intentando dar sentido o interpretar los fenómenos en los términos del significado que las personas les otorgan” (p. 24).

La investigación cualitativa consiste, según Sandín (2003) citado en Dorio, Sabariego y Massot (2009), en “Una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y también hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos” (p. 276).

En este sentido, la investigación cualitativa representa una orientación pertinente para lograr los objetivos de esta investigación. Comprender las certezas e incertidumbres constituye un todo integrado de creencias, conocimientos e inquietudes docentes, por lo que la investigación cualitativa proporciona, como sugiere Martínez Miguélez (2011), la oportunidad de identificar su naturaleza, características y estructura para dilucidar su comportamiento y manifestaciones. Y como propone Bartolomé (1992) citado en Dorio, Sabariego y Massot (2009) considerar las conductas naturales de los sujetos, las actividades e interacciones de los actores, los significados de los textos y acciones, los procesos cognitivos, la identificación de creencias, prácticas y culturas; dimensiones que pueden ser tratadas y expuestas en el marco referencial de la hermenéutica.

Dice Martínez Miguélez (2011) que el método básico en todas las ciencias es la “Observación de los datos y de los hechos y la interpretación de su significado. La observación y la interpretación son inseparables: resulta inconcebible que una se obtenga en total aislamiento de la otra” (p. 55). Pero cabe señalar que no se trata de una observación neutra y pura al estilo

positivista, sino de la observación que contempla los intereses, valores, creencias y conocimientos del observador, que pretende recuperar a los sujetos participantes. Gadamer (1993) agrega que “Toda ciencia encierra un componente hermenéutico” (p. 352). Lo observado se integra en esquemas o referentes que le dan sentido y permite comprender las partes del fenómeno y su integración en un todo. Como dice Martínez Miguélez (2011) recobrando a Dilthey (1900) se requiere de una lógica dialéctica o mejor de una hermenéutica dialéctica, donde las partes son comprendidas desde el todo, “El círculo hermenéutico” (p.57), el ir y venir del todo a las partes, el proceso interpretativo que busca el sentido, en este caso de las creencias y conocimientos de los profesores. Así, la hermenéutica dialéctica no se limita a la búsqueda de las causas directas, “supera la causación lineal, unidireccional” de los fenómenos; además, sostiene que “La verdad de las cosas no se encuentra refutando a las contradicciones, sino interiorizándolas, o sea, resolviendo los opuestos en un concepto superior que los conserva conciliados” (Hegel, recuperado de Martínez Miguélez, 2011, p. 57).

Este planteamiento es semejante a lo que ocurre en la física cuántica, Martínez Miguélez (2012) expresa que “Las partículas subatómicas están compuestas dinámicamente las unas por las otras, de suerte que cada una de ellas comprende a todas las demás” (p. 29). Y como agrega Heisenberg (1975) citado en Martínez Miguélez (2012) “El mundo parece un complicado tejido de acontecimientos en el que toda suerte de conexiones se alternan, se superponen o se combinan y de ese modo determinan la textura del conjunto” (p. 29).

Esta investigación plantea en sus objetivos la comprensión del pensamiento docente, comprender no es igual a explicar, son dos procesos distintos. La explicación es más cercana a las ciencias positivas, siguiendo nuevamente a Martínez Miguélez (2011) quien se apoya en Dilthey, Weber, y Jaspers, para expresar con claridad que:

La *explicación* se centra en el análisis y en la división para buscar las causas de los fenómenos y su relación y sus semejanzas con otras realidades, con las cuales es comparada, referida y relacionada, es decir, 'inserta en leyes más amplias y universales', y tiene más aplicación en las ciencias de la naturaleza. Las relaciones que establece pueden permanecer, sin embargo, *externas* a los objetos analizados; no conducen a su naturaleza. (p. 79).

Pero la comprensión es más profunda, cualitativa, propia de las ciencias humanas y sociales que dan cuenta de objetos de estudio complejos, en los cuales existen múltiples variables, los sujetos responden a contingencias biológicas, psicológicas y sociales, es decir, una relación de las partes y el todo, un sistema complejo. Para completar, Martínez Miguélez (2011) sostiene que:

La *comprensión*, por el contrario, es la captación de las relaciones internas y profundas mediante la penetración en su intimidad, para ser entendida desde adentro, en su novedad, respetando la originalidad y la indivisibilidad de los fenómenos. En lugar de parcelar lo real, como hace la explicación, la comprensión respeta su totalidad vivida; así, el acto de comprensión reúne las diferentes partes en un todo comprensivo y se nos impone con clara evidencia. (p. 79).

Para esta investigación, las características del paradigma cualitativo convierten a esta postura investigativa en el método apropiado y relevante para entender las interacciones entre creencias, conocimientos e incertidumbres en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria, como espacios de significados construidos en la confluencia del pensamiento de los profesores y sus acciones en el aula. Así, Heidegger (1974) citado en Martínez Miguélez (2011) "Sostiene que ser humano es ser <*interpretativo*> porque la

verdadera naturaleza de la realidad humana es <interpretativa>; por tanto, la *interpretación* no es un instrumento para adquirir conocimientos, *es el modo natural de ser de los seres humanos*” (p. 107).

Las respuestas a las preguntas de investigación y el logro de los propósitos, se desenvuelve en forma gradual a través del diálogo con los sujetos participantes, los componentes teóricos, el empleo de las técnicas apropiadas para obtener los datos, organizar la información y el análisis pertinente. Así, con una metodología cualitativa, desde un enfoque interpretativo, esta investigación responde a las preguntas planteadas y procura el logro de los propósitos general y específicos de la indagación:

Propósito general:

- ✓ Comprender la interacción de creencias, conocimientos e incertidumbres en la enseñanza de las ciencias naturales de la educación secundaria, así como sus implicaciones en los procesos de formación docente.

Propósitos específicos:

- ✓ Determinar las creencias de los profesores acerca de la ciencia.
- ✓ Examinar las creencias de los docentes en relación con la enseñanza y el aprendizaje
- ✓ Describir el CDC de los profesores de ciencias.
- ✓ Distinguir las inseguridades que enfrentan los docentes en la enseñanza de las ciencias.
- ✓ Reconocer la relación entre certezas e incertidumbres de los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales.

4.2 Procedimiento de investigación

Una vez planteadas las preguntas y objetivos de la investigación con el apoyo bibliográfico necesario (consultas en bases de datos como Dialnet, Scielo, Redalyc y bibliotecas digitales entre otras) y los primeros elementos empíricos, la cuestión procedimental es fundamental para avanzar en el proyecto de indagación. La elección del paradigma cualitativo implica la determinación de los instrumentos de información y la selección de los profesores participantes en escuelas con las condiciones generales apropiadas, como la posibilidad de acceso al plantel y disposición del personal para contextualizar el estudio.

Las profesoras y los profesores de ciencias participan en esta investigación como informantes clave, su condición de mediadores de los procesos educativos determina su papel protagónico en la enseñanza y el aprendizaje. Distintos investigadores (Marrero, 2009; Hargreaves y Fullan, 2012) colocan al docente como la imagen central de la enseñanza y el aprendizaje, por su papel mediacional en los procesos educativos de transformación y reforma; para esta investigación los docentes de ciencias naturales satisfacen estas posiciones de informantes clave. Precisamente las reformas educativas (SEP, 2011b) consideran que el desempeño docente fortalece la calidad y equidad de la educación (p. 11); porque agregan que:

La acción de los docentes es un factor clave, porque son quienes generan ambientes propicios para el aprendizaje, plantean situaciones didácticas y buscan motivos diversos para despertar el interés de los alumnos e involucrarlos en actividades que les permitan avanzar en el desarrollo de sus competencias. (p. 12).

En el mismo sentido, la reforma educativa de los Aprendizajes Clave (SEP, 2017) considera que “El éxito de los cambios educativos propuestos por esta Reforma educativa está,

en buena medida, en manos de los maestros” (p. 41); para lo cual considera que la formación inicial y continua permite el desarrollo profesional y el logro de los fines educativos.

Por estas razones los docentes, especialmente los de ciencias naturales, se convierten en participantes clave para esta investigación. Así, los profesores responsables de las asignaturas de ciencias, por su formación profesional y su experiencia, son los informantes apropiados acerca de lo que es la ciencia, la enseñanza, las creencias e incertidumbres, porque como plantea Morse (1998) citado en Flick (2007) en relación con los participantes:

Los buenos informantes deben tener a su disposición el conocimiento y la experiencia necesarios de la cuestión u objeto para responder a las preguntas en la entrevista o -en los estudios de observación- para realizar las acciones de interés. Han de tener también la capacidad para reflexionar y articular, en caso de que hubiera tiempo para preguntarlos (u observarlos), y deben estar dispuestos a participar en el estudio. (p. 83).

Los participantes forman parte del personal de escuelas secundarias en las cuales se observan condiciones como la diversidad, la estabilidad y posibilidades de colaboración; así además, se observan condiciones como la situación social, el tamaño con respecto al número de alumnos, grupos y maestros, la disposición para colaborar, las especialidades de los docentes y, además, integrantes de escuelas socialmente aceptadas como *buenas escuelas* (Con reconocimiento social, es decir, con alta demanda por los padres de familia; también, escuelas con participación/reconocimiento en diversas actividades).

La forma de acceder a las escuelas reside en acuerdos con directivos y maestros para superar las resistencias que toda investigación genera en el ámbito escolar, como señala Wolff (2004) citado en Flick (2007), la investigación es una intervención que perturba el escenario, y

torna complejo el intercambio de información. Explicar a los directivos y maestros los propósitos y procedimientos del trabajo investigativo contribuye a superar la oposición y facilitar la colaboración y el flujo de información entre el investigador y los participantes. La definición de las técnicas y el diseño de los instrumentos de información asegura la planificación, seguimiento y registro en el trabajo de campo. La revisión constante de las entrevistas, grupos de enfoque, observaciones de clase y análisis de documentos permiten mejorar el movimiento de la información de los docentes y sus condiciones de enseñanza.

El trabajo de campo se inicia en 2013 con las primeras entrevistas y observaciones de clase. Posteriormente los acuerdos con directivos y maestros permiten formar los grupos de enfoque en seis de siete escuelas seleccionadas. En una de las escuelas (escuela A) no fue posible efectuar el grupo de enfoque debido a la movilidad y cambios del personal docente y directivo. En el periodo de entrevistas, observaciones y grupos de enfoque los docentes permiten el acceso a los documentos internos que se generan en la enseñanza: planeaciones, exámenes, cuadernos y trabajos de los estudiantes (Anexo 4.1). La información obtenida se conserva y organiza en cuadernos de notas, grabaciones de audio, grabaciones de video para transcribir los datos y facilitar su manejo y análisis en el marco interpretativo con el apoyo del programa computacional Atlas.ti7 versión 7.5.7.

4.3 Los docentes de ciencias naturales: Participantes

La construcción de la muestra es una parte fundamental en la investigación. Álvarez-Gayou (2003) dice que la investigación cualitativa se dirige a la subjetividad, es decir, “Lograr y asegurar la obtención de la situación real y verdadera de las personas (...) autenticidad, más que (...) validez. Esto significa que las personas logren expresar realmente su sentir” (p. 31-32). Es decir, con los participantes se procura el rescate de la subjetividad de las personas, y con ello,

proporcionar elementos para comprender las creencias y conocimientos de los profesores. Los profesores de ciencias de esta muestra de conveniencia permite la integración de diversas fuentes de datos y contextos. Como expresa Denzin (1989) citado en Flick (2007), el enfoque cualitativo “Admite estudiar *el mismo fenómeno* en momentos y lugares diferentes y con distintas personas” (p. 81). Estos profesores son aquellos que “Muestran posibilidades de acceso en determinadas condiciones” (Patton, 1990 citado en Flick, 2007, p.81); que en esta investigación consisten en la disposición para colaborar, la experiencia y apertura de docentes (y las facilidades de los directivos de cada escuela) para participar en entrevistas, observaciones y las actividades necesarias para la investigación.

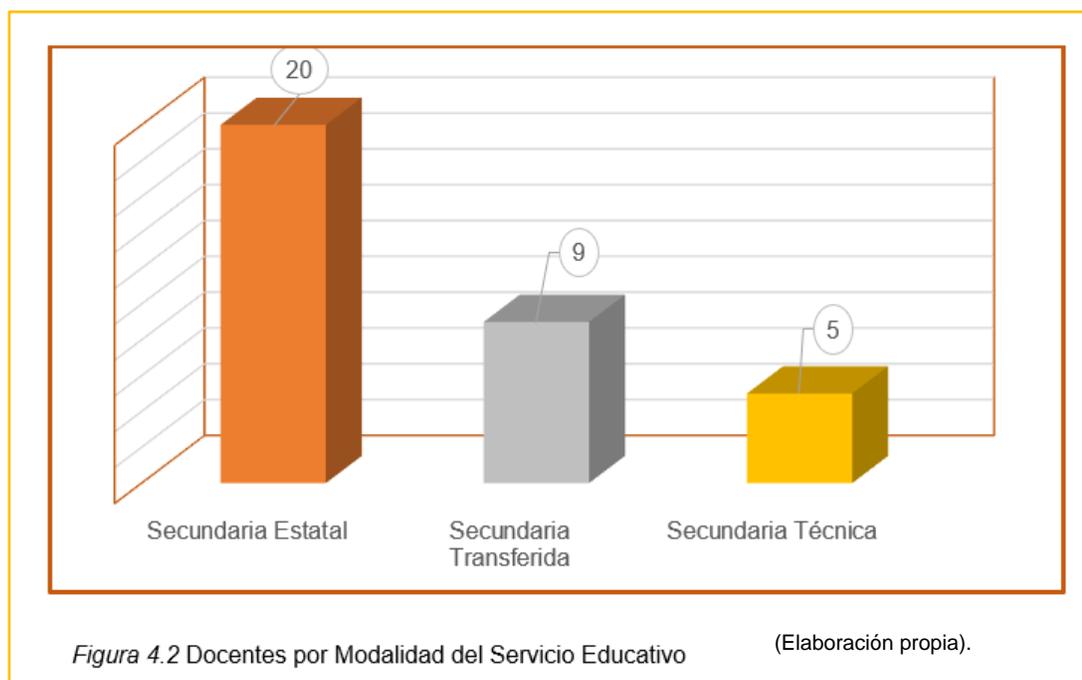
De manera que, en esta investigación los integrantes del estudio constituyen una muestra intencional, está conformada por 34 profesores de ciencias naturales de siete escuelas secundarias del área metropolitana de Monterrey, en el estado de Nuevo León; docentes que en sus clases, aulas y escuelas integran una realidad cambiante y compleja, que pueden expresar sus puntos de vista, experiencias y significaciones en torno a las creencias y conocimientos sobre la ciencia y la enseñanza.

De forma concreta, los criterios que orientan la selección de los sujetos participantes son los siguientes: profesores en servicio de escuelas secundarias generales y técnicas del estado de Nuevo León; profesores de tiempo parcial o tiempo completo, docentes con marcada experiencia (un promedio de 20 años de servicio), responsables de las asignaturas de Ciencias I, Ciencias II y Ciencias III; con una especialidad afín a las ciencias naturales; y, al mismo tiempo, con la disposición para colaborar en la investigación.

En el estado de Nuevo León existen varias modalidades de educación secundaria, la modalidad de Secundarias Generales tiene escuelas de sostenimiento estatal, federal

(Transferida) y particular. Cada una tiene características específicas en su organización y funcionamiento por la normatividad, la estructura y la condición laboral de los docentes. La modalidad de las Escuelas Secundarias Técnicas tienen una estructura organizativa y académica propias. Ofrecen el servicio educativo en dos especialidades según el lugar en el que se localizan: industrial para el área urbana y agropecuaria para el área rural²¹ (Anexo 4.2).

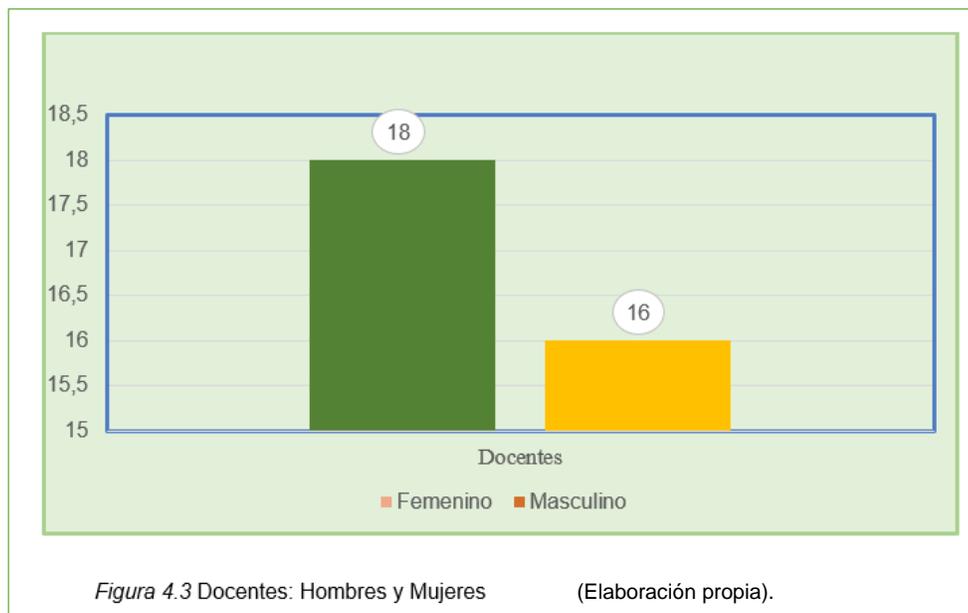
Para recuperar la información general de los docentes se emplea una ficha de exploración que los docentes responden al terminar las sesiones de los grupos de enfoque o las entrevistas (Anexo 4.3). Los datos generales, la información laboral (profesores de base o de contrato), académica (materias que imparten) y de formación (inicial y continua) delimitan los diferentes perfiles de los participantes.



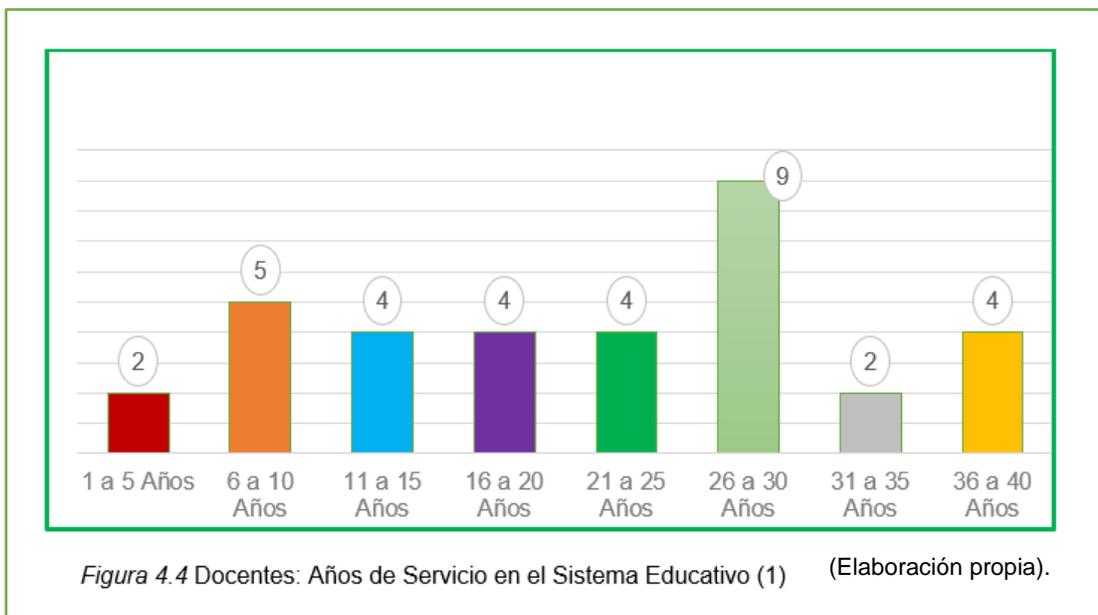
²¹ En el Nuevo Modelo Educativo implementado por el gobierno federal en 2017-2018, las asignaturas de tecnologías desaparecen del Plan de Estudios, algunos de sus contenidos se recuperan en un nuevo espacio curricular denominado Autonomía. Ahora las asignatura, en este nuevo modelo, reciben el nombre de: Ciencia y Tecnología I, Ciencia y Tecnología II, y Ciencia y Tecnología III.

Los profesores que participan en la investigación laboran en escuelas secundarias de esas tres modalidades: “general estatal”, “general transferida” y “técnica” (Figura 4.2). De tal manera que: cuatro escuelas son de la modalidad “general estatal”, con la participación de 20 docentes (58.8%); dos de modalidad “general transferida”, con nueve profesores (26.4%) y una de la modalidad de “técnica”, con cinco docentes (14.7%).

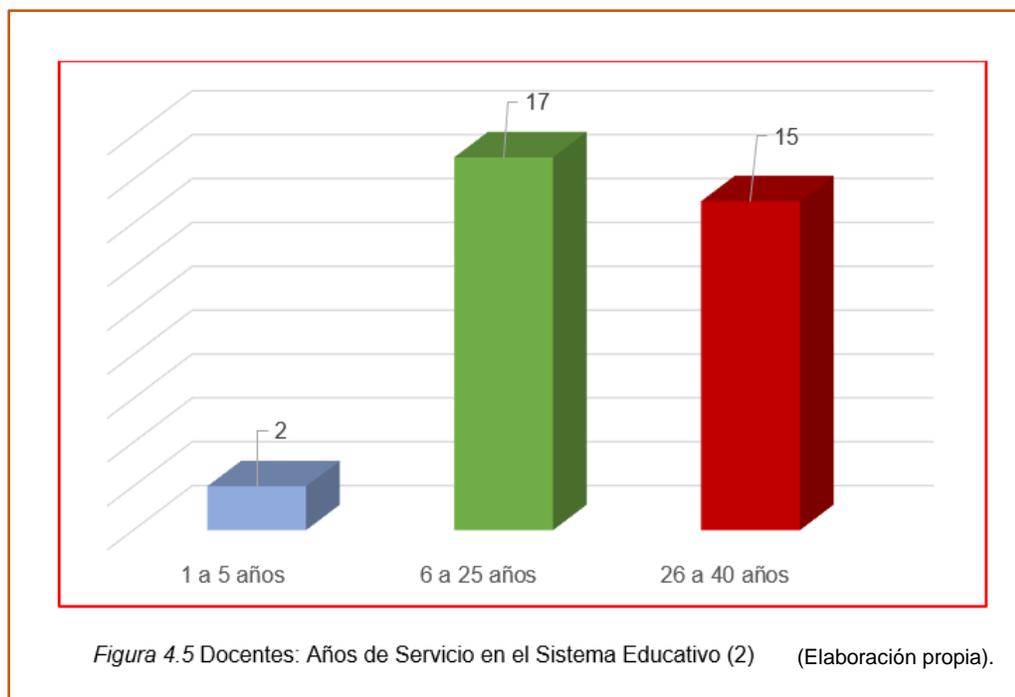
De los docentes participantes (Figura 4.3) el 52.9% son mujeres (18) y el 47.1% son hombres (16). Diferencia que muestra, como en muchos otros casos la fuerte presencia de las mujeres en la profesión docente. En este país la participación de las mujeres cambia según el nivel educativo en el que laboran, pero se mantiene la tendencia general, por ejemplo, en las escuelas de “preescolar y primaria son preferentemente atendidas por mujeres. En preescolar hay 93 educadoras por cada 100 docentes; en primaria la presencia femenina disminuye a 67%, mientras que en secundaria es ligeramente superior (52%) a la de los varones” (INEE, 2015a, p. 31).



En relación con los años de servicio, los participantes en la investigación constituyen un grupo heterogéneo (Figura 4.4). En la gráfica, la distribución de los docentes obedece a periodos de cinco años en el servicio educativo; la presentación considera ocho periodos distribuidos desde uno a 40 años de trabajo docente.

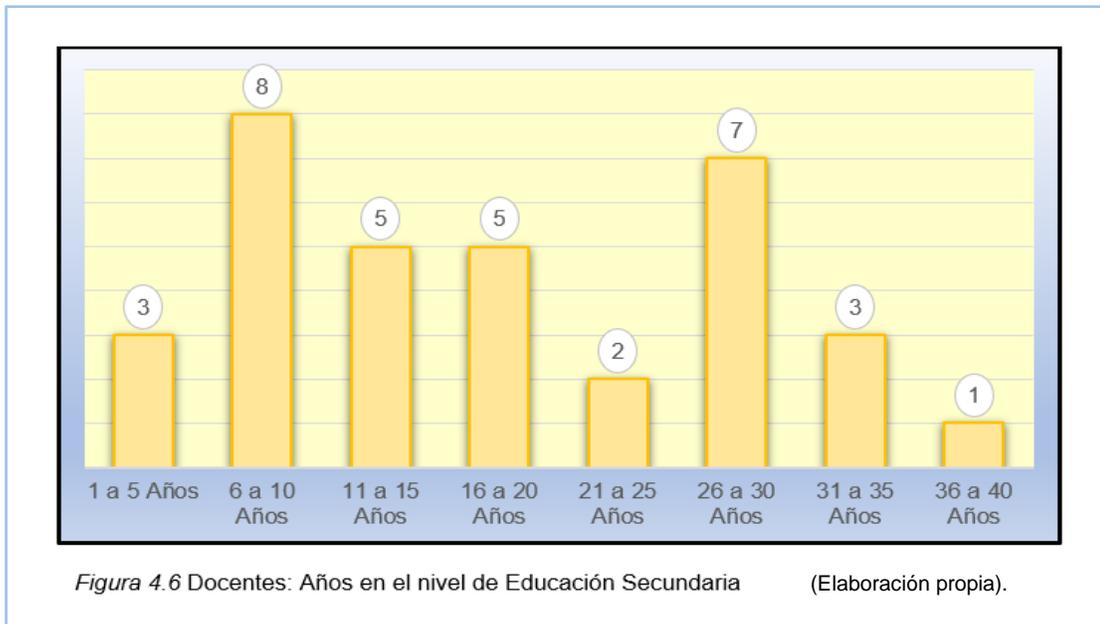


Otra manera de ver esta situación es que con estos periodos se pueden formar tres grandes grupos de docentes: un grupo pequeño de dos profesores noveles con pocos años de servicio, de uno a cinco; luego un grupo amplio, de 17 profesores cuyos años de servicio oscilan entre seis y 25 años; finalmente, un tercer grupo integrado por 15 docentes con amplia experiencia en el servicio educativo, de 26 a 40 años de servicio (Figura 4.5).



Entonces, la muestra se caracteriza como un grupo de docentes con amplia trayectoria y experiencia en el sistema educativo, que proporcionan a la investigación, su visión y quehacer pedagógico a lo largo de esos años, por lo que puede contribuir con elementos interesantes para los procesos de formación continua.

En relación con los años de servicio específicamente en el nivel de secundaria (Figura 4.6), la distribución de la muestra presenta un comportamiento similar en cuanto a los años en el sistema educativo. En muchos casos los profesores de secundaria han realizado su trayecto laboral en otros niveles educativos. Una parte han iniciado su carrera en la educación primaria (en algunos casos tienen horas en la secundaria y planta en la primaria), por lo que cuentan incluso con la formación en la Normal Básica.

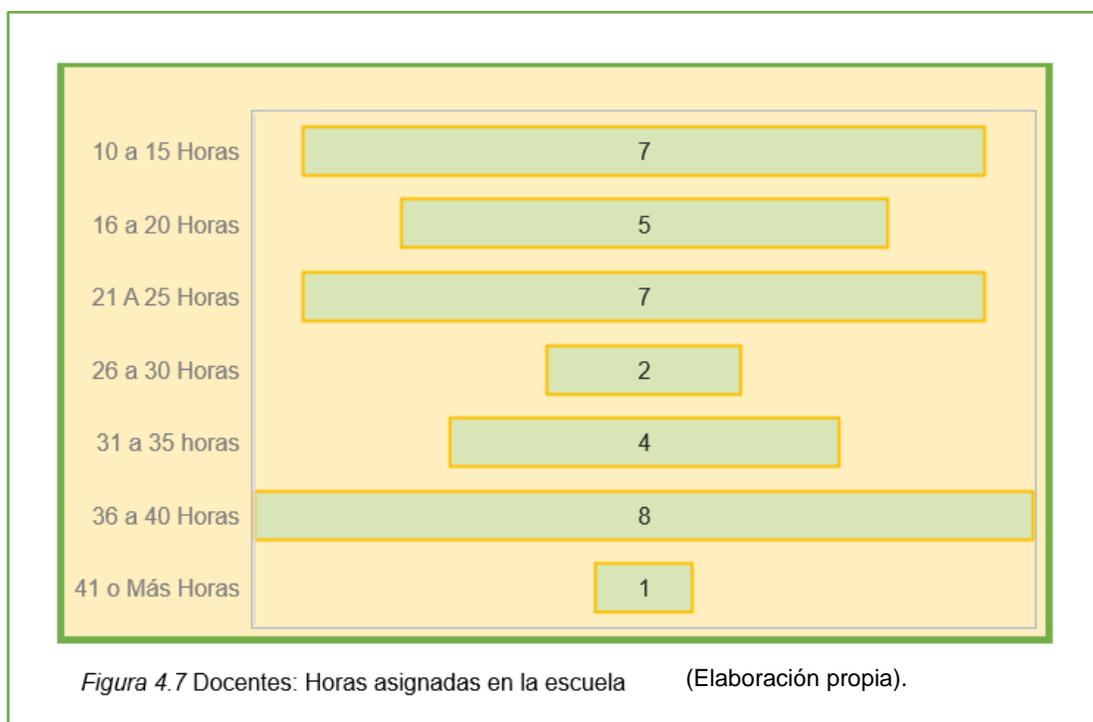


Con respecto a los años de servicio, el INNE (2015a) reporta que a nivel nacional el 17% de los profesores de secundaria tienen menos de cinco años de servicio; el 49%, tiene 14 o menos años de servicio; y el 7.7%, tiene 30 años o más de servicio, es decir, se encuentran próximos a la jubilación (p. 44). Esto tiene cierta similitud a las condiciones de los maestros participantes en esta investigación, pero en el tercer grupo (de 26 a 40 años) tiene el doble del porcentaje con respecto al nacional.

Como nota adicional (el dato no se contempló en la investigación), a nivel nacional, la edad promedio de los docentes de secundaria es de 42 años (INEE, 2015a, p. 35); y con el criterio de 30 años de servicio, si a esta edad se alcanza también la mitad de los años de servicio requeridos para jubilarse, entonces existirá una presión para retirarse de la docencia a partir de los 57 años en secundaria. En la muestra participante el 50% de los docentes tiene entre cinco y 25 años de servicio.

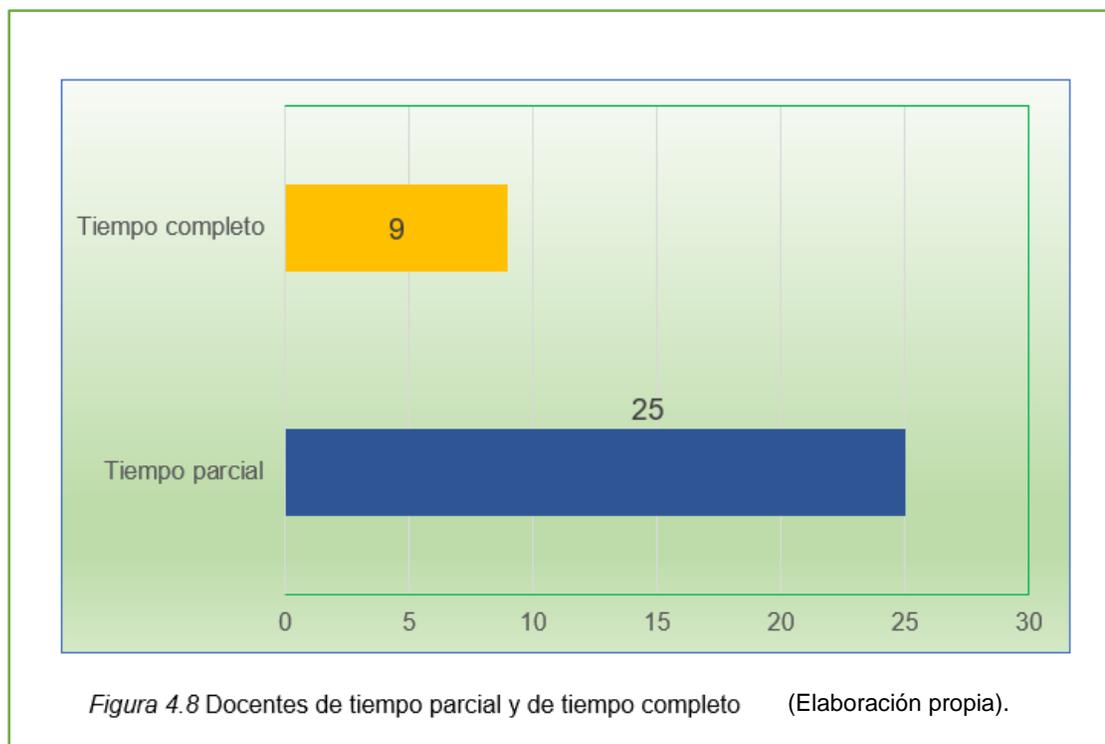
En otro aspecto, las horas de contrato laboral de los docentes se pueden clasificar con diferentes criterios, un criterio consiste en formar apartados de cinco horas (Figura 4.7). En la

muestra, los profesores de menos horas se encuentran entre 10 y 15 horas asignadas (de base) o contratadas (siete docentes); de 16 a 20 horas (cinco docentes), y así sucesivamente.



Otro criterio consiste en tomar en cuenta tiempos parciales (menos de 40 horas) y tiempos completos (40 horas). Con ese criterio (Figura 4.8), en la muestra aparece que la mayoría es de tiempo parcial (25 docentes) y una pequeña parte solamente tiene el tiempo completo (9 docentes). Los docentes de tiempo completo, únicamente, en las secundarias estatales pueden tener 38 a 42 hora y se les denomina *Maestros de Planta*²².

²² En las secundarias estatales existe la figura de “Maestro de Planta” el cual puede tener de 38 a 42 horas de contrato laboral, pero solo tiene la obligación de cubrir 25 horas frente a grupo y el resto para otras tareas académicas. Esa figura no existe en las secundarias Transferidas o en las Técnicas.



Cuando las secundarias tienen muchas plazas fraccionadas en horas o tiempos parciales y pocos tiempos completos es difícil integrar un colectivo responsable: “Sin embargo, en las secundarias generales y técnicas se observa una tendencia preocupante hacia la pulverización del tiempo en horas, situación que la LGSPD²³ aspira a evitar” (INEE, 2015a, p. 160). Esto tiene implicaciones en cuanto al nivel de involucramiento y compromiso de los profesores que asisten sólo un tiempo limitado a la escuela; y desde luego, con las aspiraciones y posibilidades de los docentes para acceder al tiempo completo y la mejora de su condición laboral.

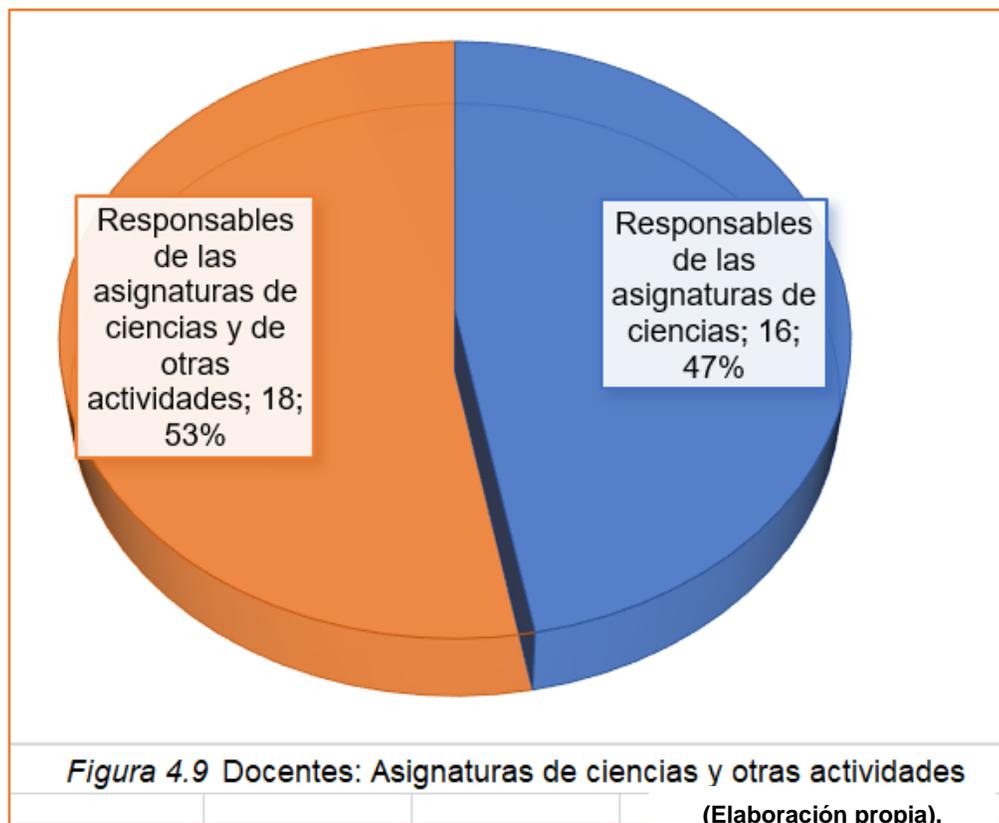
Algo similar se encuentra al revisar estadísticas nacionales, por ejemplo, el INNE (2015a) publica que:

Al inicio del ciclo 2013-2014, 5 de cada 10 docentes de escuelas secundarias generales tenían contrataciones por horas; casi 13%, de tres cuartos de tiempo [alrededor de 30

²³ Diario Oficial de la Federación. (11/09/2013). Ley General del Servicio Profesional Docente

horas], y sólo 10% trabajaba tiempo completo [40 horas aproximadamente]. Entre los docentes de secundarias técnicas se observa una mayor proporción de plazas de tiempo completo (18.1%) y de tres cuartos de tiempo (20.5%). (p. 56).

Ahora, los tiempos contratados, determinan las asignaturas atendidas y las actividades de apoyo a la escuela que realizan los docentes para cubrir sus compromisos laborales. De los profesores entrevistados, 16 tiene bajo su responsabilidad únicamente las asignaturas de ciencias, por tratarse generalmente de maestros por horas (de 10 a 20 horas aproximadamente). Los restantes, 18 profesores tienen un mayor número de horas, generalmente 40 horas, por lo que atienden asignaturas de ciencias y completan su tiempo laboral con otras asignaturas o actividades de apoyo a la escuela (Figura 4.9).



Entonces, los docentes de ciencias naturales, además de atender las asignaturas correspondientes (Ciencias I, Ciencias II y Ciencias III), realizan en la escuela secundaria otras actividades. Esas actividades son diversas, como impartir otra asignatura, o responsabilidades relacionadas con las academias (así se denomina al grupo de maestros que trabaja la misma asignatura), los clubs y de otras actividades indispensables para el funcionamiento de la escuela.

Algunas de esas actividades se articulan con las ciencias, en otras ocasiones son muy diferentes. La asignación de estas actividades (generalmente determinadas por el director de acuerdo con criterios discrecionales como *las necesidades de la escuela*) tiene el propósito de completar el tiempo laboral contratado, es decir, cubrir la cantidad de horas asignadas al docente en la escuela. La mayoría de los profesores participantes realizan otras actividades (Tabla 4.1), solo aquellos que tiene pocas horas contratadas, se dedican exclusivamente a las asignaturas de ciencias.

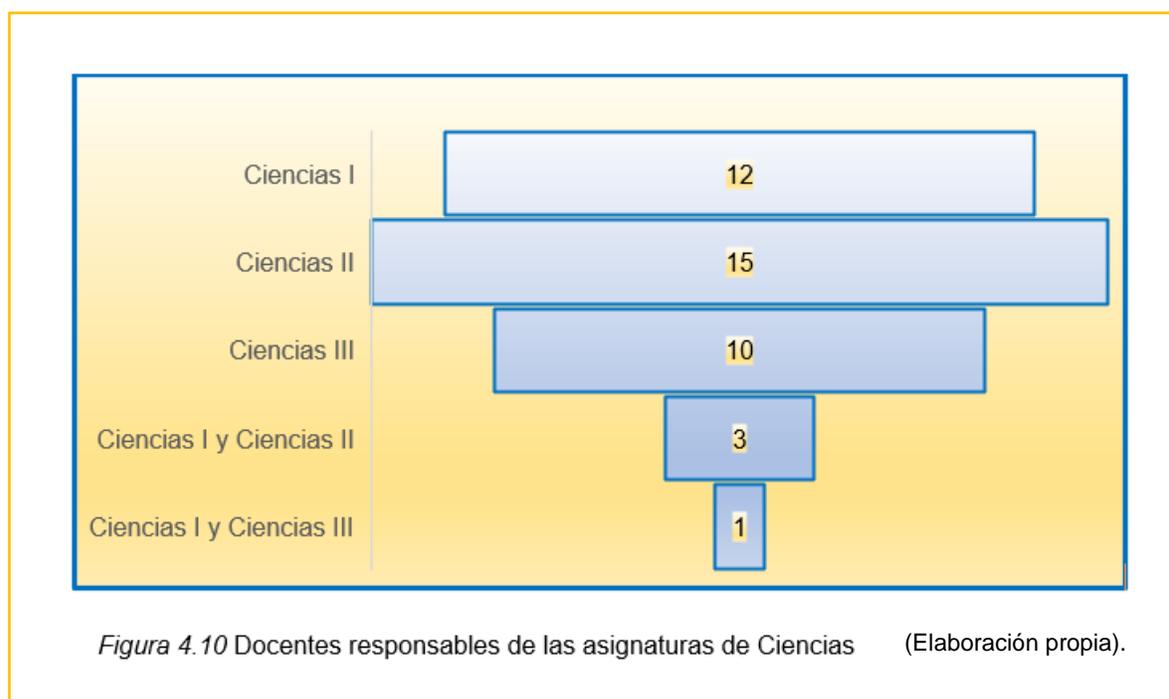
Tabla 4.1

Responsabilidades de los profesores de ciencias naturales

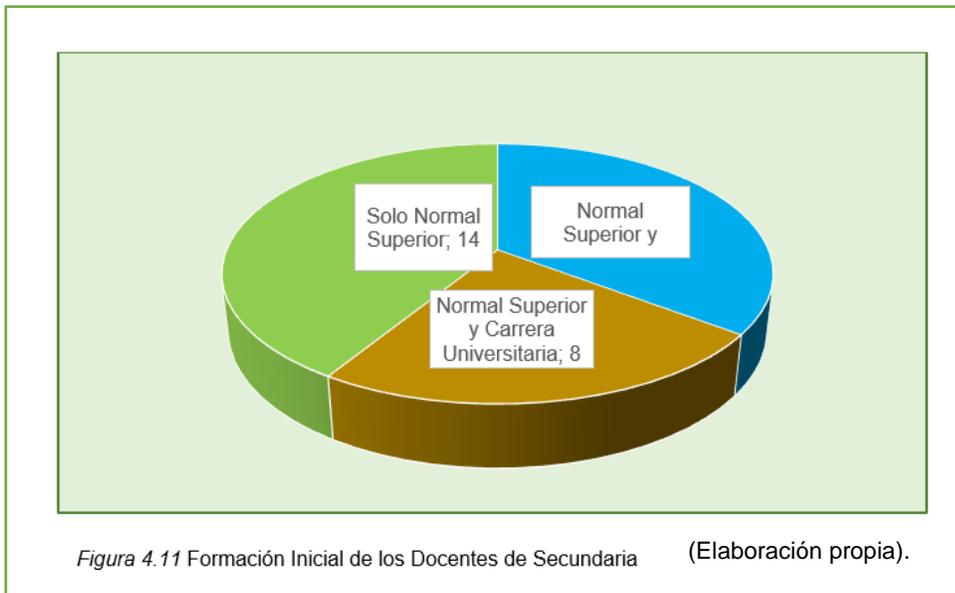
Otras asignaturas a su cargo	Actividades que desarrollan por " <i>necesidades de la escuela</i> "
1. Español	1. Presidente de la academia de Educación Física
2. Inglés	2. Responsable de la Escolta
3. Artes	3. Presidente de Academia de Asignatura de Ciencias
4. Tecnológicas	4. Responsable del Laboratorio
5. Educación Física	5. Apoyo en el Club de Ecología
6. Tutoría	

Nota: Distribución de las responsabilidades de los profesores de Ciencias I, II y III en las escuelas secundarias (Elaboración propia).

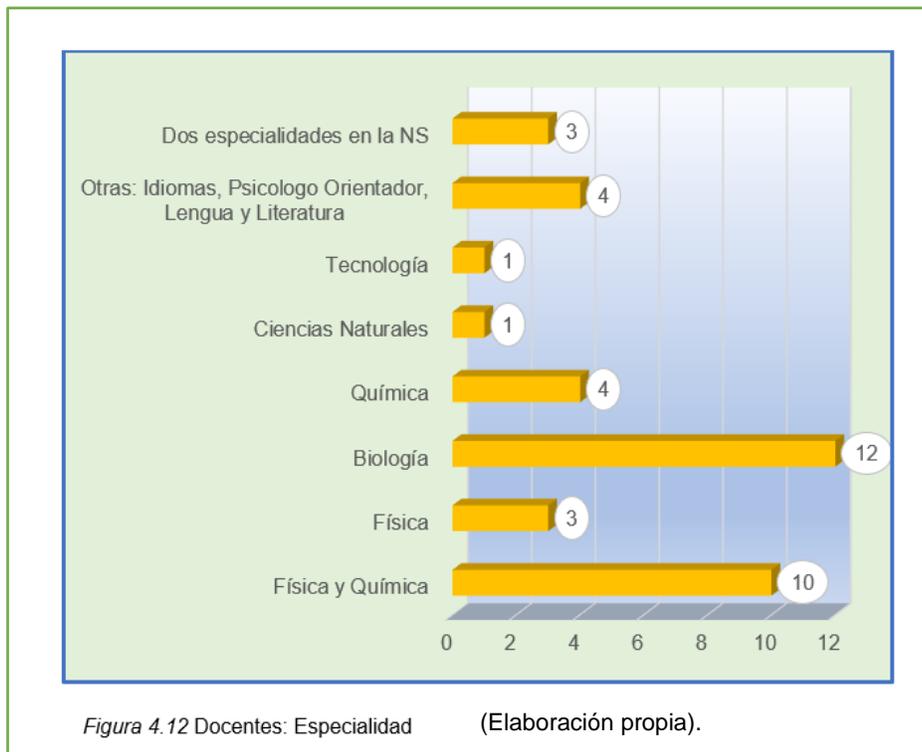
Ahora, en el grupo participante, la mayoría de los docentes concentran su atención en una misma asignatura de ciencias (Figura 4.10). Así, 12 docentes atienden Ciencias I; 15 profesores se encargan de Ciencias II; 10 docentes imparten solamente Ciencias III; y, finalmente un número reducido, de cuatro docentes tiene a su cargo dos asignaturas diferentes de ciencias. Este aspecto tiene implicaciones en el sentido de concentrar o dispersar esfuerzos para planear y atender una o más asignaturas y de grupos de estudiantes.



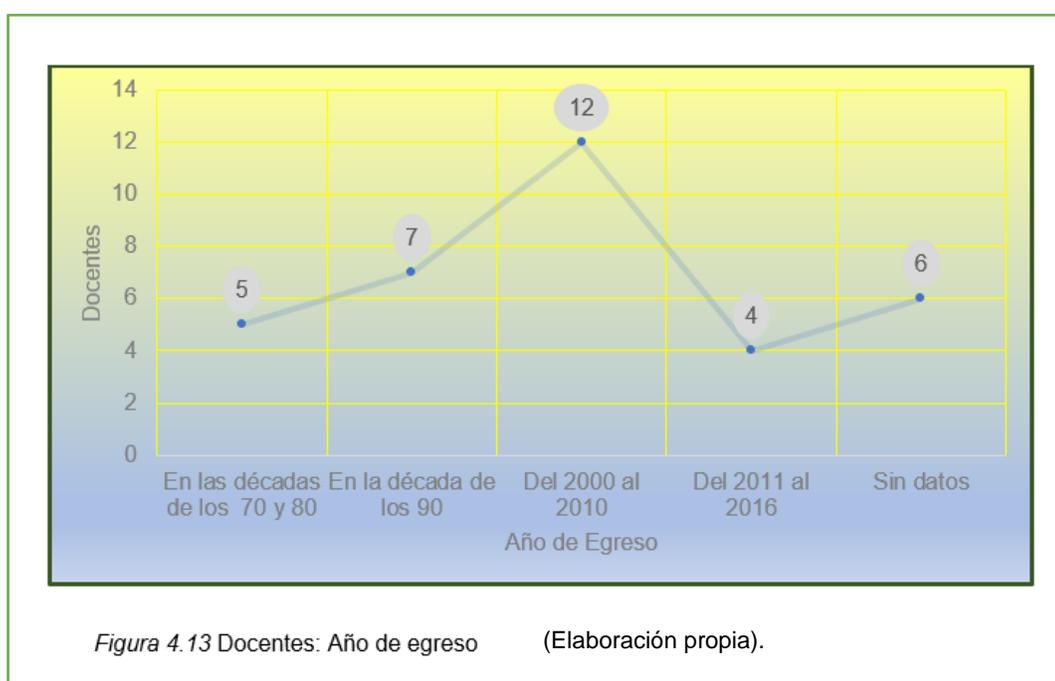
En relación con la formación inicial de los profesores participantes, es importante destacar que la totalidad, 34 profesores, son egresados de la Normal Superior (Figura 4. 11) en una especialidad de ciencias naturales. Cabe señalar, también, que 20 de estos docentes tienen una doble formación normalista, es decir, 12 de ellos son egresados de la Normal Básica, y ocho tiene una carrera universitaria. Entonces, la totalidad de los participantes son docentes de carrera con la formación profesional correspondiente lograda a través de cursar una especialidad (en algunos casos dos) en escuelas normales o en universidades.



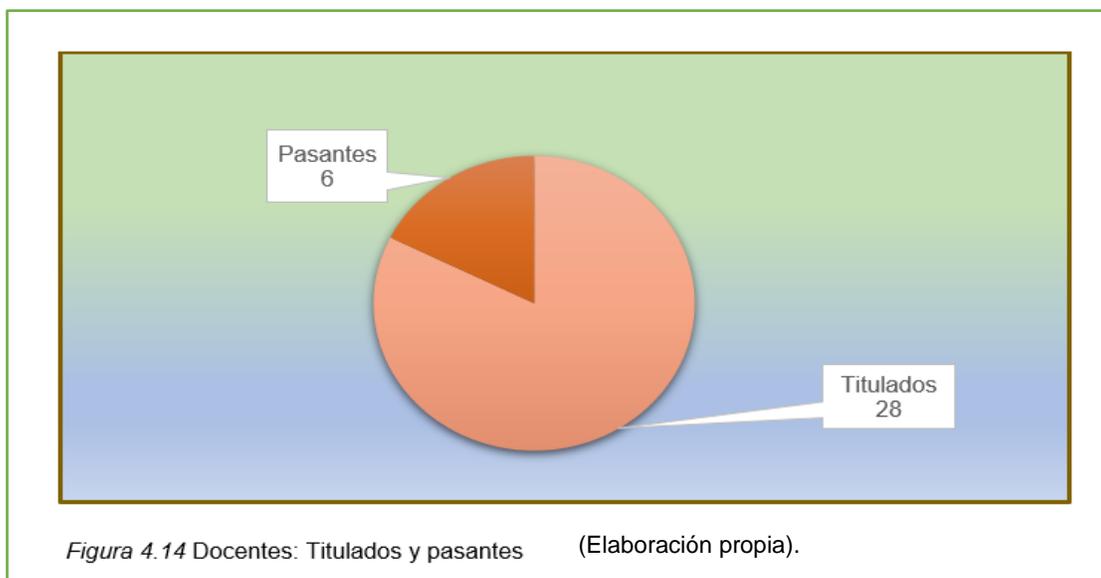
En cuanto a la especialidad de la Normal Superior, la mayoría de los docentes son egresados de la especialidad de Biología, esto es, 12 docentes; seguida de la especialidad de Física y Química con 10 docentes; la especialidad de Química con 4 profesores y la especialidad de Física con 3 profesores (Figura 4.12).



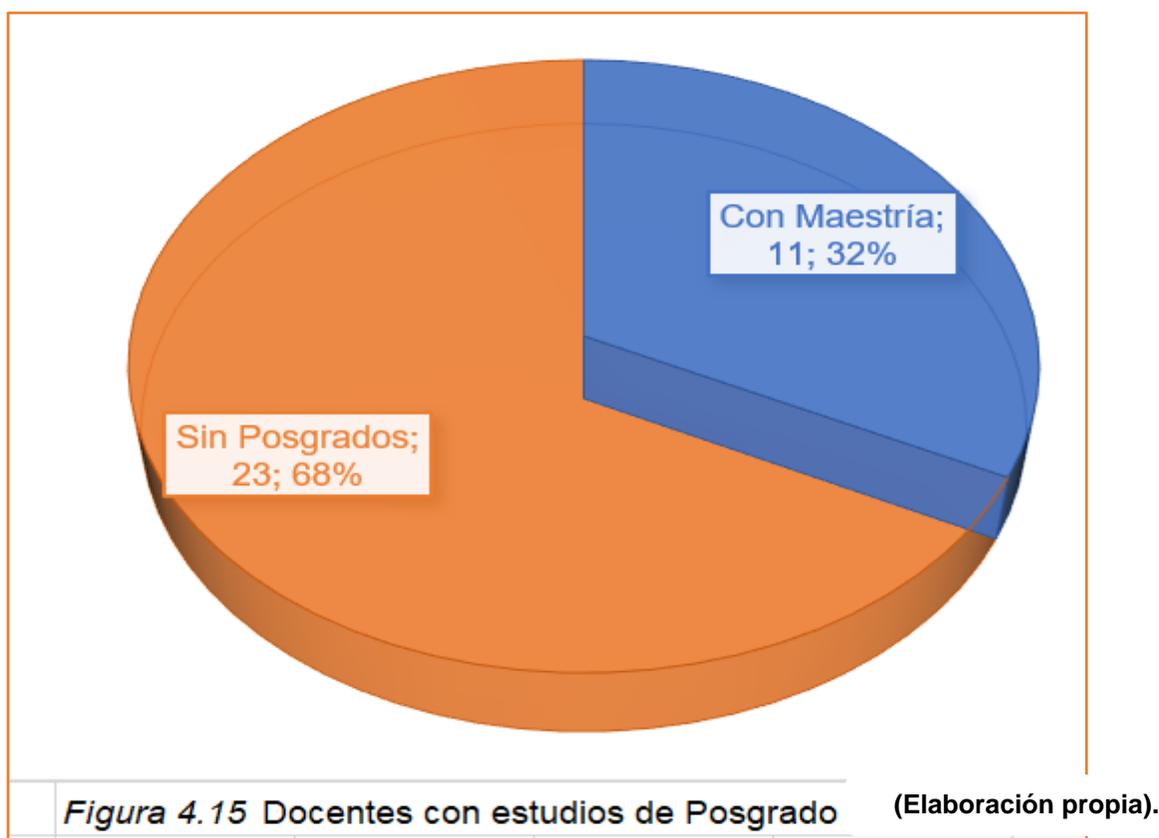
En relación con el año de egreso de la Normal Superior, más de la mitad de los profesores terminaron sus estudios a partir del año 2000 (Figura 4.13), es decir, son egresados de la licenciatura en educación secundaria implementada en las escuelas normales del país a partir del ciclo escolar 1999-2000, con especialidades en Biología, Física y Química entre otras; con el propósito de formar educadores de adolescentes a partir de una determinada asignatura. La otra parte (12) de los docentes entrevistados son egresados de programas de estudio anteriores al año 2000, son los docentes de mayor antigüedad.



Otro aspecto de la formación inicial de los profesores participantes en el estudio es la titulación, la gran mayoría, 28 docentes al egresar de la Normal Superior obtiene su título (Figura 4.14). Solamente seis tienen la condición de pasantes. Es decir, la mayoría está en posibilidades de continuar estudios de posgrado como especializaciones o maestrías.

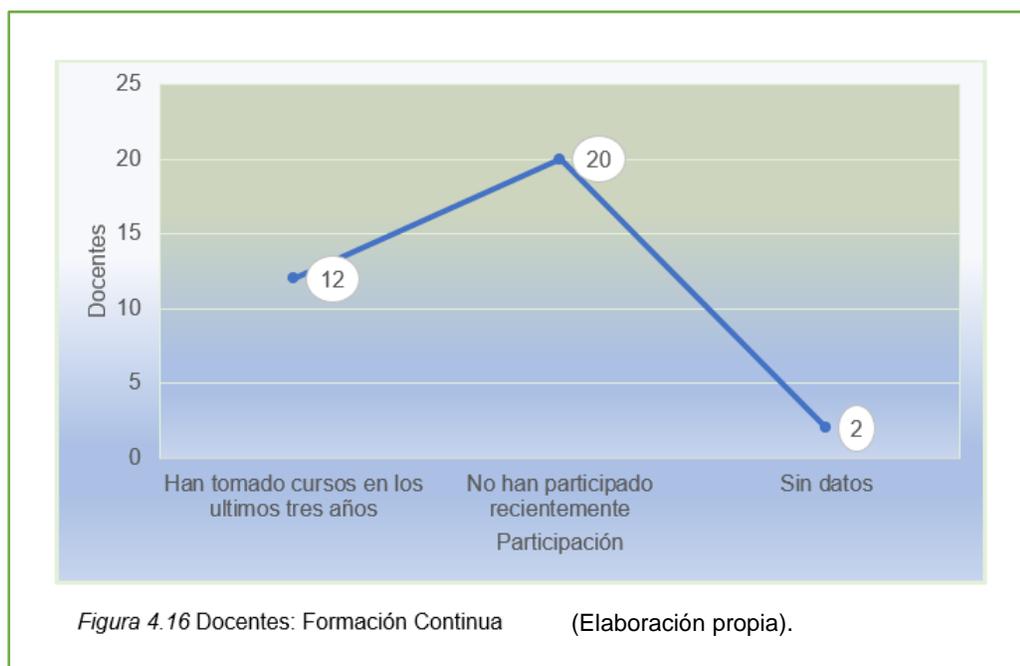


En relación con lo anterior, de la muestra de profesores, una parte pequeña, 11 docentes tienen estudios de posgrado, una maestría principalmente en la Normal Superior (Figura 4.15); mientras, 23 docentes no han tenido oportunidad de continuar con ese nivel de estudios.



A nivel nacional el INNE (2015a) reporta que aproximadamente el 40% de los profesores de secundaria tiene licenciatura completa, pero también se encuentran que: “Los que cuentan con normal superior completa representan poco más de la cuarta parte, y una proporción muy reducida tiene normal o licenciatura incompleta; (...) los docentes con posgrado (...) es de 17.5%” (p. 42).

Ahora, desde la formación continua, este grupo de docentes informantes ha tenido un acceso limitado a programas de actualización. La gran mayoría, 20 docentes, declara no haber participado en cursos de este tipo en los últimos tres años (Figura 4.16). Solamente, 12 docentes han tenido acceso a esos programas. Cabe entonces, reflexionar sobre la formación permanente que ofrece el Estado a los profesores en activo.



Los docentes que asisten a los cursos de formación continua estiman la importancia de éstos en la necesidad de fortalecer ciertos aspectos de su formación profesional (Tabla 4.2), con el propósito de lograr un conocimiento más amplio de los temas disciplinares, de la práctica en

el laboratorio escolar, del desarrollo de las competencias, para la mejora de sus clases de ciencias y de la atención de los estudiantes.

Tabla 4.2

Aspectos que se deben fortalecer en la formación continua

Intereses en actualización de los docentes de ciencias:

1. Seguir los pasos de la ciencia y seguir profesionalizándome constantemente.
2. Asesoría en Física sobre todo en la práctica, realización de prácticas de Laboratorio.
3. Actualización de las estrategias para el área de biología puesto que es mi primer año con la asignatura
4. Ajustar la planeación a las necesidades de los alumnos.
5. Preparación profesional de prácticas de laboratorio.
6. Competencias
7. Con la actualización permanente
8. Lo referente a las ciencias para atender mejor a los alumnos.
9. La actualización en programas para tener en cuenta la profundización de los temas y contenidos.
10. Un curso que nos permita mejorar y adquirir mayor capacidad y conocimiento para impartir clase.

Nota: Aspectos que se deben consolidar en la formación continua de los docentes en servicio (Elaboración propia).

Ahora, estos docentes que participan en cursos de actualización en relación con las ciencias naturales han abordado diversos temas. Los profesores indican que algunos de estos temas tienen que ver con los contenidos de las disciplinas científicas, pero la gran mayoría de los tópicos refieren aspectos generales o transversales como el manejo de las tecnologías de la

información, las competencias, la evaluación, la planeación y la enseñanza. En síntesis, los temas mencionados por los profesores se encuentran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3

Cursos de actualización

Temas para la actualización
1. Estudio del medio ambiente
2. Experimentación
3. Enseñanza de las Ciencias
4. Evaluación del desempeño docente
5. Competencias Docentes para la Enseñanza de las Ciencias.
6. Estrategias Didácticas.
7. Aplicación Didáctica de la Web.
8. Tecnologías de la Información con énfasis en Ciencias Naturales
9. Actualización de los contenidos Ciencias I.
10. Procesos de planeación.
11. Práctica docente.
12. Temas generales de Física, Química y Matemáticas.
13. Diplomado en Física en la Facultad de Físico - Matemáticas y Diplomado en Química en el Tecnológico de Monterrey.
14. Cursos de diseño y administración de laboratorio escolar.

Nota: Temas tratados en los cursos de actualización (Elaboración propia).

Además, los profesores han incursionado por diferentes razones, en otros cursos (Tabla 4.4) que consideran de cierta importancia para el apoyo de sus clases de ciencias, o incentivos para su desarrollo profesional: diplomados, talleres, actividades y cursos.

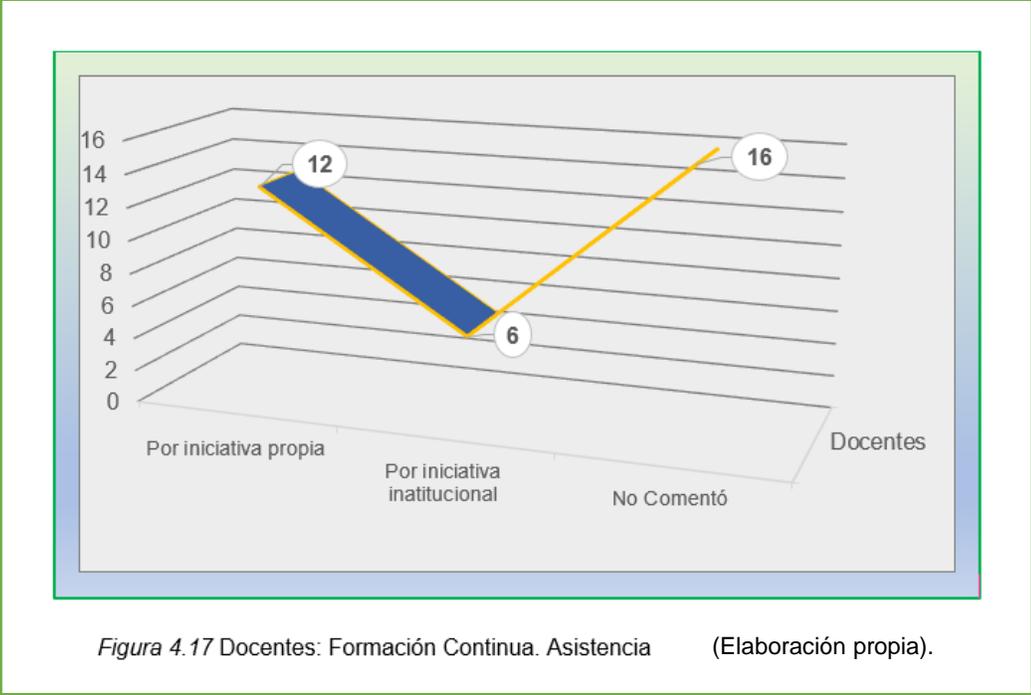
Tabla 4.4

Otros temas de actualización

Actualización en:
1. Evaluación del Desempeño y Construcción de reactivos.
2. Actividades de estudio sobre planes y programas del nivel de primaria.
3. Técnico pecuario
4. Talleres de titulación para la maestría
5. Técnico en electrónica, radio y televisión
6. Ofimática.
7. Informática
8. Evaluación educativa, técnicas e instrumentos de evaluación, uso de softwares y páginas.
9. Certificación en las Tecnologías de la Información dirigidas a la práctica docente.

Nota: Otros cursos de actualización señalados por los participantes (Elaboración propia).

Otro punto de reflexión en la formación continua tiene que ver con la razón por la cual participan los profesores en los programas de actualización; 12 docentes refieren que asisten por iniciativa propia, mientras, que seis profesores manifiestan que su asistencia a los cursos es una iniciativa institucional, es decir, su asistencia fue sugerida por los directivos o por cierta normatividad (Figura 4.17).



Para los docentes que asisten por iniciativa propia a los cursos de actualización, el principal propósito que los impulsa es la mejora de su trabajo en el grupo de alumnos; pero, el deseo de participar, superarse y mantenerse actualizados, también los motiva a asistir a los programas de formación continua (Tabla 4.5).

Tabla 4.5

Expectativas docentes sobre la actualización

La asistencia a cursos de actualización: expresiones de los docentes
1. Para mejorar como maestra
2. Quería avanzar.
3. Me gusta aprender, aunque a veces los horarios se me complican y no voy mucho.
4. Me gusta mantenerme actualizado. Me gusta mucho leer sobre Educación, leyes, normativa, estrategias, técnicas, herramientas que apoyen mi labor docente.
5. Considero necesaria la capacitación continua para fortalecer mi trabajo docente.
6. Deseo de superación. Saber más

La asistencia a cursos de actualización: expresiones de los docentes

7. Sí, se nos invitó a participar.

8. Me interesa mejorar ese aspecto para utilizar la tecnología que tiene la escuela y mejorar mi práctica docente.

9. Porque sé de los requisitos para cumplir con Carrera Magisterial antes de que se quitara.

10. Es importante mantenerme actualizado

Nota: Expectativas de los docentes que participan en los cursos de actualización (Elaboración propia).

Conviene aclarar, que para una parte de los docentes los cursos de formación continua son una exigencia institucional, por varias razones, entre ellas: la necesidad de procesos de actualización, para el ascenso o desarrollo de funciones directivas, y por asignación o invitación de una autoridad como el director de la escuela, el supervisor u otras instancias; también, en cierta forma para prepararse para las evaluaciones docentes.

Para la mayoría de los docentes esos cursos no cubren sus expectativas, solo para algunos, la minoría, consideran satisfactoria su asistencia, así lo expresa un docente cuando dice que “En la certificación estuvo excelente y aprendí mucho” (Expresión de un docente en un grupo focal).

Entre tanto, las razones por las que no asisten los docentes a los programas de actualización tienen relación con la disposición limitada de tiempo, la falta de oportunidades y de información, así como, pocas expectativas sobre la trascendencia de los cursos para su trabajo; en síntesis, las expresiones docentes se presentan en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6

Obstáculos para la actualización de docentes

No participan en la actualización
1. No me entero a tiempo, hay cupo limitado.
2. No he tenido oportunidad por cuestiones personales.
3. No se ha presentado la oportunidad, siempre hay mucho trabajo.
4. Apenas salí hace dos años y tengo otras actividades.
5. Estaba terminando la Normal Superior
6. Falta de tiempo. La labor docente tiene cada vez más exigencias y más en este plantel, en ocasiones limita la convivencia familiar y la realización personal.
7. No se ha dado la ocasión por cuestión de tiempos y/o frecuencias.
8. Estoy cursando actualmente la Normal Básica
9. Porque no cuento con recursos necesarios para llevar a cabo (económicamente)
10. No nos han programado
11. No he tenido información sobre cursos de actualización.
12. Cuestiones personales
13. Porque en ocasiones no llenan las expectativas

Nota: Manifestaciones de los docentes para no asistir a los cursos de actualización (Elaboración propia).

Estas expresiones o condiciones de la formación continua planteadas por los docentes, en las cuales se mezclan las expectativas de mejora de la práctica, de superación, de actualización, pero también de un cierto desánimo de los profesores puede explicarse con una de las conclusiones del informe del INNE (2015a):

La formación continua de docentes de educación básica se ha impartido primordialmente mediante cursos, en su mayoría ofrecidos por los 534 Centros de Maestros y sus 40 extensiones [distribuidos en los estados de la república]. Si bien esta formación alcanza a una proporción alta de los profesores, el recurso destinado a esta actividad —\$363.91 anuales por docente— es mucho menor al que se considera necesario. Además, se proporciona en condiciones inadecuadas, pues sólo poco más de la mitad de los Centros de Maestros tiene aulas de medios, bibliotecas y salones; estos Centros atienden en promedio a 267 escuelas y cuentan con equipos de no más de 10 personas. (p. 159).

Esta compendio caracteriza a los profesores participantes en la investigación, tiene como propósito contar con un panorama de “los informantes clave”; en cuanto a sus años de servicio, las asignaturas que atienden, las actividades que realizan, su formación inicial y continua, entre otros datos obtenidos; es una forma de contextualización del profesorado en servicio para contribuir a la comprensión de aquellos elementos asociados con el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales, las certezas e incertidumbres presentes.

En síntesis, los informantes en esta investigación son maestros de ciencias, en el nivel de la educación secundaria del estado de Nuevo León con las siguientes características:

- La mayoría son profesores de escuelas estatales.
- El mayor número de docentes son mujeres.
- La mayoría de ellos, tienen 20 o más años de servicio en la escuela y especialmente en la secundaria.
- Participan maestros de horas y profesores de tiempos completos (38, 40 o más horas laborales)

- El mayor número de profesores es responsable de las asignaturas de ciencias, pero pueden desarrollar otras actividades en la escuela.
- La mayoría de los participantes tienen doble formación docente en Normal Básica y en la Normal Superior (en algunos casos licenciaturas universitarias).
- Un gran número de los participantes poseen la formación o especialidad en ciencias y son titulados en las licenciaturas respectivas, pero sólo algunos cuentan con posgrados.
- Una parte de los participantes son egresados de las normales a partir del año 2000; la otra parte es egresada de programas de formación docente anteriores a ese año.
- La mayoría no participa en cursos de formación continua por diversas razones personales o profesionales.
- Los docentes manifiestan disposición o interés por la actualización permanente para mejorar su labor docente; pero para algunos docentes los cursos no cubren sus expectativas de formación continua.

4.4 Técnicas de información

Para Martínez Miguélez (2011) existen dos aspectos que son comunes para todas las investigaciones: el primero consiste en recoger toda la información necesaria y suficiente para lograr los propósitos de la investigación; el segundo se refiere a la estructuración de esa información en un todo coherente y lógico.

La recopilación de la información implica el ingreso al campo, al escenario de los profesores y la enseñanza. Es el contacto con los datos y la información; reconoce Martínez Miguélez (2011) que:

En rigor, un acto físico en sí no es ningún *dato*, es decir, algo *dado*; el verdadero dato lo constituye el acto físico *con* el significado que tiene en la estructura personal del sujeto;

y esto sólo se puede descubrir por medio de un cuidadoso *proceso hermenéutico*”. (pp. 102 -103).

El desarrollo de diversas técnicas en la investigación cualitativa permite obtener la información necesaria: la entrevista, la observación, los cuestionarios, el análisis de documentos y los grupos focales entre muchas otras faciliten el mejor acceso al pensamiento y acción del docente de ciencias. Una técnica interesante en esta línea de investigación son los grupos focales, es decir, la conversación con un grupo de informantes clave que expresan diversos puntos de vista sobre un tema; constituyen instrumentos valiosos para interactuar con los docentes y acceder a los significados de sus certezas e incertidumbres.

Grupos de enfoque

El empleo de los grupos de enfoque es poco frecuente, al menos en la investigación de la didáctica de las ciencias en este país, especialmente en la línea del pensamiento del profesor, en donde existe un claro predominio de los cuestionarios y entrevistas individuales como herramientas informativas, sin embargo, los grupos de enfoque son una técnica dinámica para recabar información en las investigaciones cualitativas (Flick, 2007; Álvarez-Gayou, 2003; Barbour, 2013).

Esta técnica grupal surge en la década de los años treinta del siglo pasado, principalmente en los medios laborales y militares para elevar la productividad y el estado de ánimo de los trabajadores y de las tropas. En tiempos recientes, los grupos focales son una metodología favorita en la mercadotecnia para evaluar la publicidad, los productos y los mercados. Los científicos sociales emplean esta técnica grupal para examinar los programas educativos,

médicos y sociales para conocer la realidad desde la perspectiva de las personas implicadas (Barbour, 2013).

Señala Álvarez-Gayou (2003) que los grupos de enfoque surgen de la costumbre europea de reunirse en los cafés o formar círculos para el estudio crítico de ciertos temas mediante el ejercicio de la razón y la comunicación democrática entre los asistentes. Estos grupos constituyen una técnica informativa auténtica, con diversas denominaciones como “entrevistas de grupo”, “grupo focal”, “grupo de discusión”, “entrevista grupal” entre algunos más. Lo importante dice Barbour (2013) es que “Cualquier debate de grupo se puede denominar grupo de discusión en la medida en que el investigador estimule activamente la interacción del grupo y esté atento a ella” (p. 25).

Para algunos autores, el grupo de enfoque es una creación artificial, antes de la reunión no existe el grupo y desaparece después, es posible que sus integrantes no se conozcan. Pero lo importante, lo que hace al grupo, dice Álvarez-Gayou (2003) es el tema de conversación, ya que éste, facilita que los participantes elaboren poco a poco su realidad y experiencias. De acuerdo con Maykut y Morehouse (1999) citado en Latorre (2005), el grupo de enfoque o grupo de discusión es “Una conversación cuidadosamente planeada, diseñada para obtener información sobre un tema determinado, en un ambiente permisivo, no directivo” (p. 75).

En las escuelas, generalmente los espacios y tiempos de reunión y exposición de ideas sobre asuntos de enseñanza y aprendizaje, es limitado. En ese sentido resulta novedoso o poco frecuente, reunir a los docentes de una secundaria para hablar de aprendizaje, de ciencia, de incertidumbres esto es, un grupo de enfoque que contextualiza una realidad concreta. En ese sentido Pollock (1995) citado en Flick (2007) dice que "Se debe evitar estudiar las actitudes,

opiniones y prácticas de los seres humanos en aislamiento artificial de los contextos en los que se producen” (p. 128). Siguiendo a Álvarez-Gayou (2003), el grupo focal puede definirse como

Una técnica de investigación social que privilegia el habla, cuyo propósito radica en propiciar la interacción mediante la conversación acerca de un tema u objeto de investigación, en un tiempo determinado, y cuyo interés consiste en captar la forma de pensar, sentir y vivir de los individuos. (pp. 131 y 132).

Los grupos de enfoque requieren la participación libre y abierta de los sujetos, el objetivo, dice Álvarez-Gayou (2003) es provocar confesiones o autoexposiciones entre los participantes, a fin de obtener de éstos información cualitativa sobre el tema de investigación; permiten a los docentes, en este caso, tratar con soltura sus ideas sobre la ciencia y las estrategias de aprendizaje que emplean en el aula.

Una forma de facilitar el estudio y análisis de las intervenciones de los participantes en las sesiones grupales consiste en conformar grupos pequeños, para generar oportunidades de hablar y escuchar a los otros; para reconstruir las opiniones de cada uno de los participantes del grupo, por lo que tres o cuatro integrantes como mínimo (Barbour, 2013) permiten la discusión y participación de todos en sesiones de tiempos razonables de 90 a 120 minutos de duración. El investigador juega un papel importante en esta técnica, la preparación y desarrollo de la sesión de trabajo es fundamental para obtener las creencias e inseguridades de los participantes.

En este caso, el desarrollo de seis grupos de enfoque implica la preparación de la reunión y de los materiales requeridos. Organizar la reunión significa negociar con directivos y docentes espacios y momentos para efectuar la sesión en la escuela secundaria. Implica hacer ajustes en los horarios de cada docente y de la escuela, sin alterar en lo posible la atención de las funciones

de cada participante, aprovechando descansos y *horas libres* (en las cuales no se atienden grupos de alumnos).

El tema de conversación, que le da sentido al grupo, está constituido por una pregunta central que orienta el diálogo. Esa pregunta principal y algunas otras animan y acomodan la conversación hacia las certezas e incertidumbres sentidas por los participantes. La pregunta central empleada en los grupos de esta investigación es: *¿Qué hacen ustedes en las clases de ciencias para lograr los aprendizajes de sus alumnos?* En el desarrollo de la sesión otras preguntas y la intervención del conductor pueden orientar las interacciones, por ejemplo: *¿Qué estrategias didácticas emplean? ¿Qué dificultades se presentan en la enseñanza de las ciencias? ¿Por qué es importante la ciencia en la educación secundaria? ¿Qué es la ciencia para ustedes?* De acuerdo con el desarrollo y dinámica de la sesión (Anexo 4.4).

Las sesiones de los grupos se desarrollan principalmente en las bibliotecas, salas de cómputo o salones de junta de las escuelas. Tradicionalmente, por cortesía, se ofrece café y galletas. El directivo de la escuela ofrece la bienvenida y se retira de la reunión. El investigador explica los propósitos y la forma de participación. Las sesiones tienen una duración aproximada de 90 a 120 minutos. En tres escuelas se efectuaron dos reuniones de trabajo. Cada sesión de los grupos de enfoque se graba en video, en audio y se transcribe completa.

Para el análisis de la información aportada por cada grupo de enfoque, se utiliza una guía de estudio y concentración que permite rescatar las perspectivas de los docentes en torno a la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y las inseguridades que experimentan. Además de una descripción del desarrollo de la reunión y los aspectos de coincidencia y diferendo entre los participantes.

Cuestionarios

Para Torrado (2009) el cuestionario consiste en “Un instrumento de recopilación de información compuesto de un conjunto limitado de preguntas mediante el cual el sujeto proporciona información sobre sí mismo y/o sobre su entorno” (p. 240). Los cuestionarios aplicados en esta investigación tienen la finalidad de describir y comprender el Conocimiento Didáctico del Contenido de los docentes de ciencias.

El cuestionario diseñado y aplicado en la investigación es una adaptación de un instrumento empleado en otras indagaciones. Estos cuestionarios, denominados “Representación del Contenido” (ReCo) o “Content Representation” (CORE), son una versión, adaptada para esta investigación, de los cuestionarios empleados por Loughran, Mulhall y Berry (2004) y Garritz y Trinidad-Velasco (2006) en otros trabajos para describir el CDC.

El cuestionario empleado consta de nueve preguntas abiertas, relacionadas con un contenido de ciencias que los maestros tratan, preferentemente, en ese momento del año escolar, cuando son observados o entrevistados. El propósito fundamental del cuestionario es encontrar aquellos elementos que los profesores toman en cuenta para el tratamiento concreto de un tema del programa escolar; para describir y caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido que los profesores ponen en juego en sus clases de ciencias. De esta forma se tiene acceso a los conocimientos de los docentes, en un sentido más amplio, es decir, más allá de los conocimientos disciplinarios.

Las preguntas del cuestionario corresponden a una concepción del Conocimiento Didáctico del Contenido, que siguiendo a Talanquer (2004), considera que el conocimiento del docente incluye: la identificación de ideas centrales del tema y su importancia; reconocer las

dificultades conceptuales; los conocimientos previos de los estudiantes; la construcción de explicaciones, metáforas, experimentos y proyectos; así como las formas de evaluación de los aprendizajes (Anexo 4.5). En síntesis, como dice Garritz y Trinidad-Velazco (2006) el ReCo o CORE es una forma de “Extraer del profesor las ideas o conceptos centrales de su exposición del tema” (p. 242).

La investigación contempla 23 cuestionarios ReCo aplicados a los docentes que participan en los grupos de enfoque. Se aplican al finalizar la sesión del grupo de enfoque o en otro momento oportuno, los docentes responden por escrito y comentan sus dudas y respuestas.

Entrevistas

La entrevista es otra de las técnicas empleadas en esta investigación para recabar la información de los docentes de ciencias. Para Massot, Dorio y Sabariego (2009) la entrevista consiste en “Una técnica cuyo objetivo es obtener información de forma oral y personalizada, sobre acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona como las creencias, las actitudes, las opiniones, los valores, en relación con la situación que se está estudiando” (p.336).

También, la entrevista es un diálogo arreglado con el fin de conocer experiencias y significados de los sujetos. Para Álvarez-Gayou (2003) la entrevista es “Una conversación que tiene una estructura y un propósito (...) busca entender el mundo desde la perspectiva del entrevistado, y desmenuzar los significados de sus experiencias” (p. 109).

En esta investigación la modalidad empleada es la entrevista semiestructurada. (Anexo 4.6), tiene como propósito conocer las ideas de los docentes sobre la ciencia y la enseñanza. Esta modalidad de entrevista semiestructurada permite, como dice Massot et al. (2009) “Ir entrelazando temas e ir construyendo un conocimiento holístico y comprensivo de la realidad”

(p. 337). Para Álvarez-Gayou (2003) las entrevistas semiestructuradas tienen “Una secuencia de temas y algunas preguntas sugeridas. Presentan una apertura en cuanto al cambio de tal secuencia y forma de las preguntas, de acuerdo con la situación de los entrevistados” (p. 111).

El desarrollo del trabajo de campo permite la aplicación de 21 entrevistas a diferentes docentes de las siete escuelas integrantes de la investigación. Las entrevistas tienen lugar en diversos momentos del año escolar, en algunos casos se relacionan con las observaciones de clase y complementan la información de los grupos focales. Las conversaciones se graban en audio y posteriormente se transcriben para facilitar el trabajo de análisis.

Observaciones

La observación de clase es otra de las técnicas empleadas en esta investigación para recabar la información sobre las certezas y perplejidades de los profesores. La observación es una de las principales capacidades humanas que en forma metódica se emplea en la investigación cualitativa para proporcionar elementos de explicación e interpretación de los fenómenos de la realidad. Desde la posición positivista, el observador separado de la realidad accede a la objetividad. En la investigación cualitativa, el observador es parte de la realidad, éste no puede dejar a un lado sus ideas y experiencias previas, su subjetividad está presente Álvarez-Gayou (2003).

En esta investigación se realizan 10 observaciones de clase durante los años escolares 2013-2014 y 2014-2015. Las observaciones se realizan en dos o más sesiones de clase (cada sesión es de 40 minutos) durante las cuales los docentes presentan un contenido del programa de ciencias naturales. Además, la observación cuenta con el registro de la clase en audio y la transcripción de las sesiones de clase. Estas observaciones permiten construir tres relatos con el

propósito de describir el Conocimiento Didáctico del Contenido que manifiestan los docentes en la enseñanza de las ciencias. Este ejercicio es una versión de los instrumentos utilizados en otras investigaciones realizadas por Loughran, Mulhall y Berry (2004). Estos relatos se denominan PaP-eRs (Professional and Pedagogical Experience Repertoires); pero de acuerdo con Raviolo y Garritz (2005) citados por Garritz y Trinidad-Velasco (2006) se pueden traducir como “Repertorios de experiencia profesional y pedagógica” o simplemente “inventarios” que representan el razonamiento del profesor al enseñar un contenido.

Estos repertorios o relatos están integrados por las representaciones, ideas y experiencias expresadas, esencialmente, en las observaciones de la clase y complementadas con las entrevistas o los cuestionarios a los docentes; el relato “desempaca el pensamiento del profesor” según Garritz y Trinidad-Velasco (2006), es decir, el Conocimiento Didáctico del Contenido específico sobre un tema específico de ciencias.

Las observaciones de clase, como toda técnica de recogida de información, requiere de una preparación y desarrollo cuidadoso. El acceso requiere de la negociación con los directivos y docentes, para asegurar las mejores condiciones de realización. Requiere de una guía y registro que permita recuperar los aspectos más relevantes de la situación considerada (Anexo 4.7). El diálogo directo y claro con los participantes observados para explicar el propósito de la observación y el papel de investigador generan la confianza suficiente para obtener a información requerida.

Documentos

Durante las sesiones de los grupos de enfoque, las entrevistas, las observaciones de clase, y en general, en diversos momentos de diálogo, los docentes compartieron al investigador

diversos documentos que elaboran para desarrollar sus actividades. Para los profesores, estos documentos tienen gran valor al representar el producto y la evidencia de su trabajo cotidiano; estos documentos son la planeación de clase, las libretas o cuadernos de los estudiantes y exámenes aplicados en diferentes momentos del año escolar.

Se cuenta con 10 planeaciones, 15 exámenes bimestrales y 10 libretas o cuadernos de los alumnos. Estos documentos constituyen verdaderas fuentes de información construidos, en diferentes momentos de la acción pedagógica, por iniciativa o propuesta de trabajo de los profesores; representa en gran medida sus concepciones y acciones en el aula, y en cierta manera forman parte de la cultura escolar e institucional.

En ese sentido, estos documentos producto de las acciones del docente, pueden completar, contrastar o validar los datos informativos conseguidos por otras fuentes. Del Rincón et al. (1995, p. 342) citado por Massot et al. (2009) afirman que “El análisis de los documentos es una fuente de gran utilidad para obtener información retrospectiva y referencial sobre una situación, un fenómeno o un programa concreto” (p. 349).

Seguramente, como todas las técnicas de información, los documentos presentan ventajas y desventajas que el investigador tiene que tomar en cuenta. Los documentos son una fuente auténtica y práctica de conocer los intereses y perspectivas de sus creadores; representan una forma de acceso a situaciones difíciles de presenciar por parte del investigador. La libreta de los estudiantes o los exámenes aplicados en distintos momentos de año escolar dan información de las actividades de clase propuestas por el profesor, a las cuales el observador no tiene acercamiento por limitaciones temporales.

Ahora, Del Rincón et al. (1995) citado en Massot et al. (2009) presentan una clasificación de los documentos que reconoce dos tipos: los oficiales y los personales. En este caso, los documentos como las planeaciones de clase, los exámenes, los cuadernos y trabajos de los estudiantes, constituyen documentos oficiales e institucionales, de acceso y circulación interna que proporcionan información sobre las dinámicas, particularmente de la clase y de la escuela en general. No son documentos personales, en el sentido de relatos en primera persona producidos por los docentes (diario, carta, biografía, historia y otros).

El análisis de los documentos es una actividad cuidadosa y sistemática. En esta investigación, la guía para estudiar estos instrumentos contiene indicadores relacionados con la organización del documento, los propósitos, las actividades que propone el docente y las formas de evaluación empleadas; para interpretar los puntos de vista del docente sobre la ciencia y la enseñanza (Anexo 4.8).

En síntesis, la investigación tiene cinco técnicas fundamentales para la recogida de información: los grupos focales, las entrevistas, las observaciones de clase, los cuestionarios y los documentos generados por los docentes. Los 34 docentes atendidos en esta investigación participan en diferentes técnicas; con la disposición para la participación y las limitaciones de tiempos, algunos docentes participan en más de una técnica informativa (Anexo 4.9).

4.5 Categorías e interpretación

La información recabada, tiene su anclaje en los referentes empíricos del objeto de estudio, esto es, en los puntos de vista de los docentes sobre la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje, sus certezas e incertidumbres. Igualmente, los conocimientos involucrados en las actividades, explicaciones, ejemplos, o analogías, es decir, los conocimientos del profesor que

integran el Conocimiento Didáctico del Contenido en el tratamiento de temas concretos de biología, física y química de la escuela secundaria; por ejemplo, qué hacen los docentes en la enseñanza de *las causas del cambio climático* (SEP, 2011c, p. 44) en las condiciones e inseguridades del aula.

La información obtenida a través de las diversas técnicas e instrumentos desarrollados en el trabajo de campo constituye, como se indicaba renglones atrás, un primer acercamiento al objeto de estudio, es decir, a las creencias, puntos de vista, actividades, estrategias didácticas y los conocimientos de los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales. La inmersión en el campo fenoménico de estudio y en el material recabado, tiene como objetivo, dice Martínez Miguélez (2011), “realizar una visión de conjunto que asegure un buen proceso de la categorización” (p. 266).

Para completar el proceso de investigación dice Martínez Miguélez (2011) es imprescindible abordar la categorización, la estructuración, la contrastación y la teorización de los contenidos informativos recabados. Esto es, propiamente el proceso de interpretación que considera según Martínez Miguélez (2011):

- El círculo interpretativo o hermenéutico lleva a un proceso dialéctico y de desarrollo de los significados.
- La comprensión del objeto y su relación con el entorno.
- La contrastación de las interpretaciones provisionales y otros puntos de vista.
- La interpretación lleva la innovación y la creatividad, es decir, que toda comprensión es mejor que la anterior.
- La interpretación es relevante para el propio intérprete y para todos en general.

- La comprensión implica tomar en cuenta diversas dimensiones como la intención a los sujetos, significado que tiene para ellos, la función que tiene en su vida, y la condición ambiental o cultural de las ideas y acciones humanas.

La interpretación cobra sentido en el ir y venir de la exploración y el estudio de grabaciones, transcripciones, notas, documentos, guías de observación; en el ejercicio de la significación, en la construcción de categorías intermedias y generales que llevan a mejores entendimientos. El proceso concreto implica tomar las transcripciones de las informaciones obtenidas, para marcar temas o “unidades de análisis” que posteriormente se codifican mediante el Atlas ti. Las expresiones de los profesores sobre la ciencia, los procedimientos de enseñanza y condiciones e inseguridades en el aula se expresan en “citas” que después se organizan en la interpretación general. Se identifican los temas, regularidades y dimensiones sobresalientes, es decir, emergen temas como

- Las posturas epistémicas de los profesores
- Las propuestas de enseñanza y los procedimientos didácticos
- Los conocimientos de los docentes
- Las presiones o inseguridades en la enseñanza

Con estas regularidades temáticas se reorganizan los significados expresados por los participantes en dos grandes grupos de categorías que atraviesan toda la interpretación (Anexo 4.10). Dos categorías generales y cuatro categorías intermedias. La categoría general denominada “Certezas” con las categorías intermedias: “La ciencia del profesor”, “La propuesta de enseñanza” y “Los conocimientos del profesor”. La segunda categoría general llamada “Incertidumbres” asociada a la categoría intermedia de “Las incertidumbres en la enseñanza”. Cabe señalar que cada categoría intermedia está formada por subcategorías, por ejemplo, en la

categoría intermedia de “la ciencia del profesor” aparecen las subcategorías: noción de ciencia, propósito, método y desarrollo (Anexo 4.10).

Es importante señalar, que si bien, la categorización empieza desde el ingreso al campo, el proceso de categorización-análisis-interpretación, dice Martínez Miguélez (2011) “Deberá estar guiado fundamentalmente por conceptos e hipótesis que provengan o emerjan de la información recabada y de su contexto propio” (p. 277). Esto enriquece el diálogo con los elementos teóricos considerados para enfocar los hallazgos y conclusiones desde otros puntos de vista que profundicen la comprensión del objeto de estudio.

*¿En qué piensan hoy los profesores cuando
enseñan en un contexto incierto, de cambio²⁴?*

Javier Marrero Acosta

²⁴ Marrero, (2009)

CAPÍTULO 5

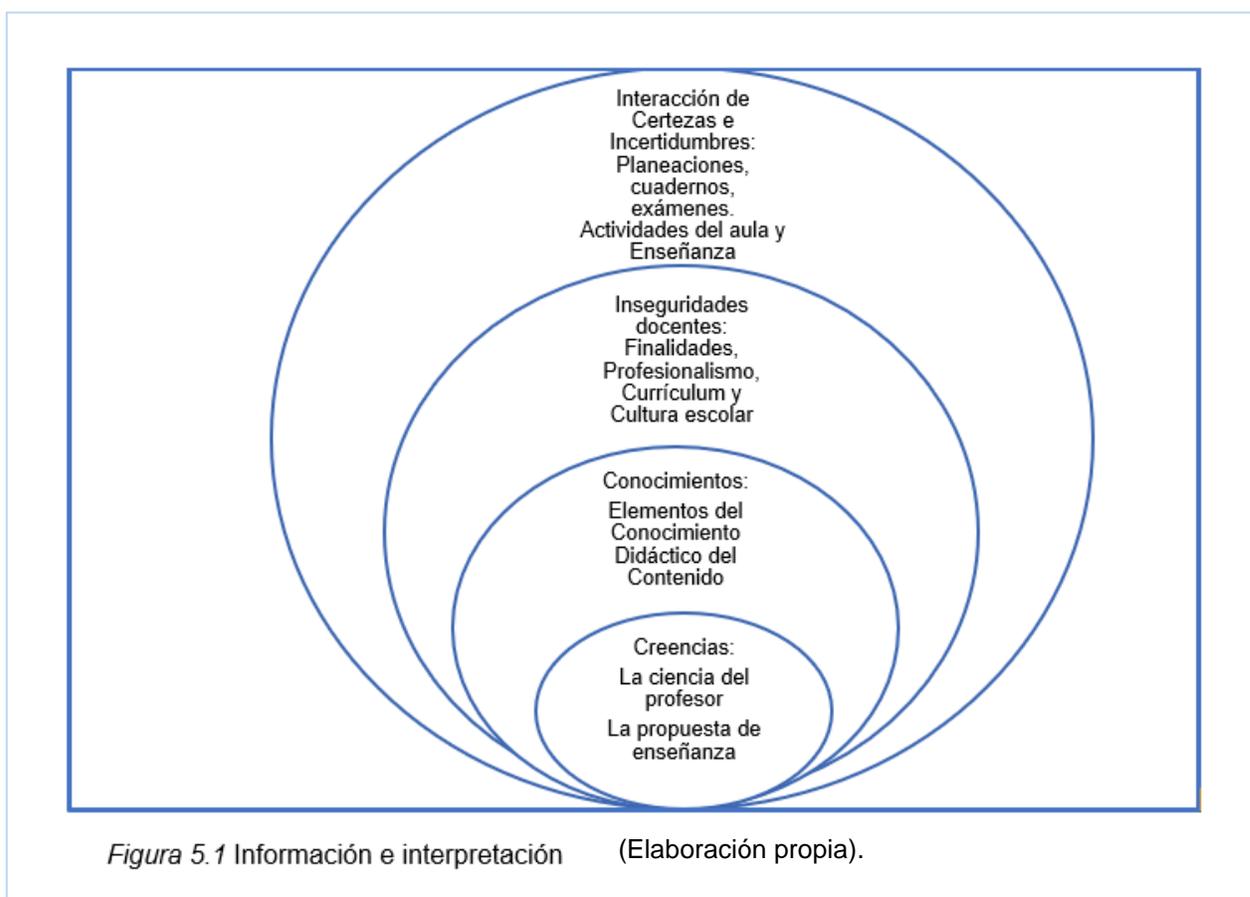
LA CIENCIA Y LA ENSEÑANZA DESDE LA MIRADA DE LOS PROFESORES: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El examen de las informaciones y materiales obtenidos demandó aplicar los procedimientos de transcripción, lectura, relectura, revisión, comparación, organizadores gráficos y codificación que permitieron la disposición de los diversos aspectos que interesan y forman parte de los propósitos del investigador (Gibbs, 2012). El empleo del Atlas ti, fue un auxiliar valioso para organizar las expresiones de los docentes y subrayar las palabras y quehaceres de los profesores, que son relevantes para el proceso indagador.

Al preguntar a los profesores en los grupos de enfoque, qué hacen ustedes en las clases de ciencias para lograr los aprendizajes de sus alumnos; las respuestas de los docentes incluyeron declaraciones muy variadas relacionadas con *las estrategias didácticas; la planeación; los propósitos del programa; la evaluación de los aprendizajes; los obstáculos en el proceso de enseñanza; la importancia de la ciencia; el gusto por la ciencia; y, sobre su experiencia, preparación e incertidumbres como docentes*. El análisis de esta información contempló como punto de partida, esas afirmaciones de los docentes en los grupos focales y en las entrevistas individuales; así como las aportaciones de otras técnicas utilizadas de acuerdo con los objetivos de la investigación.

La sistematización e interpretación de la expresiones de los docentes recuperadas permiten responder a las preguntas de investigación planteadas, estas respuestas se organizan para la siguiente exposición siguiendo las categorías generales de Certezas e Incertidumbres y las categorías intermedias como guías del análisis y la comprensión. Las certezas enfocan las

creencias y los conocimientos de los profesores, mientras que las incertidumbres recogen las preocupaciones e inseguridades de los profesores en la enseñanza (Figura 5.1).



5.1 Creencias de los docentes acerca de la ciencia

La investigación se interesa por las expresiones de los profesores en relación con el conocimiento científico; plantea la pregunta ¿Cuáles son las creencias sobre la ciencia que presentan los docentes de secundaria? De la información recabada en los diálogos con los docentes la ciencia toma diversas imágenes; en sus exposiciones los profesores destacan, por ejemplo, que “*Todos estamos rodeados de conceptos científicos*” (RGF1²⁵); “*Sí, creo que la*

²⁵ (RGF1) Refiere a los documentos o registros de los cuales se toman las expresiones de los profesores: **R**egistro del **G**rupos **F**ocales **1**. El número refiere el orden de los grupos focales desarrollados: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

ciencia es muy práctica” (RGF1); “*Yo defino las ciencias como un entendimiento de las cosas*” (RGF1); “*Da unas respuestas a los por qué, da respuestas al por qué esto, por qué aquello*” (RGF1); “*La ciencia se supone que trata de explicar*” (RGF1); y, “*Comprobar qué ocurre alrededor nuestro*” (RGF1).

Estas imágenes constituyen representaciones diversas de la ciencia, el propósito de la actividad científica, las formas en las que se genera el conocimiento, su reconocimiento, validación y desarrollo; de tal forma que se construyen cuatro interpretaciones o subcategorías que muestran el pensamiento docente ante la ciencia. Estas subcategorías son: “*Noción de ciencia*”, “*Propósito*”, “*Método*” y “*Desarrollo*”; en conjunto organizan las representaciones de los docentes, es decir, las creencias acerca de la ciencia, en donde puede reconocerse la “*ciencia del profesor*” y la tendencia a “*la ciencia de resultados y progreso*”.

Estas subcategorías se relacionan con los contextos de la actividad científica planteados por Carnap y Reichenbach, es decir, los contextos de justificación y descubrimiento como lo señala Pérez Ransanz (1999); las subcategorías señaladas, comprenden la certidumbre, validez y correspondencia con la realidad del conocimiento científico (justificación), y aspectos metodológicos y del desarrollo científico (descubrimiento) para dar cuenta de las creencias epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia que expresan los docentes, es decir, la *ciencia del profesor*.

5.1.1 Noción de ciencia

La primera de esas subcategorías intermedias, “*Noción de ciencia*”, recupera los comentarios de los docentes acerca de la ciencia, qué es la ciencia para los docentes; ellos manifiestan que:

“No lo había pensado” (RGF3), o *“No me había planteado esa pregunta”* (RGF4); *“¡Hay Dios, es lo que damos!”* (RGF3).

Estas expresiones tienen sentido porque la reflexión sobre la ciencia cuenta con espacios limitados en las actividades de los docentes (Acevedo, 2002). Si bien, en los programas de secundaria, la ciencia es considerada como una actividad humana en constante construcción y como una manera de buscar explicaciones en relación cercana con la tecnología (SEP, 2011); son escasas las oportunidades para desarrollar y reflexionar esta concepción de la naturaleza de la ciencia en el aula y en los ambientes colegiados y formativos de los docentes.

Por ejemplo, en las escuelas secundarias las reuniones mensuales de los Consejos Técnicos Escolares²⁶, cuentan con agendas temáticas muy generales, muy enfocadas a resultados y logros de aprendizaje, que poco tienen que ver con las tramas didácticas y las problemáticas concretas de la enseñanza, como es el caso de la ciencia y la metaciencia.

Las Academias de Asignatura, como espacios para tratar asuntos propios y concretos de las asignaturas, se diluyen en esas reuniones de carácter general, su actividad se reduce a tomar acuerdos para actividades, completar documentos burocráticos o elaborar exámenes.

En los espacios de actualización, así ocurre en Nuevo León, los cursos dirigidos a los maestros en servicio son escasos para atender a los docentes en temas de enseñanza de las ciencias y de reflexión sobre el conocimiento científico; por ejemplo, los Centros de

²⁶ El Acuerdo número 15/10/17 plante que el propósito del CTE es “Revisar de forma permanente el logro de los aprendizajes del alumnado e identificar los retos que debe superar la escuela para mejorar sus resultados en el marco del Sistema Básico de Mejora y en el ejercicio de su autonomía de gestión, con base en los registros y productos de las sesiones del CTE: gráficas, cuadros, acuerdos y compromisos registrados en el Cuaderno de bitácora, evaluaciones bimestrales y los resultados de evaluaciones externas, entre otros” (DOF 10/10/2017, Artículo Décimo tercero).

Las Academias de Asignatura, como instancias de organización de los docentes se contemplan en forma parcial en estas normativas al mencionar que: “El aprendizaje entre pares y entre escuelas, con el fin de intercambiar conocimientos y experiencias enfocadas a la mejora del servicio educativo. Este trabajo promoverá el intercambio entre docentes de un mismo grado, ciclo o *academias* [el énfasis es mío], según corresponda” (DOF 10/10/2017, Artículo Décimo sexto).

Capacitación del Magisterio ofrecen 20 cursos de formación y actualización en el ciclo escolar 2017–2018 para docentes de educación básica, solo dos (de 40 horas presenciales) se relacionan con la didáctica de la física o de la química (Secretaría de Educación de Nuevo León, 2017).

Como ha señalado Acevedo y Acevedo (2002), en los procesos de formación de los docentes y los espacios de discusión entre pares en los centros escolares, no se asume la discusión sobre la naturaleza de la ciencia, por lo cual falta interés en estos temas y su tratamiento en el aula; luego, se vuelve necesario y urgente su incorporación en los programas de actualización científica y didáctica de los profesores para favorecer su consenso curricular y en la práctica.

Ahora, en sus expresiones los profesores delimitan un sentido de ciencia que presenta por lo menos cuatro características: *la ciencia es esencial para el hombre y la sociedad; la ciencia se ocupa de explicar los fenómenos; la ciencia es la realidad; y, finalmente, la ciencia triunfa y obtiene resultados exitosos*. Para los docentes de secundaria, la ciencia:

- ❖ *“Es parte fundamental de la vida de las personas” (RGF1).*
- ❖ *“En todo hay ciencia, en todo lo que usted ve, escucha ahí interviene la ciencia, y creo que es fundamental, de hecho, es una de las materias básicas” (RGF1).*
- ❖ *“Pero en realidad también podemos decir que todos hasta cierto punto somos científicos, porque constantemente estamos experimentando en nuestra vida diaria” (REI3²⁷).*
- ❖ *“Es que ciencia es todo” (RGF3).*
- ❖ *“Todos estamos rodeados de conceptos científicos” (RGF1).*

²⁷ (REI3) Refiere a los documentos o registros de los cuales se toman las expresiones de los profesores: **R**egistro de **E**ntrevista **I**ndividual **3**. El número refiere el orden de entrevistas individuales realizadas: 1, 2, 3, 4...

- ❖ *“Y desde mi punto de vista los científicos son personas fuera de serie porque tienen el coeficiente intelectual y tiene capacidad de análisis y observación” (REI6).*

Prevalece una cierta visión idílica, en el sentido de ser todos científicos, por el solo hecho de estar inmersos en el contexto natural o en el entorno tecnocientífico que consideran como producto de la ciencia. Según los profesores, estar ante los fenómenos o emplear los avances tecnológicos otorga a los sujetos el estatus de científico. No se contemplan los procesos de plantear preguntas y respuestas en la construcción del conocimiento.

Los profesores de secundaria consideran que la ciencia es fundamental e indispensable en el mundo actual, es una realidad palpable, en todo lo que nos rodea encuentran el conocimiento científico o más concretamente la aplicación o los productos de la ciencia; puede detectarse que existe una cierta confusión de los fenómenos o efectos tecnológicos con la actividad científica y la generación de conceptos.

Para los profesores de secundaria, la ciencia corresponde a una perspectiva cercana a lo que describe Feyerabend (1985) como una posición excepcional de la ciencia en la sociedad, un gran reconocimiento a su potencial, casi se convierte en una figura ideológica, condición que es difícil de cuestionar por la influencia o prestigio de la metodología y los resultados de la actividad científica.

Como señalan García Palacios et al. (2001) conviven diversos puntos de vista, una visión de sentido común y una visión aporética y ahistórica del conocimiento científico. En la primera, los conocimientos se presentan como claros, obvios, "de sentido común", dejando a un lado que la actividad científica es poner en duda, es el cuestionamiento sistemático del entorno, de aquello que se considera como obvio.

En la segunda visión se dispone de “Conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generó su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades; menos aún, las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas” (García Palacios et al., 2001, p. 18).

Otra característica encontrada en los diálogos se relaciona con la ciencia como explicación; para los profesores la ciencia es explicación, comprensión e interpretación de los fenómenos, responde al por qué ocurren los fenómenos, “*es un estudio profundo de la realidad*” (RGF3). Otras expresiones docentes están en ese sentido:

- ❖ *“Interpretar, comprender lo que sucede, en el caso de la química lo que sucede en su cuerpo, en la biología, lo que sucede con los alimentos, lo que sucede con las sustancias (...) a cuidar el medio ambiente” (RGF5).*
- ❖ *“Explicar por qué ocurren las cosas” (RGF1).*
- ❖ *“Estudio enfocado (...) a profundidad (...) de la naturaleza” (RGF3).*
- ❖ *“Nos da muchas explicaciones” (RGF2).*
- ❖ *“La ciencia lo explica todo” (RGF6).*
- ❖ *“Explicarse todos los fenómenos naturales que ocurren a su alrededor” (RGF3).*
- ❖ *“Para todo se necesita una explicación y para todo se necesita una respuesta, y dentro de esa respuesta está la ciencia” (RGF1).*
- ❖ *“Eso va a suceder en cualquier parte del mundo, por eso se le llama ley, porque sucede, por ejemplo, la ley de la conservación de la materia” (RGF1).*
- ❖ *“[Las leyes y teorías]se pueden considerar, así como representaciones porque cada una de ellas nos ayuda a comprender en cierta forma lo que nosotros estamos aprendiendo o lo que estamos viviendo” (REI5).*

Para los docentes la ciencia es una explicación, en cierta forma reconocen la necesidad de plantear preguntas, pero el profesor no se cuestiona o interesa por el cómo se construye esa explicación, implícitamente se confía en ella, por su eficacia y, sobre todo, por la existencia de la observación, la experimentación o el método científico.

Para Fernández, Carrascosa, Cachapuz y Praia (2002) esta es una de las deformaciones más comunes de la enseñanza de las ciencias, en la cual se omite toda referencia al origen de la construcción de conocimientos, a sus limitaciones y posibilidades; aquí los conocimientos ya están elaborados, solo hay que tomarlos. En palabras de Bachelard (1938) citado en Fernández et al. (2002) se olvida que *“Todo conocimiento es la respuesta a una cuestión, a un problema, lo que dificulta captar la racionalidad del proceso científico”* (p. 480).

Ahora, también los profesores encuentran en la ciencia el sentido de la realidad; los docentes sostienen que la ciencia es la realidad, que los conocimientos y las explicaciones de los fenómenos representan lo que ocurre *realmente* en el entorno. Aseveran en un grupo de enfoque: *“Pues de eso se trata la ciencia, de las cosas reales”* (RGF6).

Esto implica nuevamente, una cierta actitud empirista, según la cual la realidad se refleja directamente en la mente del sujeto, por lo tanto, los conceptos, las teorías, las leyes expresan tal cual es la realidad. Algunos de los enunciados mencionados por los informantes en ese sentido son:

- ❖ *“La materia ahí está, nosotros nada más la estamos conociendo, interpretando, analizando”* (RE11).

- ❖ *“Yo digo que la realidad sería lo más importante, porque el suceso se va a dar si el científico está o no está, de ahí que si él ya se pone a observarlo va a tratar de descubrir el por qué sucede” (REI2).*
- ❖ *“El fenómeno existe, es un hecho, es una realidad. El investigador solamente descubre las condiciones de esa realidad, descubre las propiedades, las características, el cómo se da esa realidad, cómo funciona esa realidad, qué se puede esperar en un futuro de esta realidad” (REI4).*

Como la realidad está ahí, solamente tomamos los datos, los organizamos mediante la observación y la experimentación, los datos *están dados*. Esta es la creencia más extendida de los docentes, es decir, una visión empírica, rígida y dogmática de la ciencia como descubridora de "la verdad contenida en los hechos" (García Palacios, 2001, p. 18).

Este empirismo espontáneo encuentra escasas ideas en sentido contrario, es decir, en reconocer el papel activo del sujeto en la construcción de la realidad cuando se acepta que el científico interpreta, construye las explicaciones que no son exactamente el reflejo o la realidad; cuando una docente dice *“Que la realidad la determina el hombre con la interpretación que le da” (REI1)*. Pero inmediatamente afirma que:

- ❖ *No va a cambiar la realidad. La realidad no la puedes cambiar, la realidad existe, pero tú la puedes ver de una manera diferente, que puede estar equivocada, como ha sucedido muchas veces en la ciencia. Y otro, la realidad es la misma, y otro la ve como es. Pues simplemente con el modelo geocéntrico y el modelo heliocéntrico; o sea, la realidad es la misma pero el investigador la ve de diferente manera (REI1).*

La última característica de la “Noción de ciencia” en los docentes de secundaria, tiene que ver con un entendimiento triunfalista del conocimiento, una ciencia exitosa. Se asocia el conocimiento con el progreso, con la omnipresencia de la ciencia. La ciencia es éxito, es tecnología. Como se comentaba anteriormente, un conocimiento excepcional decía Feyerabend (1985) que también se confunde con la tecnología, por el entorno creado o generado a partir de los avances de la tecnología.

Se olvida que la tecnología tiene condiciones y procesos distintos a la ciencia, como indican García Palacios et al. (2001), la tecnología tiene conocimientos tácitos o habilidades técnicas y conocimientos codificados, entre los que destacan los conocimientos científicos a los que se agregan otros conocimientos de tipo tecnológico; es decir, una interacción entre conocimientos en contextos sociales, pero no una reducción de la ciencia a la tecnología. Los profesores comunican que:

- ❖ *“[La ciencia] No es magia, hace que todo funcione” (RGF3).*
- ❖ *“Es una necesidad de crecimiento, de desarrollo, de progreso, va con el hombre” (RGF4).*
- ❖ *“Todo lo que tenemos se ha desarrollado en base a la ciencia” (RGF6).*
- ❖ *“Y la tecnología que nos ha permitido todo lo que tenemos desde materiales hasta las habilidades del ser humano. Sí porque empezamos hasta con la palanca que es una forma de aplicar una fuerza, entonces nos ha permitido potencializarnos en muchos aspectos. Muchas limitantes que teníamos como seres [humanos], la ciencia nos ha permitido entender que hay todavía mucho que aprender” (RGF6).*

En estas creencias de los docentes prevalece una concepción de ciencia cercana a las concepciones clásicas, es decir, empiristas y racionalistas; porque afirman que la ciencia

consiste en un conjunto de conocimientos, de teorías organizadas racionalmente y demostrables empíricamente; en otros momentos afirman que la ciencia son proposiciones racionales, predictivas y objetivas para describir o explicar los hechos. Pocos docentes se plantean la ciencia como resultado de los compromisos y presupuestos que comparten las comunidades de investigadores, es decir, posiciones un tanto alejadas del positivismo y más constructivistas relacionadas con la nueva filosofía de la ciencia.

5.1.2 Propósito de la ciencia

La siguiente subcategoría, “Propósito”, organiza las creencias de los profesores en torno a las finalidades de la ciencia; las imágenes trazadas por los profesores cuentan con tres características fundamentales: *que la ciencia tiene como objetivo responder a interrogantes, potenciar al ser humano y para el logro de beneficios.*

En síntesis, en estas creencias los docentes reconocen que la ciencia tiene como propósito atender las preguntas que se plantea el hombre acerca de su entorno, la posibilidad de superar la ignorancia y el oscurantismo, todo lo cual tiene como recompensa la mejora de la vida diaria y el acceso a la tecnología.

Los docentes mencionan que el propósito de la ciencia es responder, exponer e interpretar los hechos y fenómenos de la naturaleza. Expresan que para la ciencia *“el principal objetivo es dar una respuesta de forma científica” (RGF1)*; para beneficio de la salud, del cuidado del ser humano y el desarrollo de la tecnología. Tales creencias forman parte de un empirismo clásico, en donde la racionalidad científica no se ve afectada por factores externos, como, los políticos, los sociales o los psicológicos; como expresan García Palacios et al. (2001)

“Destacan las virtudes cognitivas como la simplicidad, el poder predictivo, la fertilidad teórica o el poder explicativo” (p. 13).

Desde ese empirismo clásico, el destino principal de la ciencia es el beneficio del hombre, los docentes afirman que *“Ha permitido potencializar al ser humano”* (RGF6). Copleston (1971) citado en García Palacios et al. (2001) menciona que en el *Novum Organum* de Bacon se destaca la verdadera función de la ciencia, la cual, consiste en extender el dominio de la raza humana, el reino del hombre sobre la naturaleza.

Estos autores recuerdan que en esa obra Bacon subraya las consecuencias prácticas de la invención de la imprenta, de la pólvora y de la brújula, que “Han cambiado la faz de las cosas y el estado del mundo; la primera, en la literatura; la segunda, en la guerra; y la tercera, en la navegación” (p. 13). Los docentes manifiestan que:

- ❖ *“La mejora de la vida diaria”* (RGF3).
- ❖ *“Que, a través de la ciencia, de la física se ha venido modernizando toda la tecnología”* (RGF1)
- ❖ *“Para tener tecnología”* (RGF6).
- ❖ *“Cuidar el medio ambiente”* (RGF5).
- ❖ *“Le encuentras la utilidad, ese es el punto”* (RGF5).
- ❖ *“Ha permitido un desarrollo total”* (RGF6).
- ❖ *“El desarrollo sustentable”* (RGF4).
- ❖ *“Sí, eso es lo que yo les digo [a los alumnos], eso nos va a ayudar a vivir mejor, a estar mejor, a cuidarnos”* (RGF6).

- ❖ *La ciencia, pues aporta todo, aporta todos nuestros satisfactores, o sea, la vida como la conocemos no es igual sin la ciencia, en todos los aspectos, sobre todo la salud, en las cosas que utilizamos, en nuestras necesidades más básicas, alimentos (REII).*

Nuevamente Copleston (1971) citado en García Palacios et al. (2001) enfatiza que ya en su tiempo,” Bacon adivinó de un modo notable el progreso técnico que se acercaba, un progreso que él confiaba que había de servir al hombre y a la cultura humana” (p. 13). Un progreso técnico que deja atrás una época de prejuicios y oscurantismo. En síntesis, los profesores lo expresan como:

- ❖ *“Contra la ignorancia” (RGF5).*
- ❖ *“Menos límites para el ser humano” (RGF6).*
- ❖ *“Para la transformación de los materiales” (RGF3).*
- ❖ *“Para evitar prejuicios” (RGF5).*
- ❖ *“Ayuda a interpretar, a comprender lo que sucede” (RGF5).*
- ❖ *“Todo es manipulación de tu medio, la física te permite aprender para no ser engañado” (RGF6).*

Muchas de estas creencias coinciden con lo encontrado por Bloom (1989) en sus estudios sobre las imágenes de la ciencia entre los profesores, los cuales expresan que los propósitos de la ciencia son entender el mundo que nos rodea y mejorar la calidad de vida de todos.

En cierta forma estas creencias, alimentan una deformación de la actividad científica que Fernández et al. (2002) denomina como una “visión exclusivamente analítica”, es decir, el énfasis en responder a cuestiones puntuales del desarrollo científico olvidando las grandes síntesis como la mecánica newtoniana, así:

Una visión exclusivamente analítica, que resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, su carácter acotado, simplificadorio, pero que olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios o el tratamiento de problemas «puente» entre distintos campos de conocimiento que pueden llegar a unirse, como ha ocurrido tantas veces. (p. 480).

Algunos autores como Vildósola (2009) comentan que esta visión de los propósitos de la ciencia, centrada en el progreso y la potencialización del ser humano, tiene que ver con concepciones ingenuas, pragmáticas e incluso antropocéntricas del mundo y de la ciencia que llevan a considerar la ciencia y la tecnología como conocimientos muy útiles o equivalentes.

En términos generales, para estas posturas empiristas y positivistas, la finalidad de la ciencia es describir y explicar la realidad, resaltar los avances y logros; en ciertos casos se advierten posiciones racionalistas que plantean la ciencia como una organización sistemática de las interpretaciones o la construcción de teorías con cierta probabilidad de verdad. La mayoría de los docentes está lejos de una posición más constructivista que destaque como finalidad de la ciencia la construcción en las comunidades científicas de paradigmas, programas, teorías o modelos para tratar la realidad.

5.1.3 Método de la ciencia

Esta tercera subcategoría, “Método”, desvela el significado que los docentes otorgan a los procedimientos para obtener el conocimiento científico, comprende las creencias sobre la manera en que trabajan los científicos para llegar al conocimiento. Con respecto a esta categoría, los docentes tienen al método científico como la entidad fundamental para explicar la

producción de conocimientos; la observación, la experimentación y la comprobación son reconocidos como pasos o momentos estelares e imprescindibles de esa metodología.

En esta subcategoría surgen tres tendencias o características en las creencias o imágenes de los docentes; la gran mayoría de los maestros destacan que el *método científico es la única forma de construir el conocimiento de la ciencia*, lo cual le otorga ese carácter de científico al conocimiento logrado; sin embargo, para otros docentes el método de la ciencia consiste en *poner a prueba hipótesis e ideas innovadoras*, es decir, mediante el ensayo y el error; y en forma incipiente proponen la idea de *construir teorías o programas* de investigación.

El método científico se identifica como el único de la ciencia, se reconoce como una serie de pasos que necesariamente inician con la observación y terminan en la comprobación. Dicen los docentes: *“Todas las ciencias se basan en el método científico (...) Toda la ciencia, toda ley, todo lo que podemos mencionar está regido directamente por el método científico”* (RGF1); *“Yo creo que todo lo que conocemos ahora como ciencia, está basado en el método científico”* (RGF3).

Así se expresan en un grupo de maestros: *“Es que en realidad el método científico son los pasos que se siguen con una visión de ciencia”* (RGF3). Y reafirman: *“En qué consiste un método científico: observar, experimentar, promover leyes y repetir los ejercicios para que veamos nosotros que vuelven a suceder”* (RGF3).

Para Mc Comas (1998), lo anterior, es uno de los mitos más extendidos sobre la naturaleza de la ciencia que se trasmite en la escuela, según el cual, existe un método científico general y universal, que es obligado en toda actividad científica, cuya caracterización consiste

en una serie de etapas que pasan por: plantear un problema, recolectar información, formular hipótesis, observaciones, comprobaciones y aserciones sobre los resultados.

Dentro de esa metodología científica, la observación y la experimentación ocupan un lugar muy especial; observar y experimentar son fundamentales para el trabajo científico, se consideran los quehaceres esenciales para llegar al conocimiento, los puntos fundamentales en toda investigación. De manera definitiva expresan en un grupo focal: *“Con el primer paso que es muy importante del método científico (...) claro hay otros, pero el más importante ya de la acción del método científico es la observación” (RGF4).*

Para los profesores, observar la realidad es la base del conocimiento, una actitud positivista, en la que el sujeto en forma neutral contempla y aprehende la realidad y llega al conocimiento. No se advierte que el observador lleva un contenido que orienta la interpretación. Sostienen los profesores que: *“Primero observar lo que nos rodea” (RGF2).* *“El método científico es la observación” (RGF4).* Entonces consideran los docentes que la base de todo trabajo científico es la observación: *“Primero observarlo, hacer hipótesis, hacer experimentos, comprobarlo, reformular la teoría y después las leyes, eso es” (RGF1).*

Observar, experimentar y comprobar son la esencia del método y la esencia del conocimiento: *“Para mí siempre es la observación porque con eso puedo determinar qué cambios sufre el fenómeno” (REI2); “En la física todo se lleva a experimentación” (RGF2).*

La experimentación es una etapa estelar en ese método, o más claro, sostienen que la experimentación es propiamente el método científico, dicen los maestros que *“Los científicos trabajan a través de la experimentación (RGF3);* y que *“Cada científico tiene su propio método, pero debe de estar basado siempre en la experimentación, desde Galileo todo está basado en*

la experimentación. Para que la ciencia sea formal debe tener una experimentación y una comprobación básica” (REI4). Añade una docente:

- ❖ *“Pero, es la ciencia la que llevará a lo concreto, a un objetivo concreto, un postulado, a una teoría que puedas comprobar; la ciencia, la maravilla de la maravilla es que puedes comprobar esas teorías, esos postulados en las diferentes ramas que tiene la ciencia” (REI6).*

Lo anterior constituye el mito de los experimentos como la ruta principal para la ciencia, señala Mc Comas (1998), ya que en la actividad científica no se consideran otras vías como el análisis, la discusión, o la especulación; solo experimentar tiene la capacidad de poner a prueba, de demostrar y comprobar, “[Las ciencias] siguen el proceso del método científico, que es el A B C del científico” (REI3).

Esta deformación de la naturaleza de la ciencia se refleja en la enseñanza, a pesar de resaltar la parte explicativa de la ciencia, de la observación y de la experimentación, los docentes incurren en la enseñanza puramente «libresca», o puramente teórica sin apenas trabajo experimental. Ello favorece que la experimentación conserve para profesores y estudiantes el atractivo de una «revolución pendiente» (Fernández et al., 2002). Con algún afán crítico algunos docentes reconocen este hecho y expresan:

- ❖ *Necesitamos nosotros también cambiar, no ser tan teóricos, nosotros porque todo, porque desafortunadamente ahorita lo estamos haciendo, por razones obvias, por falta de espacio, lo estamos haciendo mucho en el grupo, pero si es necesario también darle un giro a esto para que el muchacho también se interese más en las ciencias (RGF1).*

Comentan los participantes *“Es una metodología que sigue ciertos procedimientos, para dar certeza a los análisis, a lo que observamos, lo que podemos apreciar, y también en base a eso se han formulado las leyes” (RGF3)*. Y aseguran los docentes *“Para que sea una ciencia tiene que estar apoyado con un método científico si no, no es ciencia” (RGF4)*.

Estas son creencias de los docentes que forman parte de visiones positivistas de la ciencia, en las cuales la observación, la experiencia y el método otorgan el carácter de conocimiento científico; así se lo explican Vázquez Alonso, Acevedo Díaz, Manassero Mas y Acevedo Romero (2001):

El positivismo contempla a la ciencia como un intento de codificar y anticipar la experiencia y, más aún, considera que el método científico es el único intento válido de conocimiento, basado en los datos observacionales y las mediciones de magnitudes y sucesos. Así pues, una de las tesis básicas del positivismo lógico es el dogma de la unidad y universalidad del método científico (p. 33).

En suma, en las creencias docentes el método unifica a la ciencia, el método científico establece lo que es ciencia y aquello que no lo es; también la validez de las observaciones y su coincidencia con la realidad son fundamentales; lo reafirman Vázquez Alonso et al. (2001):

En definitiva, sólo son creíbles aquellas proposiciones cuya verdad pueda establecerse por medio de observaciones. Además, el positivismo sostiene la existencia de un criterio radical de demarcación entre la ciencia y la no-ciencia, que sería la aplicación de dicho método científico único y universal, consistente en un conjunto de reglas objetivas y universales para el diseño de experimentos y la evaluación de teorías que aseguran el éxito y el progreso (p. 33).

En otra característica sobre la metodología, los profesores expresan, *“Formular preguntas”* (RGF5) y *“A través del acierto y el error”* (RGF6) son las formas adecuadas de llegar al conocimiento. Aquí la metodología de la ciencia tiene que ver con plantear cuestiones, hipótesis o conjeturas, para luego, desarrollar una serie de actividades que den respuesta a esas interrogantes. Dicen: *“Para mí fue observando, pero también fijándose bien en el error o en el fracaso, porque la mayoría no a la primera obtuvo la respuesta correcta, tuvieron que ir modificando cosas para poder llegar al punto donde querían”* (REI2).

Los profesores dicen: *“Tiene hipótesis y saca respuestas de esas hipótesis pueden ser positivas o negativas”* (RGF3); *“Con el tiempo puede ir, podemos ir descubriendo cosas nuevas que nos hacen ver que estábamos en un error”* (RGF3); *“Yo creo que el mismo raciocinio del hombre hace que evolucione dicha ciencia”* (RGF4).

Esas posturas más alejadas del positivismo y empirismo contemplan a un sujeto investigador capaz de racionalizar la realidad con formulaciones, hipótesis y conjeturas que se validan o desechan en la confrontación con la realidad. Se trata de una visión falsacionista o popperiana; expresan los docentes: *“Primero debe de haber un problema, un problema que quiera resolver. Parte de la necesidad de resolver un problema y de ahí, proponer las posibles soluciones a ese problema”* (REI4). Otros docentes completan: *“Yo agregaría otro que no menciona el método científico: la intuición. Un científico debe tener intuición”* (REI3). *“El conocimiento se genera primero en el pensamiento, en la imaginación, allí se sospecha”* (REI3).

Esta postura significa un avance ante el positivismo, ya que muestra la posibilidad de especular, proponer, suponer, trazar hipótesis falsables, para Porlán (1995) citado por Rivero y Wamba (2011) la ciencia está enfocada en *“Construir libremente hipótesis provisionales en*

relación con los problemas planteados para, posteriormente someterlos a un riguroso proceso de falsación o refutación mediante procedimientos experimentales” (p. 20).

Pero esos procesos de experimentación y de observación necesarios para falsear las hipótesis, o de forma más precisa, *la necesidad de seguir un trayecto lógico de racionalidad y verificación*, propician que las posturas popperianas sean cuestionadas por la nueva filosofía de la ciencia:

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. (Pérez Ransanz, 1999, p. 21).

Para los docentes la discusión de las teorías en el seno de los grupos de científicos, el consenso y los acuerdos de las comunidades de investigadores es una idea poco desarrollada, se plantea en forma muy marginal la intervención de los acuerdos y adhesiones entre los científicos para el desarrollo del conocimiento.

- ❖ *“Bueno, por ejemplo, cuando un científico llega, este, a una teoría. Somete a prueba, la aceptación de esta, por parte de los demás científicos, entonces la flexibilidad está en aceptar que hay más conocimientos que quizá no se tienen, que modifique lo que él tiene como una idea absoluta, entonces, allí debe haber una flexibilidad de aceptar nuevas ideas que pueden modificar la ya tenida y retomarla, no cerrarse” (REI3).*
- ❖ *“Yo diría que, por ejemplo, los principios, las teorías y las leyes son los postulados escritos que permite que la comunidad científica tenga un registro de lo que se va descubriendo y de lo que se tiene dentro del acervo científico, universal” (REI3).*

En esta subcategoría, “Método de la Ciencia”, la tendencia más fuerte se encuentra en las creencias relacionadas con la supremacía del método científico, los docentes se apegan a esa creencia a pesar de las propuestas curriculares o formativas que presentan algunos cambios en sentido contrario, ellos sostienen que:

- ❖ *“Pues siempre nos han enseñado, antes le decían el método científico, ahora no quieren que lo digamos, pero es que ese es el método” (REI1).*
- ❖ *“Pues en la Reforma de secundaria dicen que el método científico no es una lista de pasos, como una receta de cocina. Pero ya en la práctica vemos que siempre se deben llevar a cabo, porque si no haces uno de los pasos, tu teoría, tu conclusión no va a estar completa” (REI1).*

Esa misma creencia se traslada a propuestas didácticas, los pasos del método científico que reconocen como indispensables para la actividad científica, se convierten en pasos minuciosos para una práctica de laboratorio o para la realización de proyectos de ciencias, los participantes expresan que:

- ❖ *“Si desapareció ya desde la primera reforma del 96 (Sic). Desapareció, pero, cuando yo lo estudié si decían los pasos del método científico son estos. Ahora ya no lo dicen, pero lo hacemos como quiera; como quiera pones al niño a observar, lo pones a ver, da una suposición: qué crees que pase; ahora compruébame, ahora concluye, ¿era cierto lo que dijiste, por qué? O sea, lo haces como quiera” (REI1).*
- ❖ *“Nada más que yo voy a exponer el primero [Proyecto de ciencias], voy a exponer todos los pasos que son, para que lleguemos hasta la observación, la evaluación, el desarrollo, la hipótesis y, todo, lo voy a organizar. Yo el primero, yo se los voy a expresar y, así como yo voy a poner el ejemplo, que ellos vayan preparando su material (RGF2).*

Puede afirmarse que predomina en gran parte de los docentes lo que Fernández et al. (2002) consideran en general como la visión rígida (algorítmica, exacta, infalible) de la actividad científica, de la cual resalta el tratamiento cuantitativo, el control riguroso; dejando de lado todo lo que significa invención, creatividad, duda.

Un asunto más que conviene señalar es que el énfasis de los docentes en el método y en la experimentación en general lleva a expresiones como: *“No tenemos laboratorios o son incompletos e insuficientes, no hay tiempo de practicar”* (RGF1 y REI2) forma parte de esa deformación que indican autores como Fernández et al. (2002) comentada renglones atrás, como justificación del ejercicio libresco, puramente conceptual de la clase, de una experimentación ideal pero siempre pendiente para realizar.

5.1.4 Desarrollo de la ciencia

El “Desarrollo”, es otra subcategoría que aproxima a las creencias de los docentes sobre el conocimiento científico; tiene tres imágenes básicas que dan cuenta del impulso y progreso de la ciencia: *la idea de acumulación, la vinculación a la tecnología y la idea de enlazar la ciencia a las exigencias económicas* (RGF1,2,3,4,5,6). Apenas se esboza en las manifestaciones docentes el reconocimiento de la evolución de la ciencia en función de la curiosidad, el desenvolvimiento de las teorías, y la dinámica de las comunidades científicas; pero no sin dejar de mostrar, en ciertos casos, la preocupación por el avance de la ciencia.

Los profesores explican el avance científico como la acumulación constante de evidencias, de conocimientos ciertos y verdaderos que otorgan un gran potencial a las leyes y teorías de la ciencia; dicen los docentes: *“Pero que todo eso ha sido un logro, un cúmulo de*

conocimientos inacabables, yo creo que entre más se sabe, más se desconoce y más hay que aprender” (RGF6); y “La ciencia es evolución, la ciencia es progreso (RGF1).

Para Mc Comas (1998) esto constituye uno de los mitos sobre la naturaleza de la ciencia que se halla vinculado a la concepción empirista, según la cual, la evidencia acumulada por la observación y la inducción tendrá como resultado nuevas leyes o teorías en forma mecánica o lineal. Los docentes participantes aseveran que la ciencia trata de:

- ❖ *“Conocimientos que van creciendo, aumentando” (RGF6).*
- ❖ *“Entonces toda esta explicación se ha ido acumulando por eso ahorita la ciencia se ha complicado mucho” (RGF3).*
- ❖ *“Sí, es sorprendente, por ejemplo, que en biología en estos últimos 30 años ha crecido, ha mejorado, ha aumentado lo que en toda su historia” (RGF6).*
- ❖ *“Empezó en triadas [la Tabla Periódica de los Elementos], eran de tres, y luego se fue a octavas, y empezó después con 53 elementos y ahorita pues se han ido descubriendo más y ahí vamos en el doscientos” (RGF3).*

Esa visión de acopio en el avance científico, expresan Fernández et al. (2002) lleva una visión de crecimiento lineal del conocimiento, deja a un lado los tiempos de crisis, de reacomodo y de transformaciones; no considera complejos procesos de cambio, de discusión, de confrontación entre paradigmas, programas de investigación o de otro tipo de modelos que explican el progreso de los conocimientos. Los profesores reiteran:

- ❖ *“Avanza [la ciencia], por ejemplo: la Tabla Periódica, el Sistema Geocéntrico y el Sistema Heliocéntrico, cada vez son mejores y más precisos” (RGF6).*
- ❖ *“Hay mucho por descubrir: se requieren genios” (RGF1).*

- ❖ “[La ciencia] *Búsqueda constante para saber más*” (RGF2).
- ❖ “*Siempre está buscando saber más, una explicación no se da por hecha, sino que sigue investigando*” (RGF4).

Los participantes destacan que el progreso de la ciencia tiene relación con el avance de la tecnología, plantean una fuerte vinculación entre estos dos desarrollos. El entorno tecnocientífico que se vive influye en esa visión según la cual la ciencia avance en estrecha vinculación con la tecnología.

Es parte del mito, explica Mc Comas (1998), que identifica como idénticas la ciencia y la tecnología, como dos procesos que no se diferencian significativamente. De esta manera, los docentes expresan en las entrevistas:

- ❖ “*Porque la ciencia fue avanzando, la tecnología fue avanzando*” (RGF1).
- ❖ “*Que ellos mismos comprendan que a través de la ciencia, de la física se ha venido modernizando toda la tecnología y que muchas cosas que a ellos no les tocó ver en ese momento, pero lo están disfrutando, yo les digo pregúnteles a sus padres o sus abuelos que tuvieron ese tipo de televisiones que usaba un cinescopio que tenía una forma de embudo*” (RGF1).
- ❖ “*Es que si no hay ciencia no hay tecnología, o sea la ciencia es la que hace que genere el marco en sí, todo lo que rodea*” (RGF1).
- ❖ “*Y está siempre cambiando, el caso de las computadoras, software, o lo que sea, ahorita es una cosa, la semana siguiente es otra, la semana que sigue es otra, está avanzado a pasos agigantados (...) un disco duro era que megas (...) ahora hablamos de teras, y al rato hablamos de otro rollo.* (RGF1).

- ❖ *“La ciencia aporta todos nuestros satisfactores en nuestras necesidades más básicas” (RE11).*

Pero también, aparecen algunas visiones intermedias que reconocen implícitamente la existencia de campos propios y definidos para la ciencia y para la tecnología: *“La ciencia y la tecnología que van agarraditas de la mano” (RGF2)*; y en una entrevista, la maestra sostiene que:

“Están íntimamente [se refiere a la ciencia y a la tecnología] relacionadas, aunque a veces se describe o se define como que la tecnología viene siendo la aplicación del conocimiento científico; pero me parece que van íntimamente relacionadas. Cada una tiene sus propias características, una atiende el conocimiento y la otra el desarrollo de la técnica” (RE18).

Otro aspecto que destacan los profesores, en el progreso de la ciencia, es la vinculación del conocimiento con las exigencias económicas. Esta visión es resultado del entorno tecnocientífico o tercer entorno como lo denomina Echeverría (2010) en donde prevalecen las tecnologías digitales que alteran las condiciones y relaciones sociales. Es en ese espacio en donde se han transformado las relaciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad, como señala Echeverría (2010) la vinculación de la ciencia académica, la industria y las políticas gubernamentales explican el desarrollo económico y social. En este sentido, los docentes puntualizan:

- ❖ *“Y pues, con todo lo teórico vas ideando nuevos productos, nuevas cosas...” (RGF1).*
- ❖ *“La ciencia, por ejemplo, en la medicina también te da poder” (RE13).*
- ❖ *“Exactamente, también lo económico como dices es muy esencial para el avance*

científico, exactamente” (RGF1).

- ❖ *“Y, sobre todo, toda necesidad causa economía, entonces, el producto mejor elaborado, mejor preparado”. (RGF1).*
- ❖ *“Pues es una lucha constante, por eso, en los laboratorios o las ingenierías están en contacto, una guerra entre ellos para obtener el mejor producto, elaborar mejor, y eso se debe a que ellos tienen a sus mejores ingenieros, las mejores personas ahí, diseñando” (RGF1).*
- ❖ *“Por la necesidad que tiene el ser humano, más que todo se desarrolla por sus necesidades. Necesidad de salud, ya están los nano robots, que según esto ya tienen incluso prácticas para que reconstruyan el hígado o reconstruyan ciertos órganos, incluso, ahí para curar el cáncer de aquí a 10 años” (RGF6).*
- ❖ *“Creo que en el hecho de una mejor preparación de los científicos y las necesidades de la sociedad, siempre de las necesidades de la sociedad, incluso del financiamiento para investigaciones; el posible beneficio, la relación costo – beneficio de una investigación científica; los grandes laboratorios patrocinan las investigaciones para curar enfermedades, las grandes empresas patrocinan investigaciones para mejorar sus aparatos, también las universidades tienen sus departamentos de investigación. Creo que depende tanto de la necesidad de la misma sociedad y una condicionante para el desarrollo científico es también el financiamiento de la investigación” (REI4).*
- ❖ *“La ciencia, yo creo que la ciencia es una de las actividades humanas que más produce (REI4)”*
- ❖ *“Es uno de los grandes detonantes para que la sociedad tenga mejores bienes” (REI4).*

Estas ideas manifiestan la influencia de la práctica y el desarrollo científico que en las últimas décadas ha sido acelerado, por lo que la investigación científica impacta directamente

en el desarrollo productivo caracterizado por la constante innovación; Echeverría (2010) indica que “Cabe afirmar que a lo largo de la segunda mitad del siglo XX se ha producido una revolución tecnocientífica, cuyas consecuencias todavía se están dejando sentir, como la constitución de los sistemas de I+D+i [Investigación, Desarrollo e innovación]” (p. 37).

Así como se reconoce el avance y beneficio de la ciencia para la humanidad: *“Creo que aporta de todo, múltiples beneficios en la cultura, valores, progreso social. Valores como el cuidado del ambiente o de nuestro propio cuerpo” (REI11)*; los profesores muestran ciertas inquietudes por ese desarrollo prodigioso del conocimiento. Ellos, también, exteriorizan que:

- ❖ *“Pero también hemos provocado daños a la naturaleza” (RGF1).*
- ❖ *“Piensan que la cuestión de la química pues es dañina” (RGF6).*
- ❖ *“Ahí vemos desde mi punto de vista mezclada la ambición humana con la falta de humanidad hacia los semejantes. Esos son desde mi punto de vista algunos de los usos negativos que le hemos dado al avance científico” (REI3).*
- ❖ *“La ciencia permite a la sociedad resolver situaciones problemáticas, o circunstancias en los distintos ámbitos como la industria, la salud, en el hogar, en el trabajo. La ciencia permite la forma en que vivimos actualmente, si comparamos cómo se vivía antes, es algo que ha servido de beneficio a la sociedad en distintos ámbitos. A medida que se desarrolla va implicando ciertos riesgos, pero, por ejemplo, la misma Química debe dar la solución para atender esos riesgos” (REI8).*
- ❖ *“Creo que aporta de todo, múltiples beneficios en la cultura, valores, progreso social. Valores como el cuidado del ambiente o de nuestro propio cuerpo” (REI5).*

Esta dimensión de análisis refiere al conjunto de creencias que Fernández et al. (2002) reconocen como la deformación que comunica:

Una visión descontextualizada, socialmente neutra de la ciencia que ignora, o trata muy superficialmente, las complejas relaciones CTS, ciencia-tecnología-sociedad (o, mejor, CTSA, agregando la A de ambiente para llamar la atención sobre los graves problemas de degradación del medio que afectan a la totalidad del planeta (...)) una exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso. (p. 482).

En esta exposición se ha logrado uno de los propósitos de la investigación que consiste en determinar las creencias de los profesores sobre la ciencia; se ha respondido a la interrogante *al definir las creencias de los profesores como constructos estructuradores de una visión de ciencia centrada en resultados, en beneficios, artefactos o productos, una marcada tendencia hacia una visión del conocimiento científico como “ciencia de resultados y progreso”*. Un sistema de creencias, de certezas que facilitan al docente la mediación de los contenidos de las asignaturas con los estudiantes, pero con resultados limitados en términos de aprendizaje y del interés por las carreras científicas, una tendencia que articula un conjunto de creencias que puede denominarse como “la Ciencia del profesor”, que está presente en los procesos de enseñanza de la educación secundaria.

5.2 Creencias relacionadas con la enseñanza

Junto a las creencias sobre la ciencia, los docentes viven otras creencias relacionadas con el aprendizaje, las exposiciones de los profesores permite responder la segunda pregunta de la investigación, acerca de cómo son las creencias sobre la enseñanza. La información recabada indica aspectos como: la planeación de las clases; las estrategias didácticas; las actividades de clase; y las formas de evaluación entre algunas más. Con estas informaciones se construyen tres subcategorías que describen la enseñanza: “Propuesta directa”, “Propuesta intermedia” y la

“Propuesta de construcción”. En estas subcategorías se encuentra el planteamiento básico o estructural de las acciones docentes para el aprendizaje de los alumnos.

5.2.1 Propuesta directa

Esta subcategoría de análisis, la “Propuesta directa” observa la forma lineal o simple por medio de la cual, los docentes dicen o hacen para presentar el conocimiento científico a sus alumnos. En otras palabras: el docente explica y los alumnos aprenden (o deben de aprender). El docente presenta los contenidos y los jóvenes se apropian de ellos. En la mayoría de los diálogos, los docentes expresan que su tarea inicial y fundamental en el proceso de enseñanza consiste en explicar los contenidos, mientras que a los alumnos corresponde directamente aprender y demostrar ese aprendizaje en los exámenes.

Expresan los profesores *“Empiezo con una introducción, luego términos concretos y actividades de aplicación” (RGF1)*. Un docente más confirma: *“Lo que hago normalmente es explicarles” (RGF3)*, es decir, presentan el tema para que el alumno se apropie de ese contenido. Insisten los profesores: *“Para que aprendan bien, necesitas explicar el tema” (RGF1)*; *“Guiar a los alumnos, primero que nos pongan atención” (RGF3)*.

La preocupación inicial de los docentes consiste en mostrar directamente el contenido, exponer las leyes y los conocimientos que consideran fundamentales, de esa forma dicen: *“Primero vamos a ver la definición” (RGF2)*. *“Yo me voy primero con los conceptos” (RGF4)*. Una docente ejemplifica esas acciones: *“Tenemos nuestras presentaciones, a la antigua, estamos exponiendo” (RGF3)*.

De manera semejante, Fernández Nistal et al. (2011) encuentran que: “La programación se realiza a partir de los contenidos, de la información escolar proporcionada por el maestro y

los libros, sin tener en cuenta al alumno, sus necesidades, intereses e ideas previas” (p. 583). En esta propuesta de enseñanza, el esfuerzo docente es muy grande, el profesor lo hace todo, tiene la responsabilidad de “*Guiar a los alumnos, primero que nos pongan atención*” (RGF3). “*Depende mucho de uno, de la motivación que lleve el proceso de enseñanza y aprendizaje*” (RGF2). “*Hacer atractiva la clase*” (RGF2). “*Los alumnos no quieren poner un poco de su parte*” (RGF2). “*Les parece aburrido, no escuchan*” (RGF2). Un docente completa:

- ❖ “*Yo ahí enfatizó mucho la actitud, mi actitud ante ellos, yo debo estar bien convencido que el tema que voy a dar, lo debo de asimilar, lo debo de entender, me debo estar emocionando, porque si yo me emociono al dar este tema voy a emocionar a los muchachos tratar de despertar*” (RGF1).

Nuevamente, Fernández Nistal et al. (2011) expresa que: “La organización está más centrada en el profesor y los contenidos escolares que en los alumnos. Se trabaja más de manera individual que en grupos, se busca la disciplina y el control de los alumnos” (p. 583).

Los docentes, reconocen dificultades en esta forma de proceder como son la escasa participación de los alumnos; los constantes llamados de atención; la necesidad de mantener ocupados a los estudiantes; las muestras de aburrimiento y de no escuchar las indicaciones. La mayor actividad corresponde al docente, la actividad del alumno se reduce a poner atención, tomar (copiar o tomar dictado) notas, captar el conocimiento rápidamente. Complementan los profesores al decir que “*Es difícil que el alumno participe*” (RGF2). Estas creencias de los docentes revelan las características de la enseñanza tradicional de la ciencia:

Un enfoque dirigido sobre todo a *la trasmisión de conocimientos verbales*, en el que la lógica de las disciplinas se ha impuesto a cualquier otro criterio educativo y en que a los

alumnos se les ha relegado a un papel meramente reproductivo. (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 268).

Ahora, para Jiménez (2009) estas creencias no son aisladas, forman parte de lo que él denomina teoría tradicional, según la cual la enseñanza tiene una concepción disciplinar del conocimiento, considera el aprendizaje como recepción y una tremenda obsesión por los contenidos; consiste en una educación dirigida por el docente, centrada en su autoridad “El papel de docente es seleccionar estímulos, mientras que el discente permanece pasivo, asumiendo una verdad que se considera universal e incuestionable” (p. 49).

Así, en este conjunto de creencias, el círculo se cierra cuando los maestros aseguran que el aprendizaje se confirma con los resultados de los exámenes. “*Nos damos cuenta de que el muchacho aprende en el resultado del examen*” (RGF6). En cierta forma matizan diciendo que “*Se evalúa el conocimiento del alumno mediante diversos instrumentos*” (RGF3). Pero afirman que “*Desgraciadamente el muchacho no estudia*” (RGF6). “*Contestar cuestionarios, hacer una lista de conceptos para examen*” (RGF6). Por lo que en estas creencias:

El conocimiento científico se asume desde esta posición como un saber absoluto, o al menos como el conocimiento más verdadero posible, el producto más acabado de la exploración humana sobre la naturaleza, y por tanto aprender ciencia requiere empaparse de ese conocimiento, reproduciéndolo de la manera más fiel posible. (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 269).

También para Pozo et al. (2006) estas creencias no son elementos aislados, reconocen en ese conjunto de ideas la vinculación necesaria para constituir verdaderas teorías de los profesores para explicar el aprendizaje, las cuales tienen características ontológicas,

epistemológicas y conceptuales que reflejan las concepciones de los profesores en relación con las formas de aprender de sus alumnos.

Cuando los profesores sostienen que primero exponen los conceptos y explican para lograr los aprendizajes, muestran una postura epistemológica en la que consideran que la realidad está ahí (los hechos, los conocimientos) solo hay que presentarlos adecuadamente para que sean aprehendidos por los estudiantes, quienes tienen que presentar una actitud favorable para ello, se puede observar que: “Los resultados del aprendizaje -se trate de conocimientos procedimentales o declarativos- son un retrato directo o una copia fiel de la realidad o del modelo percibido” (Pozo et al., 2006, p. 122).

Desde aspectos ontológicos se tiene en estas creencias que el aprendizaje “aparece como un estado o suceso aislado, no integrado en un marco temporal más amplio que lo precede y configura” (Pozo et al., 2006, p. 121). Dicen los docentes: “*Los exámenes son con preguntas tipo Pisa, Enlace, Planea*” (RGF3). “*La guía de estudio es la libreta*” (RGF3). “*Hacemos fichas [generalmente son preguntas o actividades de consulta en diversos textos] que luego sirven para evaluar*” (RGF3).

Conceptualmente, el aprendizaje solamente tiene a los *resultados* como único o principal componente, el cual, se manifiesta esencialmente en el peso que conceden los docentes a los exámenes en la evaluación y la estructura misma de estos instrumentos a partir de reproducción de definiciones y conceptos disciplinarios (RGF1,2,3,4,5,6).

Esta propuesta directa o secuencia de actividades tradicionales (atención, presentación conceptual, aplicación, recuperación y refuerzo de conocimientos) contradice el enfoque de los Programas de Ciencias (2011c) que proponen al docente generar condiciones y acompañamiento

para que los alumnos construyan sus conocimientos; “Al reconocer que el entorno natural inmediato y las situaciones de la vida cotidiana son el mejor medio para estimular y contextualizar el aprendizaje” (p. 23).

5.2.2 Propuesta intermedia

En otra subcategoría, la “Propuesta Intermedia”, en cierta forma similar a la anterior, los docentes reconocen que es muy importante la participación de los estudiantes; los escolares desarrollan actividades de clase y de investigación, pero definidas y controladas por el docente. En esta propuesta de enseñanza se mantiene, en general, el esquema de exponer por parte del docente y el compromiso de aprender por parte del alumno con ciertos espacios para la construcción o reconstrucción de los conocimientos escolares. La diferencia es la actividad que el docente genera para el estudiante: participación en clase, investigaciones o proyectos.

En esta propuesta el docente requiere y exige la actividad del alumno. Aquí los docentes presentan actividades a los jóvenes como: “*Buscar información*” (RGF6). “*Detectar frases y palabras clave*” (RGF6). “*Tienen que ver experimentos y resolver problemas*” (RGF3). “*Van a preparar X tema, van a hacer una presentación*” (RGF6). Con ciertas dificultades, esas actividades propician la participación de los alumnos y el desarrollo de procesos constructivos de manera incipiente, “*Ellos investigan, nosotros exponemos*” (RGF3), señalan los participantes en los grupos focales.

En esta propuesta intermedia de enseñanza se reconocen algunos de los enfoques señalados por Pozo y Gómez Crespo (2013), el enfoque por descubrimiento, según el cual “La mejor manera de que los alumnos aprendan ciencia es haciendo ciencia, y que su enseñanza

debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos” (p. 273).

El otro enfoque de enseñanza que se reconoce en esas creencias de los docentes es la enseñanza expositiva como una forma de transmitir a los alumnos la estructura conceptual de las disciplinas: “Cualquier currículo de ciencias digno de tal nombre debe ocuparse de la presentación sistemática de un cuerpo organizado de conocimientos como un fin explícito en sí mismo” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978, citados en Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 280).

La exposición docente permanece como criterio fundamental, ratifican los enseñantes: *“Para que aprenda bien, necesitas explicar el tema” (RGF1). “Que sepan lo que van a hacer en la práctica para agilizar el tiempo. Tener el antecedente teórico” (RGF3). “Las prácticas que hago son expositivas, seguimos un procedimiento, el alumno registra lo que observa y se revisa la práctica” (RGF1).*

La actividad de los alumnos en el aula o como tarea queda limitada a completar fichas, cuestionarios y formatos de prácticas de laboratorio; cabe reconocer que en algunos casos se generan ciertos espacios para la construcción cuando los docentes plantean preguntas abiertas de reflexión y discusión sobre fenómenos, procedimientos y resultados para llegar a conclusiones en una actividad experimental.

Una consecuencia de estas propuestas didácticas es la separación de la teoría y de la práctica. El profesor primero expone o presenta la teoría y luego se confirma en los experimentos de laboratorio planteados en los libros o manuales de prácticas; se pierde la continuidad necesaria entre las diversas actividades de las clases de ciencias, no se aprecia como una totalidad; por ejemplo, existen dificultades cuando los alumnos requieren para una actividad

práctica explicar y reflexionar con algunos elementos teóricos tratados en clase. Los profesores expresan que:

- ❖ *“En la exposición de contenidos, simplemente, se ve el contenido, doy la clase y luego llevo lo que platiemos a la práctica.” (RGF1).*
- ❖ *“Va retomando el aprendizaje que tuvo con la práctica lo asocia con la teoría, exclusivo en este momento.” (RFG3).*

Aquí, se advierte la necesidad de continuidad a partir de un hilo conductor que proporcione sentido a las actividades, que se desarrollen como un todo integrado. Tal vez una pregunta que organice la teoría y la actividad procedimental, al separarse estas se pierde ese hilo conductor que desorienta al estudiante. Acciones docentes que representan posturas empiristas y positivistas que requieren un cambio y transformación. Así sucede durante la observación de una clase, la maestra de Ciencias III realiza una práctica de Cromatografía, previamente había tratado en el aula la temática y termina con la actividad que sugiere el texto:

- ❖ *“Dice la maestra: La técnica se llama Cromatografía, y generalmente cromatografía significa la descomposición de colores. Para hacer la cromatografía, como dice su libro, se utiliza mucho en mezclas que contengan pigmentos, también se utiliza, por ejemplo, en los laboratorios de los análisis de sangre. Aquí en el laboratorio lo vamos a realizar de una manera muy sencilla. Lo único que necesitamos son dos cosas. Un material absorbente, que yo les encargué para eso el papel filtro, que es un papel absorbente, puede ser algún otro material, como cal, cualquier material que absorba. El otro que*

necesitamos, es que la mezcla se pueda diluir en un solvente. ¿Cuál solvente les encargue?” (ROBI²⁸).

La actividad experimental se desarrolla siguiendo en forma insistente los pasos planteados en el texto. Pregunta la maestra: “¿leyeron el tema[procedimiento]? Vamos a leerlo otra vez: materiales, procedimiento, desarrollo, preguntas y conclusiones” (ROBI). Posteriormente, al terminar la actividad práctica, la profesora, solicita a los estudiantes que “contesten las preguntas y las conclusiones de la práctica, es lo más importante” (ROBI). Esto dificulta las relaciones entre los elementos teóricos y las observaciones y experimentos para llevar un diálogo (teoría-práctica) adecuado que facilite la interpretación de los fenómenos tratados.

En esta “Propuesta Intermedia” de enseñanza, las formas de evaluación se mantienen como en la anterior, los exámenes son el referente más importante, sin dejar de mencionar el empleo de otros instrumentos para “Que el alumno obtenga ese conocimiento que deseamos” (RGF1). Así, en la reunión con los docentes, ellos insisten que en sus escuelas “El registro tiene cinco columnas para evaluación. Tres de ellas son con los resultados de exámenes” (RGF3).

Habitualmente el diseño de esas pruebas mantiene una estructura conceptual de la disciplina, de acumular conocimientos, con escasos momentos para la reflexión y aplicación de los aprendizajes. Un docente expresa:

- ❖ *“Se evalúa el conocimiento del alumno, a través de instrumentos de evaluación, exámenes parciales, bimestrales y aparte la libreta [señala la libreta de un alumno], uno va revisando el contenido y obviamente si le falta contenido va a tener baja*

²⁸ (ROBI) Se refiere al **R**egistro de **O**bservación **I**.

calificación. Llevamos una bitácora de lo que hacemos a diario y eso es lo que se evalúa” (RGF1).

En este conjunto de creencias sobre el aprendizaje y la enseñanza pueden identificarse dos aspectos comentados por Jiménez (2009); la vinculación y organización de tales creencias en forma de teorías presentan *características técnicas y activas*. Esas creencias tienen carácter técnico en cuanto existe la obsesión por la eficacia y una cierta pasividad del educando mientras el maestro se preocupa por:

La búsqueda de diseños muy estructurados del proceso de enseñanza y aprendizaje que permitan alcanzar la eficacia medible de los tratamientos pedagógicos, la huida de la ambigüedad y el afán por encontrar procedimientos de evaluación que determinen en qué medida se logran los objetivos especificados. (p.49).

Además, estas creencias forman parte de una concepción activa del aprendizaje, en tanto que manifiestan una “concepción global y práctica del conocimiento, el aprendizaje por descubrimiento y la obsesión por la actividad, consistiendo el papel del profesorado en seleccionarlas. Ahora el alumno asume un papel activo” (Jiménez, p. 49). Un docente lo expresa: *“Pero realmente con que nada más lleves las actividades, logras el aprendizaje esperado” (RGF1).*

Para Pozo y Gómez Crespo (2013) estas creencias, es decir, la reiteración de los docentes en la explicación, la actividad y experiencias de los alumnos, y la evaluación con exámenes, se sustentan en principios ontológicos que tienen que ver con el aprendizaje como un proceso lineal en el tiempo.

Conceptualmente esas creencias articulan los elementos básicos del aprendizaje al indicar que “Las condiciones *actúan sobre* las acciones y procesos del aprendiz, los que a su vez *provocan* unos resultados del aprendizaje [conocimientos]” (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 124). Continúan estos autores señalando que epistemológicamente, “Esos resultados deben reflejar la realidad; sin embargo, como la actividad cognitiva requiere complejos procesos mentales mediadores entonces se distorsionan las copias completas y exactas que suponen logran los alumnos como conocimientos” (p. 124).

Esta subcategoría refleja una práctica frecuente de los docentes, es decir, una articulación de creencias sobre el aprendizaje y la enseñanza, muy resistentes al cambio y a la innovación; resistencia a transformaciones prácticas que se relaciona con exigencias institucionales como el avance y cobertura de los programas de las asignaturas, las formas de evaluación y con el empleo del tiempo escolar

5.2.3 Propuesta de construcción

La otra subcategoría, “Propuesta de construcción”, recoge un conjunto de manifestaciones docentes acerca de la importancia de los conocimientos previos, la participación de los alumnos y la necesidad de desarrollar procesos de construcción o reconstrucción del conocimiento en los adolescentes de secundaria.

En este conjunto de creencias los docentes plantean la necesidad de que sus estudiantes conozcan los aprendizajes que esperan lograr durante la clase, mencionan e insisten que al iniciar sus clases es fundamental: “*Dar a conocer los aprendizajes esperados para que los alumnos tengan una idea global de lo que van a aprender*” (RGF1); “*Ya expliqué los aprendizajes esperados, de hecho, ellos los anotan*” (RGF1).

En esta forma de enseñanza los profesores se plantean otros propósitos relacionados con la aplicación de los conocimientos y el desarrollo de competencias, porque dicen que *“Partes de la vida del muchacho, de lo que es sencillo”* (RGF1); *“Yo creo que los aprendizajes esperados siempre van dirigidos en ese sentido, el que aprenda y luego aplique”* (RGF6). Aparece de manera implícita la idea de contextualizar los contenidos, lo cual representa alguna dificultad para concretar en la práctica de la enseñanza. Dice Caamaño (2005) citado en Pedrinaci (2011) que existen dos maneras de contextualizar en las clases de ciencias:

En una de ellas el punto de partida es la teoría (o concepto, ley, principio o modelo) y tras abordarla, se utiliza para explicar procesos y fenómenos naturales más o menos cercanos; en la otra, se parte del problema o situación que requiere un tratamiento o resolución y se recurre a la teoría en el momento y en la medida en que resulte necesario para resolverlo. (p. 65).

En ese sentido, la contextualización es una condición necesaria para la enseñanza, en algunos casos solo se considera la presentación de los contenidos (la parte conceptual), de una forma tradicional; en otras situaciones los docentes recuperan los procesos cotidianos y cercanos a los alumnos para avanzar en propuestas constructivas de conocimientos y habilidades científicas; algunos docentes manifestaron:

- ❖ *“Y sobre todo relacionar lo que se enseña con cosas que utilizan mucho”* (RGF1).
- ❖ *“Desarrollar las competencias planteadas en los programas”* (RGF1)
- ❖ *“Aplicar los conocimientos en situaciones de la vida cotidiana”* (RGF1).
- ❖ *“Pero qué gano yo si el muchacho sepa esto, lo otro, aquello si realmente no lo llevamos a la práctica todo esto, es muy importante porque la ciencia se apoya mucho en lo que viene siendo la experimentación, para que el muchacho entienda y aprenda”* (RGF4).

Lo mismo acontece durante los trabajos experimentales, en muchos casos se parte de una pregunta provocadora, pero influye más el aspecto formal cuando el docente privilegia como estrategia a seguir los pasos del procedimiento planteado por el libro o cuaderno de prácticas para realizar el experimento, olvidando los conceptos o recurriendo a ellos de manera incidental, lo cual aleja los procesos constructivos del conocimiento:

- ❖ *“Yo manejo una carpeta integradora, donde vienen actividades, que es toda la teoría, problemarios, tiene separadores en la carpeta, vienen experimentos, vienen proyectos y vienen exámenes” (RGF5).*
- ❖ *“Pues, cosas prácticas, en mi caso, laboratorio, visitas de campo, este, todo aquello que de alguna manera al alumno puede llegarle, la forma cómo puede aprender y se le haga más fácil también” (RGF6).*

Los participantes en un grupo focal reflexionan, dicen que el docente busca los saberes de sus alumnos, debe de *“Cuestionar para ubicar los conocimientos y opiniones” (RGF3)*; estos comentarios llevan la idea implícita de *“Someter a esos conocimientos a un conflicto empírico o teórico que obligue a abandonarlos en beneficio de una teoría más explicativa” (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 288)*. Una maestra se expresa así en un grupo de enfoque:

- ❖ *“Definitivamente la enseñanza de las ciencias implica mantener en movimiento los saberes de los alumnos, relacionando en todo momento los contenidos abordados con la vida cotidiana, eso abre la puerta al mejor aprovechamiento de los alumnos dentro del proceso enseñanza – aprendizaje” (RGF5).*

En esta propuesta de construcción los enfoques de enseñanza van hacia orientaciones más activas que implican procesos de investigación dirigida, el empleo de modelos, solución de

problemas o la generación de conflictos cognitivos. De tal forma que en la enseñanza se generen “Situaciones abiertas, que exijan la búsqueda de nuevas respuestas por parte de los alumnos bajo la supervisión del profesor (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 295); esto, para *“Aprovechar la curiosidad y la inquietud”* (RGF6).

Así suceda en la clase observada con una docente de Ciencias III, cuando plantea actividades abiertas y de reflexión al terminar la práctica de laboratorio titulada “Polímeros” entrega a los estudiantes una hoja de trabajo en la que solicita que escriban libremente sobre: *“Lo que conozco, lo que aprendí y la explicación del proceso de elaboración de una pelota a través una serie de dibujos, lo anterior, mediante las experiencias vividas en la práctica”* (ROB12). Escrito que posteriormente se retoma para comentar y discutir en clase (Anexo 5.1).

La participación de los alumnos es un aspecto importante para reconocer las creencias de los docentes en una propuesta de enseñanza. Aquí puede señalarse que los procesos de aprendizaje de los estudiantes implican “Los cambios en los propios procesos representacionales del aprendiz, incluyendo tanto la manera de dar significado al objeto de aprendizaje como las metas de aprendizaje que se propone” (Pozo et al., 2013, p. 125).

Reconocer el carácter constructivista en una propuesta de enseñanza involucra examinar la idea del papel del estudiante, su participación en el proceso de aprendizaje. La participación de los alumnos en muchos casos se refiere a *“estar siempre ocupados”* (RGF2), pocos docentes se refieren a la participación en el sentido de construir, *“¿cómo podemos responder a esta pregunta? ¿qué proyecto podemos organizar?”* (RGF3) Predominan las acciones como *“Yo expongo el primer proyecto”*. *“Voy a exponer todos los pasos”*; *“Les voy a dar los temas de los proyectos, yo expongo el primero”* (RGF2).

Generalmente la idea de *la participación* del alumno se emplea de forma ambigua en las expresiones de los docentes, como mantener ocupado constantemente al estudiante, pero no en sentido constructivista. En los grupos focales los enseñantes insisten en la participación del estudiante, dicen *“Participar es que el alumno, cuestione, responda, pase a leer, cuestione al maestro, que tenga facilidad de palabra”* (RGF1); otros dicen, que *“Participación en clase, sobre la investigación y evidencias por escrito con la libreta.”* (RGF2). Es importante considerar que sin actividad del alumno no hay aprendizaje, pero éste, en muchas ocasiones, tiene un carácter reproductivo (Pozo y Monerero, 2013, p. 125). Otro docente insiste:

- ❖ *“Tomo la participación, no el alumno que pasa al frente y da un tema, no, sino aquel muchacho que está constantemente cuestionado, analizando, criticando incluso, es a eso a lo que yo llamo participación. No aquel que pasa o que lo forzó u obligó a dar un tema, es aquel espontáneo, muchacho que está participando porque ese lo hace constantemente”* (RGF1).

En el Programa de Ciencias (2011c) el papel del alumno consiste en participar de forma interactiva en la construcción de sus conocimientos; de practicar habilidades y actitudes científicas; argumentar sus explicaciones; aprovechar sus conocimientos dentro y fuera de la escuela; y desde luego, *“Tomar conciencia de cómo aprende con base en la autorreflexión, al reconocer que el conocimiento de sus pares y docentes influye en el propio (metacognición)”* (p. 24).

Pero esta propuesta de construcción es la menos frecuente o por lo menos la que presenta mayores dificultades para los docentes, Fernández Nistal et al. (2011) indican que es reducido el grupo de profesores que piensan que es importante *“Construir el conocimiento escolar a partir*

de los propios conocimientos y experiencias y/o conseguir que el alumno sea innovador, que aporte su propio conocimiento” (p. 582).

Los docentes pretenden que sus alumnos sean “*Críticos y reflexivos en los temas de la sexualidad*” (RGF2). “*Para atender críticamente las informaciones de los medios de comunicación*” (RGF2). “*Que tengan la curiosidad por conocer; que no es lo último, que hay mucho más*” (RGF1); conlleva la idea de que “La meta de la educación científica debe ser que el alumno conozca la existencia de diversos modelos alternativos en la interpretación y comprensión de la naturaleza (...) y del conocimiento científico elaborado” (Pozo y Gómez Crespo, 2013, p. 300). Esto es sin duda parte de un proceso constructivista.

Pero para ello lo más sobresaliente es que los estudiantes tomen según Pozo et al. (2006) “La conciencia por parte del propio aprendiz de las condiciones en las que ocurre el aprendizaje y de los resultados que van alcanzado funcionan como referentes clave que le permiten poner en marcha y ajustar procesos metacognitivos para regular su aprendizaje” (p. 125). Por ello es importante que los docentes presenten los aprendizajes esperados y “*los reconozcan o comenten con los alumnos*” (EGF3) para conocer el sentido de las actividades de enseñanza; desafortunadamente en algunos casos los alumnos simplemente anotan en sus cuadernos en forma mecánica un listado de aprendizajes sin entenderlos y menos discutirlos en grupo.

En términos de procesos de evaluación, en la “Propuesta constructivista”, los docentes participantes están conscientes de que es necesario rebasar la evaluación como la mera aplicación de los exámenes escritos; consideran que los aprendizajes se logran al apreciar ciertos cambios en sus alumnos: “*Como cambio de conducta, en la forma de pensar, de expresarse, de participar, de buscar información, en mayor interés*” (RGF6).

Sostiene una docente que *“Al final les pido reflexiones, que me digan qué aprendieron...”* (RGF5). Porque los docentes están de acuerdo en afirmar que *“El alumno aprende cuando hace preguntas, quiere saber más”* (RGF1). *“Un proceso de maduración e integración, o sea, si integramos al alumno a algo que le guste,”* (RGF6). *“Hay alumnos que quieren ir más lejos de lo que uno está diciendo”* (RGF1).

Es a partir de estas últimas ideas cuando se puede reconocer en un conjunto de creencias una cierta propuesta de enseñanza de tipo constructivista, en la cual el docente considera al alumno como el centro del proceso educativo y estimula su autonomía; es decir, que las ideas de la enseñanza desde los aspectos epistemológicos, ontológicos y conceptuales se corresponden con un sentido transformador y dinámico del aprendizaje, Pozo et al. (2006) lo plantean así:

Se caracteriza por asumir que distintas personas pueden dar significado a una misma información de múltiples modos, que el conocimiento puede tener diferentes grados de incertidumbre, que su adquisición implica necesariamente una transformación del contenido que se aprende y también del propio aprendiz, y que esa transformación puede conducir incluso a una innovación del conocimiento cultural. Desde los puntos de vista ontológico y conceptual, la teoría constructiva se asienta sobre la noción del aprendizaje como sistema dinámico autorregulado que articula condiciones, procesos y resultados. (p.126).

La propuesta constructiva es la más difícil de reconocer, puede quedar solo en el discurso y confundirse con las creencias de la propuesta interpretativa, en la cual la actividad del alumno es intensiva pero solo aparente, deja a un lado los conocimientos y el sentido de aprender; se da mayor importancia al hacer que al saber, sustentado en *“Forma dogmática en el principio de la acción por la acción (...)* el falso activismo, defiende que los alumnos deben estar

permanentemente realizando actividades de diversa índole en el aula” (Zabala y Arnau, 2014, p. 57).

Con esta exposición se alcanza el objetivo de la investigación que consiste en examinar las creencias de los docentes en relación con la enseñanza y el aprendizaje. En la articulación de creencias encontradas la tendencia que prevalece en *la propuesta de la profesor* es una condición de “Entrega y recepción de conocimientos”; proceso resistente en condiciones poco propicias para la reflexión de los profesores sobre sus actividades de enseñanza y de aprendizaje, con espacios limitados para tratar esos asuntos y su ausencia en los procesos formativos, por lo que las innovaciones en el aula y el quehacer del profesor no se consolidan y quedan frecuentemente como acciones novedosas que tarde o temprano desaparecen.

5.3 Conocimientos de los profesores

Ahora, junto a las creencias, se encuentran otras certezas como son los conocimientos de los docentes, la investigación se dirige a los conocimientos que integran el Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la biología, la física y la química de los profesores de secundaria. Para determinar esos conocimientos se aplicaron dos instrumentos de información, una versión del cuestionario denominado “Representación del Contenido” (ReCo) y los “inventarios” o “Repertorios de experiencia profesional y pedagógica” del Conocimiento Didáctico del Contenido.

Esta exposición inicia con los resultados del cuestionario, la versión empleada en esta investigación comprende nueve preguntas y la elaboración de un mapa conceptual relacionados con un tema o aprendizaje esperado de la asignatura de ciencias; con el propósito de examinar los conocimientos de 23 docentes en el marco del Conocimiento Didáctico del Contenido.

5.3.1 Temas desarrollados

La pregunta inicial que plantea el instrumento ReCo se refiere a: ¿cuál es la idea, tema, concepto o contenido de ciencias que trabaja en este momento en el aula? Los temas que los docentes toman como base de sus respuestas y comentarios responden a su interés o al contenido que desarrollan en el tiempo de las entrevistas, observaciones o de las discusiones de los grupos focales.

Los temas, tal y como los docentes los expresan, corresponden a los contenidos y a las asignaturas del programa 2011 de los tres grados de la escuela secundaria: ecosistemas, materia, modelos atómicos entre otros. Estos temas sirven de base a cada uno de los maestros para responder a las siguientes preguntas del cuestionario. El programa de las asignaturas es un referente para el trabajo docente (en sentido normativo y práctico), en el cual, los contenidos y los aprendizajes esperados son los componentes más reconocidos por los profesores y los más próximos a las acciones emprendidas en el aula. Esos elementos constituyen la parte más práctica del programa, el resto de la estructura programática es un territorio con menos oportunidades de discusión y de atención para los docentes; es “*como la letra chiquita de los contratos que no leemos*” (REI4) comenta un profesor (Anexo 5.2).

En cierta forma, esta visión práctica del *currículum* a través de los temas señalados se corresponde con alguna de las diversas maneras de interpretar y organizar un *currículum*; los aprendizajes esperados y los contenidos expresados en los programas de estas asignaturas constituyen “Una declaración (detallada o amplia) de los resultados de ese nivel de aprendizaje mínimo obligatorio que deben obtener los alumnos [definidos por el sistema educativo], y cuya interpretación corresponderá a las escuelas [o más precisamente a los docentes]” (Hargreaves, Earl y Ryan, 2000, p. 154).

5.3.2 ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes?

La segunda pregunta del cuestionario atiende los propósitos del tema: ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes? Los profesores exponen el tratamiento de los temas anteriores, buscan que los alumnos logren diversos aprendizajes; estos propósitos, comentan los docentes, están plasmados en el programa de la asignatura, en su planeación o desde su punto de vista, es aquello que estiman importante para el aprendizaje de los alumnos.

En síntesis, los profesores pretenden que sus estudiantes logren: 1. Conocer, 2. Explicar, 3. Aplicar, 4. Comprender; 5. Identificar; 6. Relacionar; 7. Describir; 8. Representar; 9. Reconocer y 10. Distinguir. En sus respuestas no aparecen los verbos investigar o indagar (*Registro de Cuestionarios*).

La mayoría de estos propósitos que plantean los docentes tienen que ver con la comprensión (describir, reconocer, explicar e identificar), la aplicación o el análisis (distinguir) desde diversas taxonomías; aquí lo fundamental es reconocer que los docentes se aproximan a las competencias (sin mencionarlas propiamente) planteadas en el programa, las cuales como se indicó en apartados anteriores tienen que ver con la *comprensión* de los fenómenos naturales y de los alcances y limitaciones de la ciencia (SEP, 2011c, p. 27).

En las respuestas a esta pregunta, los profesores intentan que los alumnos “*Comprendan los cambios que suceden en su cuerpo, y así valoren su persona*” (RCD7²⁹). También que “*Se reconozcan como parte de la biodiversidad al comparar sus características con las de otros seres vivos*” (RCD17). Sostienen los docentes que esos propósitos parten del programa de la asignatura, como referente principal del trabajo con los estudiantes, así como, de la planeación

²⁹ (RCD7) **R**egistro del **C**uestionario del **D**ocente **7** de 23 cuestionarios aplicados.

que elaboran, ya que en este documento se consignan estos propósitos para “*Regular y orientar el trabajo educativo en el logro de los aprendizajes*” (RGF6).

Son escasas las ocasiones en las cuales los docentes se refieren a las competencias (aparecen registradas en la mayoría de las planeaciones, muy poco en su discurso), pero generalmente esos aprendizajes esperados son los más mencionados por los docentes.

Cabe señalar que en cierta forma las competencias son conceptos elusivos para los docentes, que no han quedado claros conceptual ni prácticamente para ellos, como señala Díaz Barriga (2006) que *no se materialicen* en el quehacer docente, porque prevalece la ausencia de reflexión; que para el sistema educativo “Parece importarle más su capacidad para declarar la asunción de una innovación que realmente lograr una acción real, consistente y de mediano plazo en el sistema. Por ello al final, todo mundo desconfía de la potencialidad de cualquier propuesta pedagógica” (p. 17).

5.3.3 ¿Por qué es importante que los alumnos lo aprendan?

En seguida, la tercera pregunta del cuestionario refiere: ¿Por qué es importante que los alumnos lo aprendan? Aquí, los maestros enfocan nuevamente sus respuestas hacia los propósitos de aprendizaje, no consideran la importancia del tema desde el punto de vista de la disciplina.

Así, para los profesores la importancia del tema se relaciona con el alcance de los propósitos planteados en la planeación o en el programa de la asignatura, de esa forma destacan o reafirman que los temas comentados son importantes para que el alumno logre: 1.- Entender; 2.- Explicar; 3.- Conocer; 4.- Que sean críticos y reflexivos... ; 5.- Para aplicar en la vida diaria; 6.- Para tener una idea de ... ;7.- Para identificar; 8.- Para reconocer; 9.- Para el cuidado de ... ; 10.- Reconocer; 11.- Clasificar; 12.- La participación.

No se destaca la importancia y el papel que juegan los temas o contenidos del programa en la estructura de la disciplina o sus repercusiones y aplicaciones; su importancia en la ciencia,

en la historia de la ciencia y la trascendencia social están al margen, en asuntos como la biodiversidad, la materia o los modelos atómicos como parte de la Biología, Física y Química.

Esto se relaciona con el tratamiento esencialmente conceptual de los contenidos, así lo expresa Fernández et al. (2002):

El hecho de transmitir conocimientos ya elaborados conduce muy a menudo a ignorar cuáles fueron los problemas que se pretendía resolver, cuál ha sido la evolución de dichos conocimientos, las dificultades encontradas, así como a no tener en cuenta las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas (p. 340).

Esa ausencia de referencias a la estructura o desarrollo de las ciencias, con escasas referencias a teorías y modelos, a la importancia del tema dentro del desarrollo de la física, la química o la biología; es parte de la visión aproblemática y ahistórica del conocimiento científico que es muy común en el trabajo docente (Fernández et al., 2002; Acevedo, 2008; Porlán y Rivero, 1998).

5. 3. 4 ¿Qué más sabe usted de esta idea, concepto o contenido?

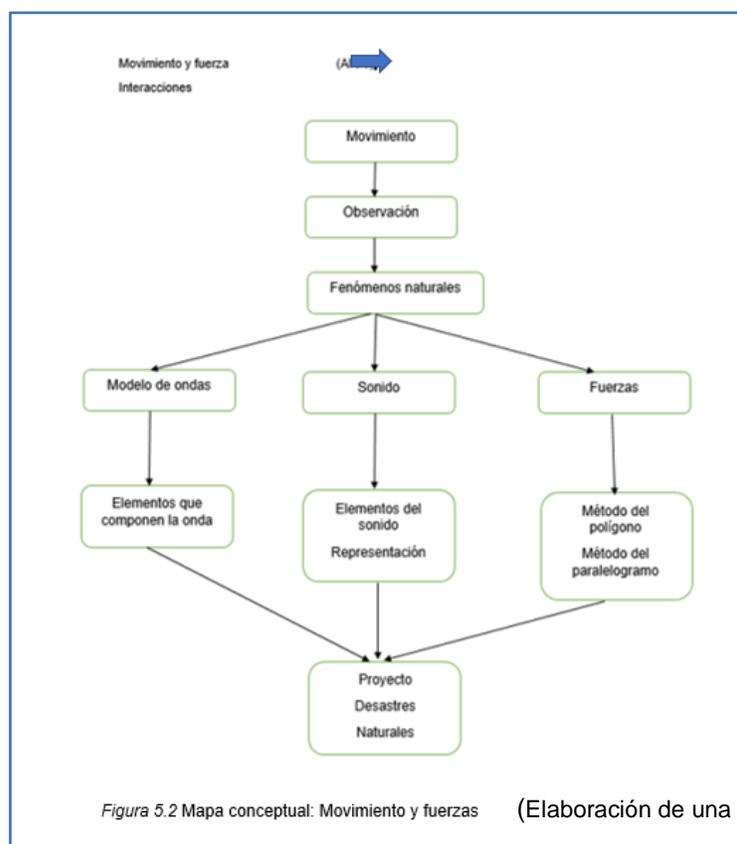
La pregunta número cuatro del ReCo se vincula a la anterior, plantea la indagación sobre el dominio disciplinario del docente, la cuestión dice: ¿Qué más sabe usted de esta idea, concepto o contenido? La respuesta se complementa e ilustra con la elaboración de un mapa conceptual.

Los conocimientos sobre los temas, que los profesores registran en sus comentarios y mapas, cuentan con varios rasgos importantes, las ideas expresadas se relacionan con aspectos como: *lo disciplinario, lo tecnológico, lo valoral y lo pedagógico*.

Desde la disciplina, los conocimientos señalados por los docentes refieren aquellos temas que no se tratan necesariamente con los alumnos: mencionan otras partículas del átomo, algunos elementos históricos de la ciencia, las contingencias de las relaciones sexuales tempranas, los cálculos matemáticos, la geometría molecular, entre otros más.

Por otra parte, los docentes incorporan elementos tecnológicos a los temas que comentan, como las aplicaciones, en donde sobresale la mejora de la vida, los grandes proyectos tecnológicos de investigación (Colisionador de Hadrones), la importancia de las sondas espaciales y la exploración del espacio, y otros más. Junto a esto, surgen preocupaciones en torno al desarrollo de valores, el logro de los propósitos de los programas y las estrategias didácticas.

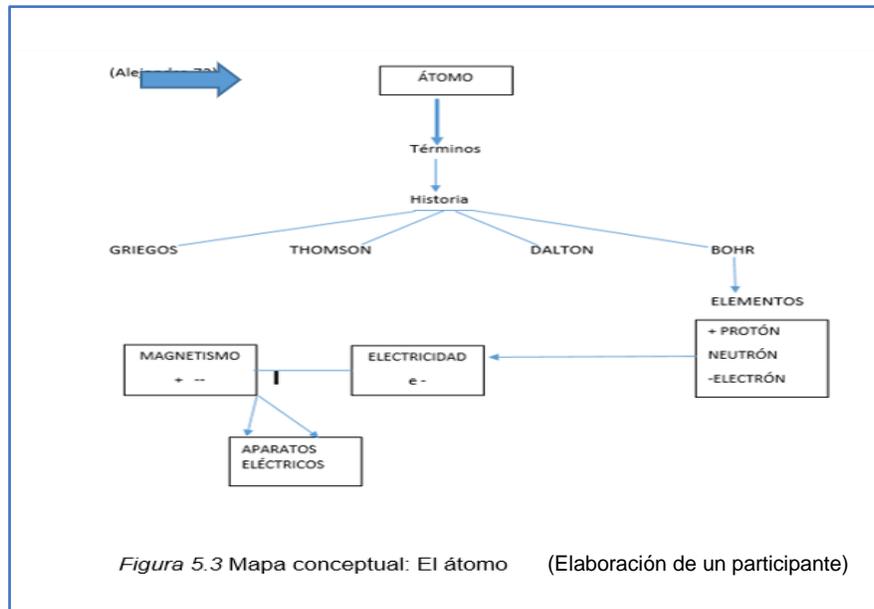
Lo anterior muestra, en los profesores, una proximidad moderada en el conocimiento de los temas de la disciplina, de la estructura de las diferentes ciencias naturales y de las grandes temáticas que las conforman. Prácticamente en los mapas no se registra el tema y su presencia organizada dentro de una ciencia particular. Los mapas conceptuales elaborados exponen los conceptos científicos un tanto aislados, no integrados a la armazón disciplinaria, por lo que añaden otros elementos relacionados con la tecnología, la ética y la pedagogía (Figura 5.2).



Por ejemplo, para el tema del movimiento en la figura 5.2 (*RMC14*), se pueden identificar los rasgos señalados. Se plantea la observación como un elemento metodológico, para la investigación o para la enseñanza (no está especificado); luego una parte disciplinaria donde se destaca el movimiento de ondas y las fuerzas, están ausentes otros elementos del movimiento como velocidad; finalmente, una estrategia didáctica, como lo es el proyecto, que refleja una preocupación por los desastres naturales.

En suma, en este mapa conceptual se presenta una parte de los conocimientos del docente, aquí, por ejemplo, para explicar el movimiento no aparecen elementos esenciales como las razones de cambio conocidas como rapidez, velocidad y aceleración; las leyes del movimiento de Newton y la representación vectorial de fuerzas y velocidades, entre otros elementos que permiten describir y comprender el movimiento de los cuerpos (Hewitt, 2007).

En otros mapas, resaltan distintos elementos (Figura 5.3), por ejemplo, en el mapa conceptual siguiente (*RMC11*), presenta la parte histórica del modelo del átomo, términos (como conceptos), algunas partículas y deriva hacia fenómenos de electricidad y magnetismo y finalmente una parte tecnológica representada con los aparatos eléctricos.



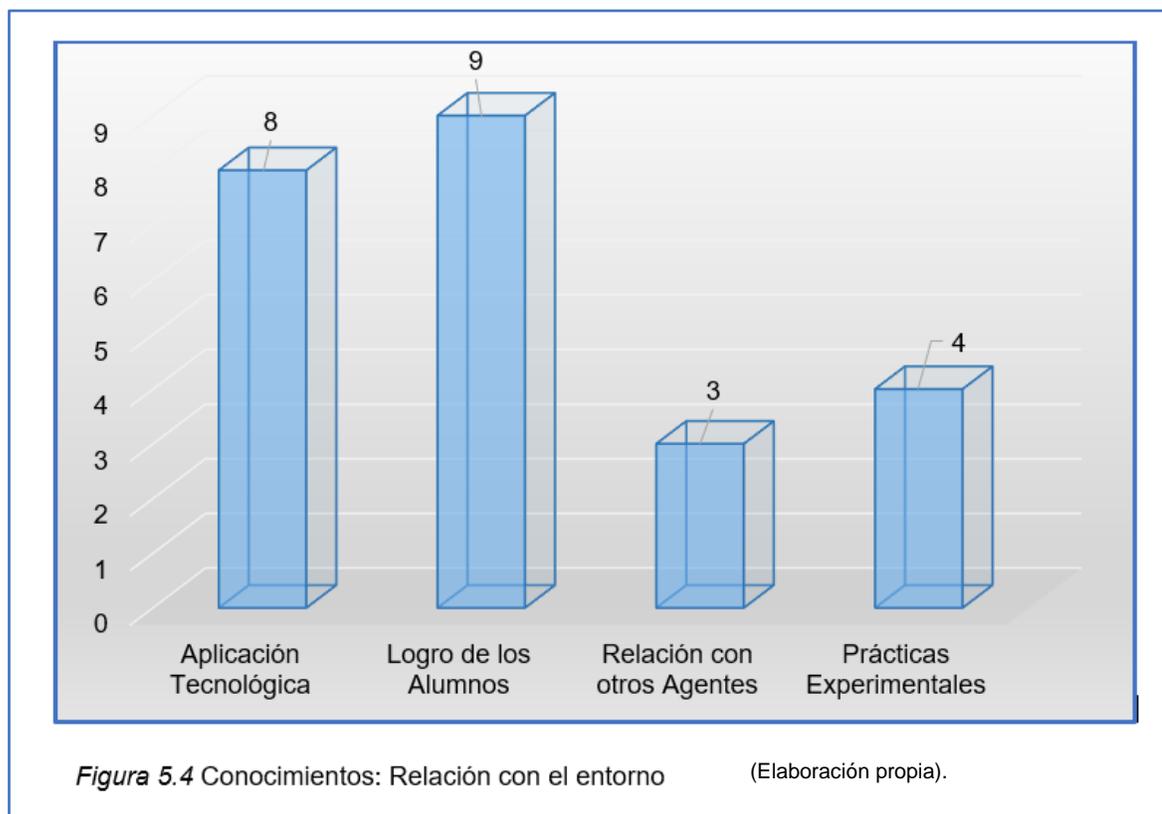
Esta es una representación parcial de la naturaleza y de las propiedades de la materia, su organización no contempla aspectos esenciales como los elementos, los átomos, las moléculas, los compuestos, el núcleo atómico, los electrones y los estados de la materia; posteriormente la física atómica y nuclear, considerando el núcleo atómico, la radiactividad, la fisión y la fusión nucleares (Hewitt, 2007).

5.3.5 ¿Qué aspectos del entorno cotidiano son importantes para enseñar esta idea, concepto o contenido?

Ahora, la pregunta número cinco plantea: ¿Qué aspectos del entorno cotidiano son importantes para enseñar esta idea, concepto o contenido? Aquí, las manifestaciones de los docentes tienen cuatro orientaciones, en las cuales relacionan el entorno con: *las aplicaciones tecnológicas, las prácticas experimentales, el logro de los alumnos, y la relación con otros agentes educativos* (Figura 5.4) de acuerdo con los *Registros de los Cuestionarios*.

En primer lugar, ocho de los docentes participantes, relacionan los contenidos con el entorno a través del funcionamiento de diversos aparatos, recurren a estos ejemplos como una manera

de interesar y llamar la atención de los alumnos. Otros profesores, nueve de ellos, relacionan los contenidos con el entorno desde el punto de vista del logro de los estudiantes. Consideran que el desarrollo de las competencias permite a los alumnos mayor comprensión del mundo que los rodea, es decir, lograr que los alumnos sean analíticos, que comprendan, adquieran valores y conocimientos. Se aprecia una idea de aplicar lo aprendido en el entorno inmediato.



Para otros profesores, tres de los informantes, la relación del tema con el entorno tiene que ver con la participación de otros agentes, se aprende en relación con los padres, los especialistas, los conferencistas, entre otros elementos. Un docente insistía en “*Una física inclusiva en la cual los padres hacían los experimentos en casa, los alumnos grababan las actividades y las comentaban en clase*” (RGF6).

Ahora, cuatro profesores expresan que la mejor manera de relacionar el tema con el entorno consiste en realizar constantemente prácticas experimentales, en donde los alumnos observen y comprueben las características de los fenómenos que estudian.

Entonces *el entorno* tiene diversos significados para los docentes, indudablemente todos son necesarios y forman parte de la ciencia en la escuela, pero es preciso fortalecer una visión más contextualizada del quehacer científico, como indican Fernández et al. (2002), que la clase de ciencias no se limite a enumerar algunos aspectos importantes de la ciencia para que no se caiga en una visión simplista del conocimiento científico como factor absoluto de progreso social.

Las relaciones de los contenidos con el entorno aparecen constantemente en los Programas de Ciencias (2011) como parte del enfoque didáctico, el cual contempla: “Abordar los contenidos desde contextos vinculados a la vida personal, cultural y social de los alumnos, con el fin de que identifiquen la relación entre la ciencia, el desarrollo tecnológico y el ambiente (SEP, 2011c, p. 21).

Ese mismo programa asume que el papel de maestro es “Propiciar la interacción dinámica del alumno con los contenidos y en los diversos contextos en los que se desenvuelve, a partir del trabajo con sus pares” (SEP, 2011c, p.23); agrega más adelante que a los docentes corresponde “Reconocer que el entorno natural inmediato y las situaciones de la vida cotidiana son el mejor medio para estimular y contextualizar el aprendizaje” (SEP, 2011c, p.23).

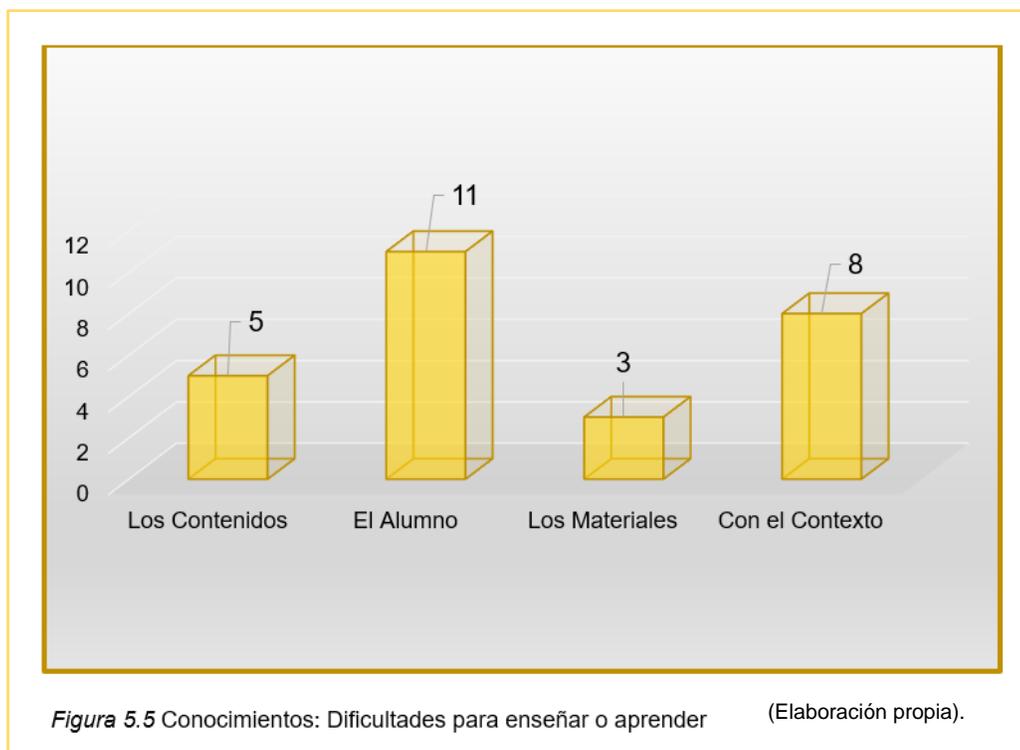
5.3.6 ¿Qué dificultades o limitaciones existen para enseñar y aprender esta idea, concepto o contenido?

La siguiente pregunta, la cuestión número seis, indaga sobre ¿Qué dificultades o limitaciones existen para enseñar y aprender esta idea, concepto o contenido? Las dificultades expresadas

por los docentes para la enseñanza según los *Registros de los Cuestionarios* se relacionan con cuatro aspectos: *los contenidos, los alumnos, las limitaciones materiales y sus propias acciones como docentes* (Figura 5.5).

Una parte de los profesores, cinco informantes, señalan que las dificultades vienen de los contenidos, temas abstractos o difíciles: "*No se puede observar el átomo*"(RCD1), "*Lo complicado del tema*"(RCD6), "*Representar reacciones en una ecuación química*" (RCD18), "*Seguir y entender los pasos del método científico*" (RCD14), "*Confunden conceptos como rapidez y velocidad*" (RCD19).

Para otros docentes, las dificultades se relacionan con los alumnos, así se expresan 11 de los profesores informantes. Hablan de dificultades diversas como la apatía del alumno, la inasistencia de los estudiantes, la edad de los estudiantes (son muy jóvenes y creen en mitos sobre la sexualidad), el entorno familiar y social de los estudiantes, exceso de información, falta de nociones previas, agregan los profesores: "*El distinto desarrollo de habilidades, los estilos y ritmos de aprendizaje*" (RCD18) "*Los alumnos no asocian lo aprendido con el entorno*" (RCD16).



Para otro grupo de docentes, tres de los participantes, destacan dificultades relacionadas con la falta de materiales, principalmente aquellos que facilitan las actividades prácticas y de experimentación: *“No hay laboratorios”* (RCD3); *“Tenemos laboratorios, pero no substancias o aparatos e instrumentos”* (RCD2); *“No hay computadoras, no hay señal de interne”* (RCD8).

Otras dificultades, dicen 11 de los docentes participantes, se relacionan con el contexto general de la escuela, en sus explicaciones expresan que tienen que sortear diversos imprevistos desde la participación de los alumnos hasta dificultades materiales: *“Tenemos que explicarlo todo”* (RCD3) *“Uno como maestro busca sortear las limitantes como materiales, disciplina, inasistencia, fallas del proyector”* (RCD11).

Las dificultades que reconocen los docentes son muy generales, relacionadas principalmente con los alumnos o con las limitaciones del contexto escolar, son escasas las referencias a dificultades relacionadas con las características de su intervención, con las estrategias

empleadas, la necesidad de mejorar las actividades del aula y su relación con los estudiantes, las sugerencias didácticas del programa para superar los inconvenientes para la comprensión del átomo, del movimiento, de los genes, entre otros.

Al respecto el Programa de Ciencias (2011) recomienda que las modalidades de trabajo en el aula contemplen entre otras estas características:

- Favorecer la investigación, considerando aspectos como la búsqueda, discriminación y organización de la información.
- Orientarse a la resolución de situaciones problemáticas que permitan integrar aprendizajes, con el fin de promover la toma de decisiones responsables e informadas, en especial las relacionadas con la salud y el ambiente.
- Estimular el trabajo experimental, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (tic) y de diversos recursos del entorno.
- Fomentar el uso de modelos para el desarrollo de representaciones que posibiliten un acercamiento a la comprensión de procesos y fenómenos naturales (SEP, 2011c, p. 24).

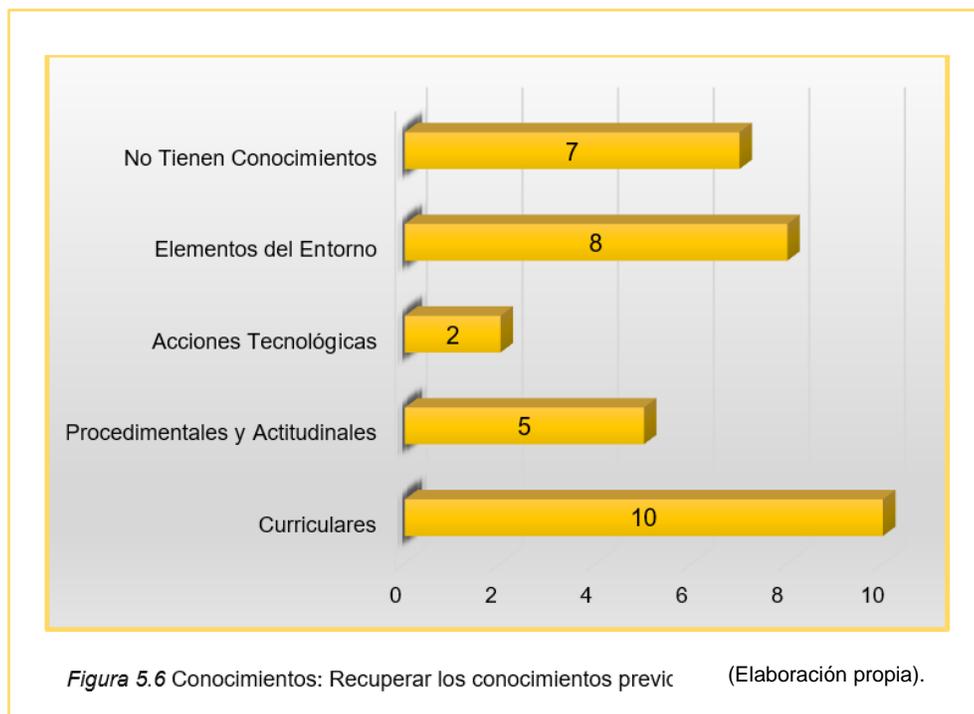
Estos aspectos o recomendaciones didácticas del programa no se comentan o no se consideran como un elemento para ser modificado o revisado para mejorar los aprendizajes de los estudiantes, existe un alejamiento entre las recomendaciones programáticas y las preocupaciones y obstáculos que aprecian los docentes.

5.3.7 ¿Qué conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos influyen en la enseñanza de esta idea, concepto o contenido?

La pregunta número siete inquiriere los conocimientos previos que toma en cuenta el docente: ¿Qué conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos influyen en la enseñanza

de esta idea, concepto o contenido? Aquí, ocurre que los docentes identifican los conocimientos previos de sus estudiantes en relación con una serie de características que tiene que ver con *los contenidos curriculares; desarrollo de procedimientos, habilidades y actitudes; aspectos tecnológicos; con el entorno; finalmente la ausencia de todo saber previo* (Figura 5.6).

Una parte de los docentes, siete de ellos, señalan que los alumnos no cuentan con conocimientos previos, sus respuestas expresan que *"No tienen mucho conocimiento" (RCD6); "No tienen la educación sexual correcta" (RCD7); "No tiene base definida" (RCD8); "Son pocos los conocimientos previos y se tiene una actitud indiferente" (RCD16); y "No saben observar" (RCD14).*



De otra forma, ocho profesores dicen que recurren a ejemplos relacionados con el entorno para recuperar conocimientos previos, piden a sus alumnos que observen o recuerden

situaciones relacionadas con la combustión de materiales, fenómenos cotidianos observados en la casa o la calle, identificar sustancias que usen diariamente, vivencias, experiencias, costumbres, tradiciones, entre otros ejemplos.

Otros profesores, dos de ellos, sostienen que se pueden mover los conocimientos previos, tomando como base ejemplos tecnológicos, el funcionamiento de aparatos eléctricos y de otros artefactos que llaman la atención de sus alumnos.

Ahora, cinco profesores, destacan que los conocimientos previos se manifiestan a través de la activación de procedimientos y actitudes para el trabajo científico. Indican la importancia de ciertas habilidades científicas como: observar, experimentar, la expresión oral y escrita, participación, curiosidad y deseo de aprender.

Otro grupo de docentes, diez de los participantes, relacionan los conocimientos previos con los contenidos curriculares tratados en clases anteriores, incluso en grados o niveles anteriores a la educación secundaria. Dicen que los alumnos deben conocer sobre: “*Las alteraciones de los alimentos a ciertas temperaturas*” (RCD2); “*La energía solar como fuente de desarrollo*” (RCD5); “*Como está organizada la tabla periódica.*” (RCD23); “*Qué es biodiversidad.*” (RCD21), en suma “*Conocimientos de los grados anteriores*” (RCD20).

Para los docentes los conocimientos previos se refieren a saberes adquiridos anteriormente (en la escuela o en el medio ambiente) por los estudiantes, no se contempla los conocimientos previos como aquellas concepciones alternativas mediante las cuales los alumnos interpretan los fenómenos estudiados en las ciencias, permiten comprenderlos y darles un cierto sentido; ideas que no necesariamente coinciden con los planteamientos de las disciplinas. Porque son construcciones personales en interacción cotidiana con el mundo, normalmente estables y resistentes al cambio; son comunes entre personas de diversas edades, formación, procedencia y de carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia (Driver, 1986 y 1988).

En este sentido, el Programa de Ciencias (2011c) no plantea explícitamente un cambio conceptual o representacional, solo indica algunos atisbos generales al respecto; como recomendaciones para el docente de “Familiarizarse con las intuiciones y nociones” (SEP, 2011, p. 23) de los alumnos; y considerar en las secuencias didácticas “Los antecedentes de los saberes, intuiciones, nociones, preguntas comunes y experiencias estudiantiles para retomarlos, enriquecerlos o, en su caso, reorientarlos (SEP, 2011c, p.24).

Por lo tanto para la mayoría de los docentes es un tanto lejano el aprendizaje como cambio conceptual, es decir, la idea de un modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el cambio conceptual que Driver (1988) plantea en cuatro momentos: primero despertar el interés por el tema (*Orientación*); luego, la exposición de las ideas de los alumnos (*Explicitación*); posteriormente, desarrollo de estrategias didácticas como los contraejemplos para enfrentar las ideas de los estudiantes (*Reestructuración*); y finalmente, comparar las ideas nuevas con las anteriores (*Revisión del cambio de ideas*). Solo algunos de estos momentos están presentes en las estrategias comentadas por los docentes, otros quedan olvidados, finalmente no se completa el proceso descrito.

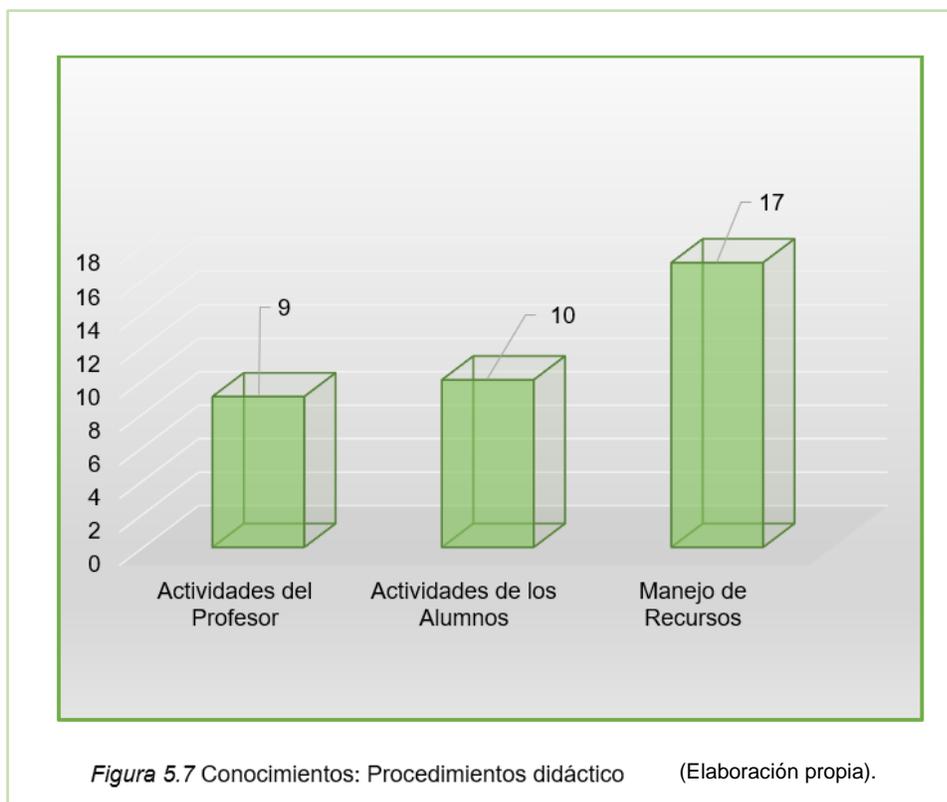
5.3.8 ¿Qué procedimientos emplea para que los alumnos se comprometan con esta idea, concepto o contenido?

La pregunta número ocho enfoca un aspecto central, las formas que utiliza el docente para enseñar y alcanzar el aprendizaje de un contenido específico, dice la cuestión ¿Qué procedimientos (metáforas, videos, demostraciones, prácticas, estrategias) emplea usted para que los alumnos se comprometan con esta idea, concepto o contenido?

En la información proporcionada por los docentes existen tres formas de organizar lo que hacen o indican sobre sus procedimientos para tratar un tema: *desde la actividad el profesor, desde la actividad del alumno y el énfasis en el manejo de recursos y materiales* (Figura 5.7).

Para nueve profesores, sus procedimientos didácticos están centrados en las exposiciones, explicaciones, confrontación de la exposición docente con las investigaciones de los estudiantes, la reflexión y el análisis de ejemplos. En sus respuestas aparecen:

- ❖ *“Exposición de contenidos. Explicación de conceptos, llevarlos a la vida diaria para mejor entendimiento” (RCD2).*
- ❖ *“Investigar el tema y confrontar lo que se explicó en clase con lo documentado por ellos mismos” (RCD9).*
- ❖ *“Gráficas para la sumatoria de vectores por los métodos del polígono y paralelogramo” (RCD19).*



Entre tanto, 10 profesores manifiestan que sus procedimientos incluyen actividades intensas de los alumnos a la manera de prácticas y demostraciones, investigaciones, elaboración de materiales o productos, trabajos y actividades individuales y colaborativas, consulta de textos diversos, tomar notas, subrayado de textos, repaso de la clase, entre otras actividades. Por ejemplo:

- ❖ *“Elaboración del Tepache, queso” (RCD12).*
- ❖ *“Prácticas en relación con circuitos, magnetismo, electromagnetismo” (RCD1).*
- ❖ *“Una pregunta que genere una lluvia de ideas” (RCD3).*
- ❖ *“Con prácticas, investigar el tema, dar ejemplos para llegar a una idea” (RCD8)*

Luego, 17 profesores resaltan que sus procedimientos didácticos incluyen necesariamente el empleo de ciertos recursos como videos, modelos, imágenes, presentaciones en PowerPoint,

ilustraciones, gráficas, ejemplos, preguntas generadoras, organizadores gráficos, simuladores, incluso exámenes breves. Así expresan los profesores:

- ❖ *“Ilustraciones. Organizadores gráficos. Reflexiones. Elaboración de maquetas” (RCD17).*
- ❖ *“El uso de notas. El uso de lecturas (subrayando el libro). Simuladores. Tutoriales. Exámenes” (RCD22).*

Algunos mencionan que en sus clases recurren, por ejemplo, a la *“Idea de escalera para representar el ADN” (RCD13); “Inflar un globo con puntos y marcas para representar la expansión del universo” (RCD11); “Mediante un baile representar las leyes del movimiento” (RCD22); “Mediante un juego describir la distribución de elementos de la tabla periódica” (RCD23).*

Los profesores expresan en forma general sus procedimientos, en los que la explicación o exposición son las estrategias fundamentales, son pocos los que recuperan los procedimientos específicos de la materia o del contenido particular; como plantea Bolívar (1995):

Claramente el concepto de CDC es difícil de ser concretado teóricamente. En sentido práctico, sin embargo, representa una clase de conocimiento que es central en el trabajo de los profesores y que podría no ser fomentado por la enseñanza académica de la materia o por profesores que la conocen poco. En este sentido el concepto es significativo y útil para ayudar a los formadores de profesores a centrarse en lo que los profesores deben conocer y cómo podrían aprenderlo (p. 31).

La importancia de los procedimientos y estrategias reside en la posibilidad de impulsar una formación en ciencias como lo planten los programas (SEP, 2011c):

La formación científica básica implica que niños y jóvenes amplíen de manera gradual sus niveles de representación e interpretación respecto de fenómenos y procesos naturales,

acotados en profundidad por la delimitación conceptual apropiada a su edad, en conjunción con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores. (p. 21).

5.3.9 ¿Cómo evalúa el aprendizaje de esta idea, concepto o contenido?

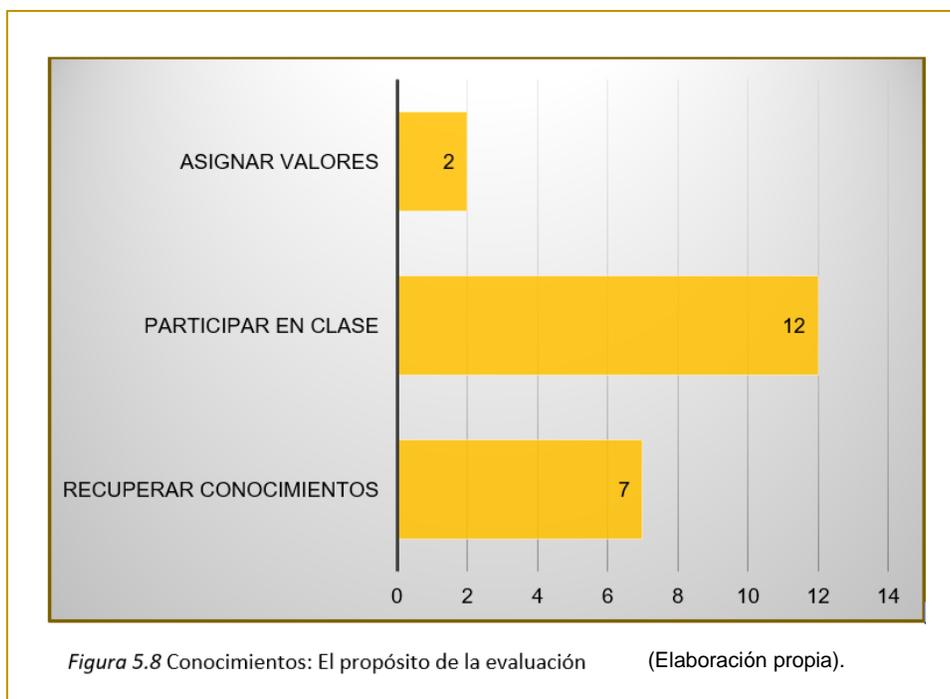
Por último, la pregunta nueve rescata las formas de evaluación empleadas por los enseñantes ¿Cómo evalúa el aprendizaje de esta idea, concepto o contenido? Las ideas trazadas por los docentes en relación con la evaluación tienen dos atributos, uno que refiere la evaluación en términos de propósitos (Figura 5.8); y otro referido a las formas empleadas para evaluar los aprendizajes de los estudiantes (Figura 5.9).

Los docentes expresan que la evaluación se lleva a cabo con tres propósitos: “*asignar valores, propiciar la participación de los alumnos y la recuperación de conocimientos*” (Figura 5.8). Dos de ellos señalan que la evaluación tiene como objetivo asignar un valor numérico a las actividades de los estudiantes en ciertos momentos (planteados por el maestro o por la institución) para determinar la aprobación del estudiante.

Para otros docentes, con 12 menciones, la evaluación permite reconocer la participación de los estudiantes en la clase (Colaboración, desarrollo de actividades, actitudes positivas) dicen “*ellos tienen que participar para ser evaluados*” (RCD10).

Por otra parte, siete profesores indican que la evaluación permite recuperar o confirmar los conocimientos desarrollados en las explicaciones, exposiciones, reflexiones, actividades de clase y cambio de las actitudes de los estudiantes. Por ejemplo, plantean:

- ❖ “*Explique y reconozca las partes del átomo y pueda relacionarlos con algunos fenómenos*” (RCD1).
- ❖ “*Con preguntas que el alumno explique el porqué de los puntos que va avanzando en forma individual o en grupo*” (RCD4).



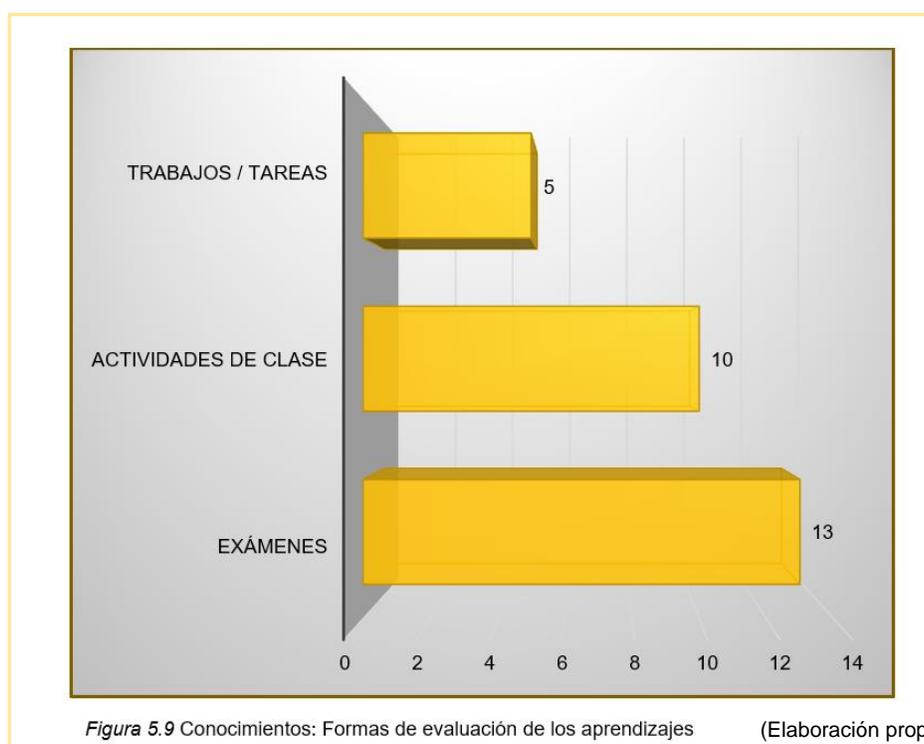
Ahora, los docentes expresan que las formas o estrategias de evaluación empleadas con mayor frecuencia tiene relación con: “*trabajos o tareas, actividades en la clase y mediante la aplicación de exámenes*” (Figura 5.9).

Cinco profesores dicen que emplean con frecuencia los trabajos y tareas (Proyectos, investigaciones) para evaluar a los estudiantes al final de los bloques temáticos o al concluir ciertos temas (RCD7, RCD21, RCD22).

Para otros docentes, 10 participantes, enumeran varias actividades que plantean a los alumnos durante las clases para evaluar los avances de los aprendizajes (Ensayos, dibujos, maquetas, modelos, líneas del tiempo, mapas conceptuales, crucigramas, opiniones de los alumnos, exposiciones, contenidos de sus libretas o cuadernos, cuestionarios orales y escritos).

Ahora, 13 docentes expresan que los exámenes (Parciales y bimestrales) son una estrategia más segura en la recuperación de lo aprendido (RCD12, RCD16, RCD19). Por ejemplo, indican:

- ❖ “Contestar un cuestionario. Realizar uno o varios crucigramas respecto a la tabla periódica” (RCD23).
- ❖ “La elaboración de un ensayo para conocer el modo de pensar del estudiante. Un debate” (RCD3).
- ❖ “Por el conocimiento del alumno a través de instrumentos de evaluación parciales, bimestrales, investigaciones prácticas, bitácora de prácticas” (RCD2).



En estas respuestas los docentes sostienen que la evaluación permite recuperar la participación de los alumnos en clase; pero, también expresan que los exámenes constituyen una estrategia segura para detectar los logros del aprendizaje; ahí se observa la importancia de consolidar la evaluación formativa, mediante la cual el docente “Reflexiona constantemente

acerca de los aprendizajes esperados; los criterios de evaluación; informa a los alumnos lo que quiere que aprendan y retroalimenta su trabajo” (SEP, 2012a, p.49).

Y desde luego, que en la evaluación sumativa no solo se consideran los exámenes, “Se basa en la recolección de información acerca de los resultados de los alumnos, así como de los procesos, las estrategias y las actividades que ha utilizado el docente y le han permitido llegar a dichos resultados” (SEP, 2012a, p. 26). Las expresiones docentes sobre la evaluación presentan un rasgo contradictorio que muestran un cierto alejamiento de los planteamientos del Programa de Ciencias (2011c), en el cual se considera:

- Propiciar la aplicación de los conocimientos científicos en situaciones diferentes de aquellas en las que fueron aprendidas.
- Propiciar un proceso de evaluación formativa que proporcione información para retroalimentar y mejorar los procesos de aprendizaje.
- Considerar la comunicación de los resultados obtenidos en el proceso de evaluación, con base en los procedimientos desarrollados, los productos y las conclusiones. (p. 24).

En estas respuestas, los docentes manifiestan una serie de conocimientos, algunos incompletos, fragmentarios o controvertibles, provenientes de diversas fuentes; que se instalan en el docente a la manera de una *cloud computing*, es decir, en una reserva de elementos que pueden estar disponibles para el desarrollo de la práctica educativa; disponibilidad y movilidad que requiere de procesos formativos a partir de las problemáticas que enfrentan los docentes.

5.3.10 Inventarios de conocimientos

Ahora, para continuar con la respuesta a la tercera pregunta de investigación, sobre los conocimientos docentes, la información obtenida en las diversas fuentes, principalmente a partir

de la observación de clase de tres docentes es posible integrar tres “inventarios” o “Repertorios de experiencia profesional y pedagógica” del Conocimiento Didáctico del Contenido. A continuación, se integran tres inventarios sobre los conocimientos docentes de diferentes grados de secundaria.

** Inventario 1*

El primer inventario corresponde a una docente de planta del primer grado de secundaria, es responsable de la asignatura de Ciencias I en cuatro grupos (24 horas de clase y 16 horas para otras actividades) en una secundaria estatal general del área metropolitana de la ciudad de Monterrey. La profesora Silvia es egresada de la escuela normal superior, titulada en la especialidad de biología, cuenta con 26 años de experiencia. Recientemente ha obtenido una *“Certificación en TIC’s” porque me ayuda a mejorar mi práctica docente* (REI10).

El tema observado en clase y comentado por la maestra es del bloque cuatro del programa de Ciencias I “La reproducción y la continuidad de la vida” (SEP, 2011c, p. 45). Aquí, la profesora expresa que lo más importante de este contenido es el aprendizaje de los alumnos: *“Explica como la sexualidad es una construcción cultural y se expresa a lo largo de toda la vida, en términos de género, vínculos afectivos, erotismo y reproducción”* (RCD13); el tema que comenta la profesora se enfoca a la reproducción, los cromosomas y las características biológicas.

En la planeación de la clase (Anexo 5.3) la profesora presenta la secuencia con actividades de inicio (plantea lluvia de ideas con cuatro preguntas iniciales), desarrollo (explicación con apoyo de un PowerPoint) y cierre (mediante la elaboración de un cuadro sinóptico y el cariotipo del hombre). La competencia que registra en esta planeación es que el

estudiante: *“Toma decisiones para el cuidado y la promoción de la salud orientada a la cultura de la prevención” (RDP10).*

En la planeación de la profesora destacan numerosas notas escritas posteriormente a la revisión del documento realizado por la subdirectora de la escuela (muestra un sello de revisión); por ejemplo: *“se pasó al 5º periodo”, “observar la imagen de la página 234”, “recordar que ya habíamos visto la clonación” (RDP10).* Estas notas muestran que la planeación es un documento dinámico ajustado a la realidad de los grupos que atiende y a las condiciones de la enseñanza que realiza esta maestra.

Al iniciar la clase la profesora enfatiza a sus alumnos: *“Vamos a ubicarnos en el aprendizaje, para que lo lean y recordemos cual es el objetivo, qué es lo que tiene que quedar bien aprendido durante este aprendizaje. Vamos a leer todos juntos el aprendizaje: Identifica la participación de los cromosomas en la transmisión de las características biológicas” (ROB10).*

Lo más importante para la docente consiste en que los estudiantes aprendan *“Valores como la responsabilidad de cuidarse; de conocer los cuatro aspectos que deben tener para ejercer su sexualidad de forma saludable segura y responsable (género, vínculos afectivos, erotismo y reproductividad)” (RCD13).*

Pero también reconoce la profesora que para ejercer la sexualidad de manera responsables es importante el manejo conceptual de diversos aspectos como los procesos de la reproducción humana, por ejemplo, dice en clase:

“Entonces, aquí es bien importante que tu entiendas que el gen es la unidad básica de la herencia, que son segmentos de ADN, de que están formados por nucleótidos,

podríamos decir que es la información más rescatable. Y ya quedó claro que si nos falta un gen vamos a salir con alguna anormalidad por decirlo de alguna manera, o alguna deficiencia, Ahorita decían la diabetes, entonces si mi papá me hereda el gen de la producción de insulina, deteriorado o dañado, pues obviamente, entonces yo voy a nacer con esa deficiencia congénita de nacimiento; y, o nazco con la diabetes o probablemente en el transcurso de mi vida adquiera esa problemática”. (ROB10).

El aprendizaje de este tema es muy necesario dice la profesora, para saber “*Cómo nos heredan los papás las características físicas y biológicas mediante el estudio de los cromosomas, el ADN y los genes*” (ROB10). Agrega que en esencia está “*Enfocado finalmente para que el alumno conozca y aplique al cuidado de la salud y a la formación correcta de su sexualidad*” (REI10).

La clase de la profesora se apoya en una presentación de PowerPoint (señala que es de su propia autoría) con el título “*Relación entre cromosomas, genes y ADN con la herencia biológica*”; además, el diálogo constante con los estudiantes sobre los contenidos de la presentación y los conocimientos previos sobre el tema:

“La maestra muestra imágenes en la diapositiva y pregunta ¿a qué conceptos de nuestro aprendizaje corresponden? Los alumnos mencionan: cromosomas, ADN. Pregunta la maestra, ¿qué se representa en el cromosoma? Los alumnos responden: los genes. La profesora reafirma que los genes son un segmentito de ADN.

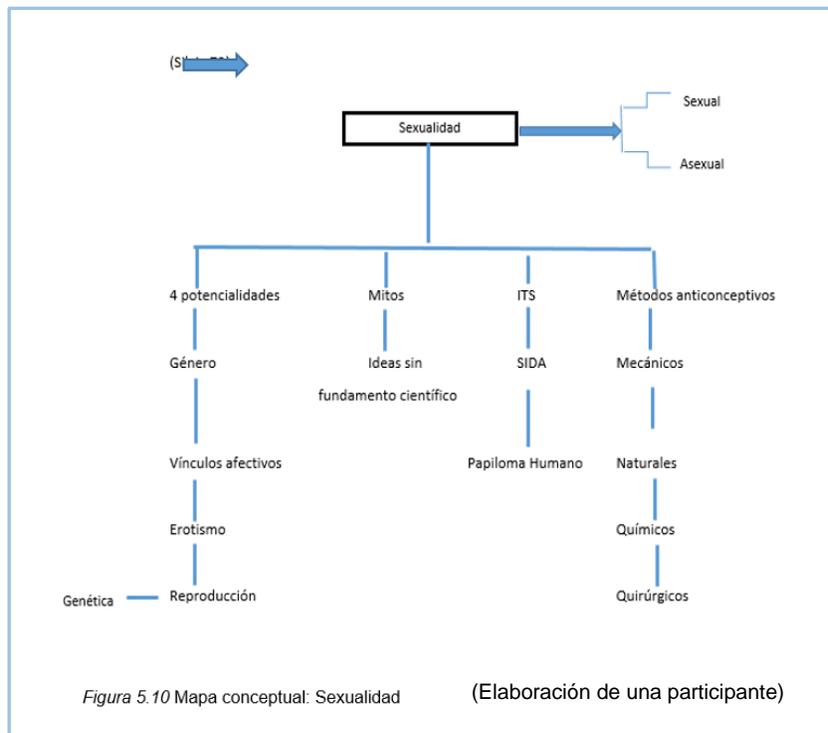
Pregunta a los alumnos en ¿dónde se encuentra la información? Los alumnos responden que en las células. La maestra resalta “pero los cromosomas, el ADN, los genes, ¿en qué parte de nuestro organismo se encuentran?” Responden los estudiantes

que en la célula. Insiste la profesora: “en las células, específicamente en qué organelo?” Los alumnos responden: en el núcleo.

Pregunta a los estudiantes: ¿cuáles son las características de nuestro cuerpo? Obtiene respuestas como: el color de los ojos, el color del pelo, el color de la piel.

La profesora insiste en que no solo las características físicas. Los alumnos comentan sobre características interiores. La maestra pregunta a ¿qué se refieren? Obtiene respuestas como tipo de sangre, diabetes. Concluye que, con el ADN, los genes y los cromosomas vamos a encontrar las características que nos heredan nuestros padres en cuanto a la forma que tiene nuestro cuerpo y las funciones que realiza nuestro cuerpo (ROB10).

La profesora participante señala que sus conocimientos sobre este tema son diversos, el bloque es amplio, señala que sus conocimientos le permiten “*Hablar de riesgos a la salud y de forma general también se liga a otros aprendizajes del bloque*” (RCD13). Sus conocimientos los representa en el mapa conceptual (Figura 5.10) en el cual, la sexualidad es considerada desde las potencialidades, los mitos, las enfermedades infecciosas de transmisión sexual y los métodos anticonceptivos. en el mapa también coloca el tema que comenta, la “Genética”, para explicar la reproducción humana.



Para la maestra el entorno de los estudiantes o de la comunidad en general está representado por “a) *El aumento de las enfermedades Infecciones de Transmisión Sexual (ITS); b) La importancia de conocerse y respetarse (los valores); y la cultura*” (RCD13); entonces estos conocimientos pueden ayudar a reflexionar sobre la sexualidad y la reproducción, finalmente lo que se pretende es el cuidado de la salud.

La profesora expresa que las dificultades que enfrenta en el tratamiento de estos temas tienen que ver con la información, dice que “*Los alumnos tienen a su alcance mucha información errónea, a través del internet y eso hace difícil nuestra labor*” (RCD13). Más adelante agrega “*Además, algunos conceptos son difíciles, abstractos como los genes, y ADN*” (RCD13).

Para la docente, los conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos que influyen en la enseñanza de estos contenidos tienen relación con los conceptos de “*Género –*

Sexo – Sexualidad – Reproducción; además, costumbres y tradiciones respecto a la sexualidad, sin olvidar las dificultades en los conceptos abstractos que comenté” (RCD13). La docente indica que los procedimientos que emplea para que los alumnos se comprometan con este contenido se refieren a los *“Videos, Ejemplos y análisis de los materiales gráficos y las Presentaciones de PowerPoint [principalmente elaboradas por ella]” (RCD13).* Además, las notas en el cuaderno son fundamentales para el trabajo en clase. Por ejemplo, indica a los alumnos:

“Recuerdan que ya habían realizado una lectura del libro (sobre las características de unos gemelos) y unas preguntas como introducción al tema.

Ahora vamos a copiar el significado, lo que significa ADN. Anotamos otro asterisco, no, mejor vamos a numerarlos. A gen le ponemos tres, y a ADN, cuatro, aunque no coincida con la diapositiva.

Dice la profesora: Imagínense que maravilloso, que esto está todo enrolladito en cada celulita de tu cuerpo, ¿te lo habrás imaginado? Y cada celulita podría tener distintas formas. Dibuja en el pizarrón dos tipos de células: nerviosa o de la piel. Pero en el núcleo, ¿cuántos cromosomas tenemos? (...) ¿estamos adivinando? (...) 46 cromosomas. 23 pares. Y los 46 cromosomas que tienes en cada una de tus neuronas son idénticos a los 46 que tienes en la piel, en las células de la piel. Entonces es bien importante entender eso ¿sí?”.

Ejemplifica la maestra: para que tú visualices el ADN, te imagines que tiene la forma de una doble hélice, como una escalera de caracol, es decir, haz de cuenta que es una escalera, pero si yo agarro esa escalera de la punta, y de la punta y la tuerzo

(representa con las manos el movimiento) se va a ver como una escalera de caracol ...y la tuerza y la tuerza, ¿qué le va a pasar al tamaño? ... más pequeña, más pequeña. Entonces el ADN, tú lo encuentras enrollado, bien compacto en el núcleo de cada una de tus células”.

Prosigue: Cada escaloncito está formado por dos nucleótidos, hay que copiar esta información” (ROB10).

Finalmente, la profesora evalúa los aprendizajes de esta clase con un ejercicio de recortes y pegado para integrar cadenas de ADN y pares de cromosomas para formar el cariotipo de un hombre. La profesora añade en la entrevista que evalúa el aprendizaje de este y otros temas mediante fichas de trabajo; evaluación escrita (Generalmente exámenes: parciales y bimestrales); y observaciones (participación de los estudiantes).

** Inventario 2*

El segundo inventario corresponde a un docente de 2° grado de secundaria, el profesor Reynaldo tiene 20 horas en una secundaria técnica de prestigio en el área metropolitana de Monterrey. De esas 20 horas laborales, 18 horas trabaja Ciencias II (en tres grupos), una hora de la asignatura de Tutoría y otra de apoyo a las actividades de la escuela. El profesor tiene 11 años de trabajar en el nivel de secundaria con las asignaturas de ciencias en diversas escuelas; es egresado y titulado en la especialidad de física por la escuela normal del estado de Nuevo León y estudió la maestría en la escuela de graduados de esta normal.

En la entrevista y en las observaciones el docente comenta algunas prácticas realizadas recientemente, en una de ellas trata sobre la medición de la temperatura y el manejo del termómetro, que forma parte de los contenidos del Programa de Ciencias (2011): *La estructura*

de la materia a partir del modelo cinético, Temperatura y sus escalas de medición; en el cual el Aprendizaje Esperado plantea “Describe la temperatura a partir del modelo cinético de partículas con el fin de explicar fenómenos y procesos térmicos que identifica en el entorno, así como a diferenciarla del calor” (SEP, 2011c, p. 56).

En el laboratorio el docente explica la actividad que van a realizar, indica a sus alumnos que en la práctica tienen que:

“Colocar un trozo de hielo en un vaso de precipitados, en otro vaso verter 50 ml de agua. Se escuchan murmullos, el profesor les dice: ¡Pongan atención, digo y no se escucha!”

El profesor pregunta qué sustancias contienen los termómetros y cómo se distinguen. Los alumnos refieren al mercurio y el alcohol, el primero es plateado y el otro rojizo.

Enseguida pide a los equipos que con cuidado midan las temperaturas del agua y del hielo; pasa a cada mesa para verificar las medidas, rechaza algunas mediciones (no son 30° vuelvan a medir) y les indica cómo hacerlo mejor” (ROB7).

El profesor diseña sus experimentos tomando en cuenta diversas fuentes (Anexo 5.4):
“Vale decir que los he visto en los libros, y de ahí derivé las preguntas y el procedimiento sí es mío. Me apoyo en los libros como el de Física Conceptual de Hewitt, tomo en cuenta sus imágenes y dibujos” (REI7). El profesor comenta que:

“El propósito en general es ver cómo se utiliza el termómetro e identificar la convección y la radiación (...), porque una se refiere al uso del termómetro, cuando medimos en dos momentos diferentes las temperaturas de los hielos y del agua. Vimos levemente el

concepto de Equilibrio Térmico, que malamente ya no se les da a los alumnos, los libros vienen con mucha ausencia de conceptos; entonces cómo el alumno puede dar una explicación si no tiene el concepto. Es irónico los libros de texto no vienen malos, vienen pésimos; por eso yo no utilizo uno, utilizo varios” (REI7).

En el laboratorio, los alumnos organizados en equipos revisan el procedimiento, el profesor comenta las actividades que realizan y ayuda en algunas mesas a encender los mecheros, les recuerda la importancia de mantener las ventanas abiertas. Insiste a los alumnos que atiendan en el momento de graficar los resultados:

“Indica que al construir la gráfica las temperaturas del agua y del hielo se van a encontrar en un punto que se denomina Equilibrio Térmico. Les recuerda que registren las temperaturas del agua y del hielo en los diferentes momentos y tracen la gráfica correspondiente” (ROB7).

En estas prácticas reflexiona el docente que la experiencia es fundamental para los alumnos, manejar el termómetro, hervir el agua, medir, tomar precauciones va más allá de ver una simulación en la computadora. Al respecto dice:

“Soy enemigo a carta cabal, y me lo han dicho y me lo han repetido en todos los cursos, de utilizar un simulador, un simulador con un termómetro para medir la temperatura del agua. Eso no es lo mismo que el alumno vea hervir el agua, no es lo mismo ¡Ah, se quebró el termómetro! Son experiencias, ¡no toques el mercurio! El alumno se lleva la experiencia: el maestro dijo que no la tocara, que es peligrosa; entonces ese tipo de cuestiones una computadora no lo va a dar. Lo podemos investigar y todo eso, sí, pero

para el alumno no es lo mismo la experiencia real, la vivencia real de una experiencia que una vivencia simulada” (REI7).

El profesor considera que las actividades prácticas son de suma importancia para la enseñanza y el aprendizaje porque de esa forma se trabaja en la ciencia; que los alumnos colaboren en llevar o preparar los materiales, que operen los vasos de precipitados, los mecheros, el hielo, el agua, seguir un procedimiento, hacer gráficas, contestar preguntas, sacar conclusiones y trabajar en equipo. Comenta: *“Entonces, la experimentación es crucial en la ciencia, y yo siento que en ciencias es prácticamente imposible aprender sin experimentación; tal vez sea posible, pero para un alumno de secundaria se hace muy tedioso y hasta aburrido” (REI7).*

El docente resalta la importancia de hacer mediciones, emplear instrumentos como el termómetro y el metro, manejar unidades de medida, conversiones y gráficas; ya que esto permite a los estudiantes la comprensión de numerosos conceptos de la física relacionados con el movimiento, la velocidad, el desplazamiento, la temperatura y la aceleración. Dice el docente que en ocasiones los alumnos no comprenden, porque no saben medir, y son temas que el programa de la asignatura da por hecho, agrega:

“Los alumnos no saben tomar una regla, no lo saben hacer, tuve yo que enseñarles a usar una regla, (...) entonces, dice cómo interpreta datos y tablas de datos, de gráficas de posición y tiempo o de temperatura y tiempo ¿cómo los va a interpretar si no sabe agarrar una regla para trazar el eje de las abscisas o de las ordenadas en las que describe y predice diferentes movimientos a partir de datos en experimentos o situaciones del entorno” (REI7).

Durante las prácticas verifica constantemente las mediciones realizadas por los alumnos, les pide que las realicen nuevamente, que construyan lo mejor posible las gráficas de temperatura y tiempo, que respondan las preguntas y registren las conclusiones. Al finalizar las prácticas los alumnos entregan al docente las hojas con las actividades realizadas para su evaluación, posteriormente estas hojas se integran a una carpeta de prácticas de laboratorio como una bitácora de los experimentos realizados en el año escolar.

Con respecto a la evaluación el docente considera el examen bimestral y la participación en clase de los alumnos, añade que *“Los criterios de evaluación se establecen desde el principio (...) Yo les digo esta es una evaluación continua y permanente. Qué voy a evaluar las actividades, y las actividades se evalúan del cero al 10 [sic]” (REI7).*

** Inventario 3*

Ahora, el tercer inventario corresponde a una docente de una prestigiada secundaria técnica del área metropolitana de Monterrey, la profesora Martha es Cirujano Dentista y maestra de secundaria egresada de la especialidad de Química en la Normal Superior. Cuenta con 15 años de servicio, su plaza es de 42 horas, desarrolla 30 horas frente a grupo (por lo cual atiende cinco grupos de tercer grado) y el resto del tiempo es responsable de la coordinación del laboratorio de la escuela.

El tema que desarrolla la profesora durante las observaciones es “La importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria”, forma parte del bloque cuatro de la asignatura de ciencias en tercer grado de secundaria (SEP, 2011c p. 69); este contenido programático está planteado, según la planeación elaborada por la docente, *para 12 sesiones de 40 minutos (RDP8).*

Para la profesora la preparación de la práctica experimental es fundamental (Anexo 5.5): la disposición de los materiales y sustancias, la lectura previa de la práctica (como tarea del día anterior) y el empleo de los textos respectivos; en el salón de clases la profesora indica a sus alumnos: *“Hoy corresponde realizar la práctica de laboratorio No. 12, para lo cual, deben prepararse para pasar al Laboratorio Escolar: con su libro, libreta y cuadernillo de prácticas”* (ROB8).

Esta preparación de la clase implica la planeación del bloque cuatro del programa de la asignatura. La profesora detalla en ese documento los temas, las competencias y otros elementos. Menciona que:

“El eje rector o lo fundamental son los aprendizajes esperados, pero como parte de una planeación incluyo los estándares y las competencias y, finalmente, los aprendizajes esperados te van a llevar a esas competencias; pero en la práctica nos enfocamos a los aprendizajes esperados” (REI8).

Los aprendizajes esperados, que menciona la profesora, en forma específica para este tema de “Ácidos y bases” son:

- * Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.*
- * Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.*
- * Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius (RDP8; SEP, 2011c).*

La profesora considera que la química es una ciencia de gran trascendencia, muy importante para los jóvenes de secundaria al establecer su relación con las cosas cotidianas. Dice que es necesario ejemplificar con sustancias cotidianas y materiales usados en la vida diaria

(jugo de limón, vinagre, leche, aspirina, bicarbonato, jugo gástrico), utilizar modelos que ayuden a los alumnos a elaborar sus representaciones mentales, usar la experimentación. Además, sostiene que:

Sí claro, porque en la Química los muchachos deben ver y nosotros como maestros estar conscientes de eso para hacerlo llegar a ellos, que la Química es una ciencia que forma parte de tu vida; y abandonar la idea de que es una actividad exclusiva de laboratorio. Los programas así lo marcan en los últimos años, tratar de hacer actividades experimentales con sustancias cotidianas, que los estudiantes aprecien reacciones químicas que hacen o viven a diario de las cuales no son conscientes (...) Y también la visión que queremos transmitir y que la mencionan los programas de estudio: el interés por explicar las cosas, la idea de que el conocimiento nunca es definitivo o permanente, sino que algo que va cambiando; el interés por seguir aprendiendo, que en la vida hay que tener el gusto de aprender por aprender no necesariamente porque estamos con los contenidos de la escuela (REI8).

Con esas ideas es posible enfrentar ciertas dificultades en la enseñanza, para la maestra esos obstáculos están principalmente en los diversos niveles del desarrollo de los estudiantes, las habilidades del pensamiento, los estilos y ritmos de aprendizaje, el interés en aprender, por involucrarse en el propio aprendizaje. Por ello, indica la profesora que es fundamental conocer y tomar en cuenta los conocimientos previos de los alumnos de este nivel educativo, comenta que: *“Es importante tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos acerca de los ácidos, debido a que generalmente los asocian solo con sustancias que corroen un material o que pueden quemar” (RDP8).*

La práctica observada tiene como base el empleo del cuadernillo de prácticas, este texto es fundamental para la profesora, afirma que da claridad al trabajo con los alumnos, ella lo explica así:

Pero con el propósito de tener un material establecido, que el alumno lo vea más organizado, revisé este cuadernillo que envía la Secretaría, y en ellas [las prácticas experimentales] encuentro que va mucho con mi visión de cómo debe ser la experimentación, utilizando bastante las sustancias cotidianas, entonces seguimos este material, claro que con algunas prácticas adicionales (REI8).

En el salón de clases y en el laboratorio, la organización de la actividad es muy evidente: *“Los estudiantes pasan [la sesión inicia en el aula] con facilidad al laboratorio situado en la planta baja de la escuela. Al ingresar se distribuyen en los equipos de trabajo para ocupar las seis mesas numeradas y disponibles para las actividades. Bajan las sillas de las mesas, buscan sus batas blancas y abren sus cuadernillos de prácticas. El material y las sustancias están dispuestos y organizados [con antelación] para su distribución a los equipos con el apoyo del auxiliar del laboratorio” (ROB8).*

La maestra pide a sus alumnos que revisen cuidadosamente la actividad que van a realizar, para lo cual inician leyendo y comentando los apartados de la práctica. Algunos alumnos leen en voz alta los aprendizajes esperados y el objetivo de la actividad.

La profesora trata de enfatizar el título de la práctica número 12 “Neutralizo los ácidos o evito su consumo”³⁰, como una forma de resaltar una situación problemática o motivar para investigar sobre los alimentos que consumimos. La profesora piensa que:

Nuestro cuerpo es un laboratorio químico viviente, vivimos gracias a esas transformaciones a esas reacciones químicas; creo que nos permite entender o comprender más lo que vivimos o quiénes somos, y también mejorar, porque la Química ha permitido vivir más cómodos, mejorar nuestra forma de vida, el desarrollo tecnológico también, entonces creo que vivimos y necesitamos de la ciencia (REI8).

Para la profesora, las ideas previas, las preguntas generadoras son indispensables para el desarrollo de las actividades:

“La activación de las ideas previas, el planteamiento de situaciones, preguntas generadoras; a veces empezar con una actividad experimental y a partir de ahí el planteamiento de preguntas y ver el interés de los alumnos. Soy muy preguntona, les pregunto bastante porque creo que el conocimiento y la ciencia debe llevar mucha reflexión, de mucho pensamiento, pero no en el sentido de algo complicado sino de ser observador y de plantearle preguntas; se trata de pensar que el alumno reflexione, de elaborar respuestas, de trabajar en equipo, de propiciar el trabajo colaborativo, de que se apoyen unos a otros. De apoyar mucho la experimentación, a veces son prácticas que hacemos en el salón y otra en el laboratorio. También utilizar organizadores gráficos

³⁰ Forma parte del “Cuaderno de prácticas de laboratorio. Ciencias III. Química de la Secretaría de Educación del Nuevo León. Contiene 18 prácticas distribuidas en los cinco bloques del Programa de Ciencias III. El diseño de todas las prácticas del cuaderno es en forma de una tabla, los cuadros que la integran contienen: datos generales, aprendizajes esperados, objetivos, materiales, sustancias, procedimientos, registros o anotaciones y rúbrica de evaluación.

para establecer relaciones entre las ideas que el alumno va adquiriendo o desarrollando sobre tal o cual contenido” (REI8).

La profesora aclara que esta práctica tiene antecedentes teóricos, desarrolla conceptos, definiciones y características para tener elementos para entender lo que sucede en el laboratorio, en general, implica un desarrollo teórico inicial de los contenidos, manifiesta:

“Bueno, se requiere un conocimiento teórico previo, porque yo les insisto a los alumnos que vamos al laboratorio y ver neutralización, ácidos y bases o las calorías en los alimentos, y podemos ver lo que sucede, cómo la sustancia cambia de color; pero si no sabemos explicar o interpretar por qué cambia o por qué sucede tal cosa, de nada sirve ir al laboratorio, no solo observar sin decir por qué suceden los cambios o reacciones; si no se puede explicar no tiene mucho sentido hacer la experimentación” (REI8).

La idea anterior se aprecia en las sesiones previas y en las actividades que desarrollan los alumnos en sus cuadernos (Anexo 5.6): *“Cuadros con las características de los ácidos y las bases, definiciones, teorías de los ácidos, indicadores y reportes de prácticas” (RDC8)*. La docente insiste:

“Yo siempre veo previamente el tema en el salón, que el alumno sepa, que tenga previamente el conocimiento de ese contenido y entonces ya hacemos la parte experimental regularmente. Pero en otras ocasiones de inicio realizamos una práctica, así ya tiene las preguntas de manera natural, de cómo sucede algo, un fenómeno” (REI8).

En las sesiones previas se han desarrollado otras actividades como explicar las propiedades de ácidos y bases; experimentos como la obtención de indicadores a partir de la col

morada; exponer el modelo de Arrhenius, la neutralización en las ecuaciones químicas, el video “El protón en la Química” que examina las características de los ácidos y bases y la lluvia ácida (<https://www.youtube.com/watch?v=ZTAwKipn7eM>); y los aspectos tecnológicos como la Pila eléctrica.

En el laboratorio, la organización y el seguimiento a la secuencia de la práctica es el elemento central de la actividad. La maestra pregunta a los equipos y comprueba personalmente que en cada mesa se encuentren los materiales, las sustancias y cuadernos que se van a utilizar. La práctica experimental, su organización y desarrollo, implica seguir en forma rigurosa el procedimiento señalado en el cuaderno de prácticas: los alumnos leen el procedimiento, la maestra lo explica nuevamente, pasa a las mesas para estar segura de que todo está listo, así lo plantea la práctica:

“Comentar: ¿Qué características debe tener una sustancia para actuar como antiácido?”

“Mezclen la mitad de la disolución de bicarbonato de sodio con el jugo de limón. Identifique el carácter ácido o básico de la mezcla”.

“Mezclen la otra mitad de la disolución de bicarbonato de sodio con el refresco. Identifique el carácter ácido o básico de la mezcla”

“Registren sus observaciones en una tabla” (ROB8).

La profesora sigue la estructura planteada como una receta, como un método científico riguroso, estima que esto es con el fin de organizar las actividades y dar fluidez a la clase, sin embargo, considera que:

“Anteriormente se hablaba mucho del método científico, de sus pasos a seguir, lo que tengo entendido es que no es un método tan riguroso en el sentido de decir primero es esto y luego es aquello; sino que los pasos se pueden modificar pero que finalmente en todo va implícito al inicio el planteamiento de preguntas en base a observaciones, el planteamiento de hipótesis, el confírmalas, el registro, todos llevan los mismos procedimientos, pero no en forma rigurosa. Pero siempre para afirmar algo lo tienes que fundamentar” (REI8).

Luego de realizar los procedimientos prácticos en cada equipo, ahora, la actividad central consiste en completar el reporte de la práctica, dibujar o responder preguntas de control. Cada equipo hace esa actividad, posteriormente en forma grupal se lee y responde cada pregunta:

“¿Qué indica el cambio de color en el indicador al mezclar el refresco con la disolución de bicarbonato de sodio? Argumenta tu respuesta.

¿Cómo se llama la reacción que ocurre entre el refresco y el bicarbonato de sodio?

¿La reacción anterior es del mismo tipo que la que ocurre entre el jugo de limón y el bicarbonato de sodio? Argumenta tu respuesta.

¿Las sustancias empleadas para contrarrestar la acidez estomacal deben de tener propiedades ácidas o básicas? Expliquen su respuesta.

¿Qué bebida podríamos consumir para sustituir el refresco embotellado?” (RDC8).

Mientras, esta actividad se realiza en forma grupal, dos alumnos de cada equipo recogen el material, pasan a limpiarlo para entregarlo al auxiliar del laboratorio. Se comenta en forma colectiva el apartado de “rúbrica de la actividad”. Finalmente, los alumnos anotan el lugar y

fecha de realización de la práctica. Recogen sus materiales, acomodan sus bancos y colocan la bata en un gacho (ROB8).

Para cerrar la sesión, la profesora plantea a sus alumnos que escriban sobre lo aprendido en este tema y la realización de otras actividades (ROB8) como:

- * *“Elaborar un diagrama de Ishikawa para resaltar las causas y efectos del consumo frecuente de alimentos ácidos”.*
- * *“Responder a las preguntas de cierre en la página 195 del libro de texto”*
- * *“Plantea efectuar una campaña en la escuela mediante carteles sobre el consumo de alimentos”.*

La maestra comenta que cuando cierra la sesión de laboratorio solicita que todos los datos estén completos y atiende las dudas del proceso, aclara:

“Se pide el reporte, cuando estamos en el laboratorio, como son muchos alumnos, solamente reviso uno por mesa y les pido que lo contesten por equipo. Ya en el salón pasan a revisión su cuadernillo y debe de estar completo, no dejar datos inconclusos. Y después de la propia experimentación surgen dudas y preguntas, y esto hay que investigarlo, porque no nos quedamos con que esto ya terminó, siempre surgen dudas. Y en esta práctica de la neutralización surgió una duda muy interesante, una de las alumnas me decía cómo se logró saber que la col morada puede cambiar de color para identificar ácido o bases. Le comento que es una magnífica pregunta que hay que investigar para saber cuándo surge esto y debido a qué, eso es lo rico, que no está limitado a lo que traemos, sino que los propios alumnos te dan más” (REI8).

Estas últimas actividades forman parte de la evaluación, para la profesora la evaluación tiene diversos criterios relacionados con la participación, las actividades experimentales y la reflexión sobre lo aprendido. La profesora subraya que en la evaluación se considera el trabajo áulico, la realización de actividades de explicación, evaluación parcial del avance en el contenido, el manejo del lenguaje y las explicaciones que elaboran los alumnos.

En forma concreta, para el tema de “Ácidos y bases en la vida cotidiana” la profesora establece diversos aspectos como:

- *Identificación de las sustancias cotidianas como ácidos y bases*
- *Investigación de las características de los ácidos y las bases*
- *Participación individual y colectiva*
- *Representación en ecuaciones de las reacciones de neutralización*
- *Reporte de los experimentos realizados (RDP8)*

La profesora piensa que, en la evaluación, los alumnos deben conocer los criterios asignados a diversos aspectos, por ejemplo, 30% a exámenes parciales y bimestrales; 30% para las actividades de la libreta; 20% para las prácticas experimentales; 10% para la participación y 10% para proyectos. Esos criterios los establece al inicio del año escolar y los alumnos los registran en sus cuadernos. Explica que:

Son varios los criterios que se toman en cuenta para la evaluación: el trabajo en clase, la actividad experimental, la participación, exámenes ente otros elementos. Cada uno con cierto porcentaje. El alumno debe saber que el examen tiene un valor alto en la preparatoria y en la facultad; que en la secundaria yo les digo que se evalúa de una manera muy benévola, porque las actividades las puedes hacer con otro o alguien te las

pasó, (...) pero ahí va mucho la observación del maestro, el estar monitoreando y dando seguimiento a lo que están trabajando en clase. Entonces son tareas, actividades experimentales, elaboración de proyectos, las prácticas, el examen y la participación. También la plataforma Ingeniat con actividades de reforzamiento; la participación en la feria de la ciencia, en donde la idea es que participen no solo los mejores promedios, sino los que han mostrado buen trabajo e interés, realmente todos quieren participar; (...) todo esto es muy rico porque les queda el interés por la ciencia y la participación” (REI8).

En estos inventarios del Conocimiento Didáctico del Contenido (Anexo 5.7) están presentes los diversos conocimientos que los docentes emplean en sus clases: los propósitos, la importancia del tema y su relación con el entorno, los conocimientos disciplinares, los obstáculos, los conocimientos previos, los procedimientos didácticos y las formas de evaluación; es decir, en el diálogo y el quehacer de los profesores se encuentran esos elementos cognitivos que no solo interaccionan entre sí, sino que lo hacen con las creencias y con el entorno de incertidumbre y exigencias en el que se desarrolla la vida docente.

Esta presentación de relatos de conocimientos se dirige al propósito de la investigación de representar y describir el CDC de los docentes, al determinar los conocimientos que pone en juego el docente para la enseñanza; sin embargo, estos conocimientos constituyen esa reserva, señalada anteriormente como *cloud computing*, como esa nube electrónica, con elementos a los que se puede recurrir con alguna facilidad. Los conocimientos de los profesores están en esa reserva o acopio que requiere activarse o reorganizarse a través de la reflexión de la enseñanza y de la discusión con otros docentes; pero también, movilizarse de otras maneras mediante procesos formativos para mejorar las propuestas de enseñanza; ya no solo como certezas de

emergencia a las cuales es necesario recurrir para el discurso o el desarrollo de la práctica docente.

5.4 Incertidumbres en la enseñanza de las ciencias naturales

En esta categoría general la información obtenida se organiza en cuatro subcategorías: *Finalidades de la enseñanza de las ciencias, Profesionalismo docente, Currículum de Ciencias y Cultura Institucional*. Estas subcategorías permiten el acercamiento a las dudas, incertidumbres o situaciones difíciles que pasan por el mundo de la vida de los profesores o de los micromundos de los docentes de ciencias planteados por Barnett y Hodson (2001); estas consideraciones proporcionan respuestas a la cuarta pregunta de investigación que inquiriere sobre las inseguridades o vacilaciones, manifiestas o reservadas, que experimenta el docente en la enseñanza.

5.4.1 Finalidades de la enseñanza de las ciencias

La subcategoría de “Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias” agrupan una serie de expresiones docentes que tiene que ver con los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria. Los profesores piensan que las finalidades de la enseñanza tienen relación con la salud y el medio ambiente, conciben que los adolescentes logren el conocimiento del cuerpo humano y su cuidado, así como la protección del medio y de los recursos naturales. Entre la finalidades destacadas por los docentes están:

- ❖ *“Aprender a cuidarse, a prepararse para la vida” (RGF6).*
- ❖ *“Cuidar el entorno, atender la contaminación, lograr la supervivencia” (RGF6).*
- ❖ *“Básicamente es cultural y a la vez aplicado a la prevención y el cuidado de su persona” (RGF1).*

- ❖ *“Sí es muy importante hacer que los muchachos aprendan a cuidar los recursos que tenemos y, también que conozca los procesos químicos. Cómo [país]México, ya tenemos el primer lugar en obesidad; por qué, porque no sabemos alimentarnos bien, a pesar de que tenemos todo y, a veces tenemos recursos, pero no sabemos cómo aprovecharlos, siempre queremos estar comprando las cosas, como que somos consumidores” (RGF2).*
- ❖ *“Actualmente estamos tratando de generar una cultura ecológica mundial, la ciencia juega un papel muy importante, porque el ser humano no cambia sus malos hábitos hasta que no comprende que le va a perjudicar” (REI3).*

En este sentido, los profesores hacen suyo uno de los propósitos planteados en los programas de las asignaturas, donde establecen que los estudiantes: “Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de la cultura de la prevención” (SEP. 2011c, p. 14).

También, los docentes agregan que los aprendizajes de las ciencias permiten que los estudiantes desarrollen posiciones reflexivas y críticas, además de insistir en que los conocimientos científicos adquiridos en la escuela se apliquen en la vida diaria; y como consecuencia de estos aprendizajes lograr que los alumnos se interesen por la ciencia y sus procedimientos; en general, reconocen un propósito formativo. Los profesores creen que sus alumnos deben lograr:

- ❖ *“Que sean observadores, analíticos, que comprueben los resultados” (RGF2).*
- ❖ *“Para la reflexión, la aplicación y la vinculación a la vida diaria” (RGF5).*
- ❖ *“El alumno requiere el conocimiento científico, habilidades numéricas, lenguaje básico y del entorno” (RGF3).*
- ❖ *“Y sobre todo para que tomen gusto por la ciencia” (RGF6).*

- ❖ *“Y más que todo, que ellos tengan la curiosidad de conocer” (RGF1).*
- ❖ *“La enseñanza de la ciencia también debiera ayudar a formar personas. Personas responsables, personas comprometidas, personas dedicadas” (REI1).*
- ❖ *“Se centra en crear en los chicos una cultura científica que les permita entender cuál es el papel de ellos en el entorno natural, que les permita reconocer también que gracias a la ciencia y a la tecnología la calidad de vida de la humanidad ha ido mejorando” (REI3).*
- ❖ *“Tratamos de que el muchacho se forme con una mente abierta, una mente científica, que sea capaz de cuestionar, que no acepte alguna verdad porque se lo dice cualquier persona. Que sea capaz de cuestionar y que tenga argumentos para rebatir alguna idea en la que no esté de acuerdo” (REI4).*
- ❖ *“Debemos promover en los alumnos que observen y que formulen hipótesis acerca de todo lo que observen, despertar en ellos la curiosidad. Y debemos hacer mucho énfasis en que todo avance científico y tecnológico ha partido de gente que tiene esa curiosidad por ir más allá de lo que ya existe” (REI6).*

El programa de ciencias, indica un propósito relacionado con estas ideas, afirma que los jóvenes: “Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana” (SEP. 2011c, p. 14).

Un consenso muy importante alcanzado en los grupos de enfoque, y manifestado también en la mayoría de las entrevistas individuales refiere que la gran finalidad de la enseñanza de las ciencias consiste en alcanzar una *“buena preparación”*, de tal forma que asegure a los jóvenes su ingreso y permanencia en el siguiente nivel educativo, es decir, la educación media superior. Los maestros aseguran que los jóvenes deben estar preparados para:

- ❖ *“Afrontar el siguiente nivel educativo” (RGF4).*
- ❖ *“Aprobar el examen de prepa” (RGF6).*
- ❖ *“Concentrarse en lo que tiene que llevar el muchacho para la preparatoria” (RGF3).*
- ❖ *“Para los exámenes de admisión en la universidad [preparatoria]. La mayor reprobación en ese nivel ocurre en materias como física, química y biología” (RGF6).*

En relación con esta creencia consideran fundamental que los alumnos dominen conocimientos y procedimientos en cada una de las disciplinas científicas, lo cual, se refleja en actividades de clase y formas de evaluación tradicionales, tal y como se menciona en apartados anteriores.

Los programas de ciencias plantean un modelo de competencias relacionado con diferentes formas en la presentación de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Estos documentos programáticos proyectan el desarrollo de competencias relacionadas con la comprensión de los fenómenos, la toma de decisiones informadas y la comprensión de los alcances del conocimiento científico. Con estas competencias específicas de ciencias se pretende al desarrollo de las competencias para la vida, es decir, la movilización de conocimientos, habilidades, actitudes y valores para alcanzar, y desde luego, la posibilidad de continuar otros estudios.

Pero las finalidades, los propósitos del plan de estudio y del programa de ciencias 2011, presentan para los docentes una estructura compleja, en el sentido de variados y numerosos logros que el docente debe alcanzar con sus alumnos. Así, en el plan de estudios existen conceptos como: Competencias para la vida, y el Perfil de Egreso (Descritos renglones atrás); mientras que en el programa aparece otros elementos como Propósitos de la educación Básica,

Propósitos del nivel de Secundaria, Estándares Curriculares, Competencias de las asignaturas, Aprendizajes Esperados y Contenidos³¹ (Tabla 1.3).

También, aparece en las reuniones con los docentes otra finalidad, con un carácter disciplinario, en donde el objetivo de la enseñanza de la biología, la física y la química reside en obtener conocimientos y posteriormente, dicen los profesores, lograr la alfabetización científica de los estudiantes. En cierta forma la adquisición de conocimientos se privilegia como requisito para la preparación de los estudiantes y el logro de otros avances. Los profesores manifiestan que:

- ❖ *“Pero la finalidad es que el muchacho obtenga ese conocimiento” (RGF1).*
- ❖ *“Se busca el objetivo de la química, que conozca los diferentes tipos de reacciones” (RGF1).*
- ❖ *Más que nada para que sepan ellos, por qué pasa, por qué sucede, (...), cómo llega la señal de la televisión a tu casa” (RGF2).*
- ❖ *“Pues de manera general, buscar con los alumnos las bases científicas, del estudio de la naturaleza, esa es la finalidad primordial, pues ya dividido en cada una de las asignaturas que se nos tratan” (RGF3).*
- ❖ *“Que se vean todos los aspectos científicos, con la intención de que los alumnos, puedan desarrollar ese tipo de pensamiento y también, promoverlo ellos mismos (RGF3).*

Es importante señalar que, en torno a las finalidades de la educación científica, existen debates muy interesantes, ya Pedrinaci (2011, 2012) se pregunta si la enseñanza de la ciencia en

³¹ Cabe señalar que, en la reforma educativa de 2017, las asignaturas de Ciencias y Tecnología presenta una organización más simple con respecto a las finalidades. Para el nivel de secundaria solo considera nueve propósitos y los aprendizajes esperados se reducen significativamente: Ciencias y Tecnología 1° grado tiene 15; Ciencias y Tecnología 2° grado incluye 23; y Ciencias y Tecnología 3° grado contiene 21 aprendizajes.

secundaria debe responder a las necesidades de preparación para estudios científicos posteriores o buscar la alfabetización científica de los futuros ciudadanos, o ambas o ninguna de esas finalidades.

Como señala el mismo Pedrinaci (2011) las tendencias de la alfabetización científica o el desarrollo de competencias (científicas) no parecen contradictorios, existe una estrecha relación entre ellos. Sin embargo, lo más importante como dice Hodson (1987), citado en Membiela (2011) *es la discusión y la reflexión de los docentes sobre las finalidades del currículum de ciencias*; finalidades que no necesariamente aparecen en forma explícita en los espacios colegiados y formativos de los docentes.

Los programas de 2011 recogen estos dos enfoques conceptuales en su estructura y contenidos: la alfabetización científica y las competencias. Con estos elementos disponen que los niños y jóvenes logren una *Formación Científica Básica*, de tal forma que: “Amplíen de manera gradual sus niveles de representación e interpretación respecto de fenómenos y procesos naturales, acotados en profundidad por la delimitación conceptual apropiada a su edad, (...) con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores” (SEP, 2011c, p. 21).

El conocimiento de las finalidades de la enseñanza forma parte de las políticas de evaluación docente implementadas recientemente en el país. En el documento denominado “Perfil, Parámetros e Indicadores para Docentes y Técnicos Docentes” (SEP, 2015) determina, en una de sus dimensiones, que un indicador importante consiste en que los docentes identifiquen los propósitos educativos de las asignaturas que imparten para organizar su intervención docente.

En esa dimensión, llamada “Un docente que conoce a sus alumnos, sabe cómo aprenden y lo que deben aprender”, la evaluación docente relaciona fines y formas de trabajo en el aula. Con

el parámetro correspondiente que considera que el docente “Analiza los propósitos educativos y el enfoque didáctico de la asignatura que imparte para su práctica docente” (SEP, 2015, p. 46).

Entonces, las finalidades de la enseñanza de las ciencias constituyen un terreno movedizo para los docentes, por una parte, la sobrecarga conceptual del *currículum* en torno a las finalidades de la enseñanza; las presiones de la evaluación docente; además, las dificultades en la comprensión y manejo de las propuestas de alfabetización científica y el desarrollo de las competencias, así como las expectativas personales y sociales de ingreso de los jóvenes a la educación media superior. Constituyen un conjunto de inseguridades, para las cuales los docentes cuentan con espacios o formas muy limitadas para atender y orientar de la mejor manera la enseñanza de las ciencias.

5.4.2 Profesionalismo docente

La segunda subcategoría recibe el nombre de “Profesionalismo docente” aglutina las expresiones de los docentes de ciencias relacionadas con el ejercicio profesional, las experiencias, las expectativas en la actualización y las necesidades que enfrentan ante los cambios educativos que viven. En esta subcategoría concurren cuatro características que integran diversas inquietudes de los profesores en torno al profesionalismo: la *preocupación por el ejercicio docente*, la *actualización y el aprendizaje permanente*, la *experiencia e intercambio con los colegas* y, finalmente *los cambios en la enseñanza*.

En las declaraciones recogidas existe un cierto desasosiego de los docentes por la manera en que desarrollan el trabajo cotidiano, encuentran una inquietud constante en lo que hacen y enfrentan cada día en las aulas: que, si logran los objetivos propuestos, cómo motivan a sus estudiantes, cómo ser buenos maestros de ciencias cómo emplear la tecnología. Es la

preocupación por el ejercicio profesional, un espacio de incertidumbres que no siempre encuentra formas de expresión y menos de intercambio de ideas o de atención (Imbernón, 2001, 2005). En este sentido los docentes hablan de:

- ❖ *“Pero me enfoqué mucho en cómo aprenden los muchachos. Use una encuesta VAK, o sea, visual, auditivo, kinestésico” (RGF1).*
- ❖ *“Siento en ocasiones que mi labor no rinde, por factores externos principalmente. Falta de apoyo familiar. Son muchos factores, el maestro compite con la desintegración familiar, con la televisión, con el uso de Internet, con ellos mismos [actitud de los alumnos]” (RGF1).*
- ❖ *“A veces me desmoralizan, ¿cómo hacerle?” (RGF1).*
- ❖ *“A veces son preguntas [de los estudiantes] que tú no las tienes desarrolladas” (RGF2).*
- ❖ *“Yo traigo preparado un poquito más siempre” (RGF2).*
- ❖ *“El alumno no pone de su parte” (RGF2).*
- ❖ *“Me enfoco mucho en la información que requiero, que yo misma busco” (RGF3).*
- ❖ *“Apegarme al trabajo con los alumnos” (RGF6).*

En estas manifestaciones de los docentes se encuentra uno de los elementos que permiten comprender la enseñanza, como lo sugieren Fullan y Hargreaves (2000), en el contexto de la enseñanza o el micromundo del profesionalismo, que presenta una visión de realismo y practicidad, dicen estos investigadores:

A los maestros les interesa la excelencia en el aula, la motivación de sus alumnos, hacer del aprendizaje un proceso activo y divertido (...) Reconocen la importancia de comprometer activamente a los alumnos en el aprendizaje, pero también ven la necesidad de apaciguar a

esos mismos alumnos con tareas más regulares y tranquilas si se alborotan demasiado con la clase o actividad previa. (p. 72).

Es el contexto de la enseñanza que estos autores consideran fundamental porque ahí convergen esas preocupaciones por el aprendizaje de los alumnos y lo que realmente sucede cuando los docentes tienen una cierta cantidad de alumnos, horas de clase, exigencias curriculares y grupos que atender; como advierten Fullan y Hargreaves (2000) que lleva a considerar que los educadores no son perfectos. En ese contexto es necesario ajustar la actuación docente, como las estrategias didácticas según los avances, tiempos, alumnos, grupos, contenidos; ya que esas estrategias no se pueden estandarizar para todos los compromisos docentes en la escuela. Así estos investigadores piensan que los profesores pueden reflexionar sobre el contexto en que desarrollan la enseñanza porque es aquí en donde se “Fijan límites muy definidos a lo que pueden hacer los maestros y a las posibilidades reales de innovación” (Fullan y Hargreaves, 2000, p. 73).

Los docentes participantes muestran gran interés por la actualización, la mayoría de los profesores plantea que es imprescindible seguir aprendiendo, tanto, sobre los contenidos de sus materias como en relación con los aspectos didácticos y el desarrollo de competencias. Aprender, mejorar las estrategias didácticas, conocer de innovaciones, el empleo de la tecnología y los desencantos en los cursos de formación constituyen parte de las tribulaciones docentes:

- ❖ *“Actualizarse y aprender más” (RGF1).*
- ❖ *“Sería recomendable seguirnos preparando, la ciencia es todo” (RGF2):*

- ❖ “Los cursos que daban antes estaban muy buenos, yo aprendí bastante, hacíamos prácticas y conversábamos sobre el laboratorio escolar, cómo se organiza, los riesgos, cómo clasificar material y todo eso” (RGF1).
- ❖ “Cursos que no cumplen sus objetivos, cursos limitados o inoportunos” (RGF1, GF6).
- ❖ “Falta de continuidad a los procesos de Certificación en la enseñanza de la Física” (RGF6).

Expectativas de actualización y oportunidades de actualización y estudio que no siempre están presentes, como una asignatura pendiente del sistema educativo mexicano, situación que puede explicarse en parte como lo señala el INEE (2015a) con el limitado financiamiento a la formación continua que se traduce en desafortunadas condiciones materiales y personal insuficiente para atender muchos centros escolares y numerosos docentes de todos los niveles de la educación básica.

La búsqueda de la actualización y de espacios y oportunidades de reflexión crítica es una preocupación constante de los docentes, así lo expresaron los docentes participantes en diversos momentos (véase el apartado: *Características de los participantes*); nuevamente, Fullan y Hargreaves (2000) sostienen que un elemento fundamental para el avance del profesionalismo docente es la reflexión de los profesores sobre su práctica, que puede lograrse por diversos medios, entre los cuales los cursos pueden impulsar esa reflexión personal y profesional:

No toda reflexión necesita tener por base la escuela (...) las reflexiones que más exigen a la inteligencia y más comprometen al corazón suelen requerir el tiempo y la seguridad de ambientes protegidos en los que indagar y cuestionar sean objetivos legítimos de la actividad docente (...) muchos cursos externos realmente invitan a una reflexión rigurosa que exige mucho de la persona. (p. 131).

Junto a la necesidad de formación permanente y de actualización, los profesores insisten en la importancia de sus experiencias en el salón de clases y el intercambio de esas experiencias con los pares. Señalan el valor positivo de tratar con otros colegas, de algunos espacios en las reuniones de Consejo Técnico Escolar, pero insisten en que son muy restringidas las posibilidades de colaborar, intercambiar y aprender con los otros profesores. Los docentes mencionan, en resumen, estas inquietudes:

- ❖ *“Aprendes más de la experiencia y al compartirla con los compañeros” (RGF1).*
- ❖ *“La Normal da las bases, pero en la aplicación encuentras dificultades y recurras a los compañeros y a la tecnología” (RGF1).*
- ❖ *“La práctica nos va dando todas las herramientas” (RGF1).*
- ❖ *“La experiencia nos hace cambiar mucho las formas de trabajo con los estudiantes” (RGF3).*
- ❖ *“Pero yo creo que aprendes más de las experiencias de los compañeros en cuestión de ciencias, comparten experimentos: ahí es cuando aprendes” (RGF1).*
- ❖ *“Los consejos técnicos se ponen interesantes, desde mi punto de vista, cuando (...) Dejemos a un lado cuestión de papelería, de cuántos reprobados, cuánto esto, cuánto aquello” (RGF1).*

Otra área de preocupación para los docentes está constituida por los cambios en la enseñanza, considerada en un sentido general, aquí caben las transformaciones en las exigencias del salón de clases, las evaluaciones internas y externas de alumnos y maestros; comprende también, los cambios en las condiciones y movilidad en el trabajo docente.

- ❖ *“Necesitamos cambiar, no ser tan teóricos” (RGF1).*

- ❖ *“Prestamos atención a las formas de aprendizaje, los ambientes de enseñanza y el empleo de la tecnología” (RGF6).*
- ❖ *“¿Qué puedo hacer para tratar un tema o un contenido?” (RGF3).*
- ❖ *“Los exámenes se ponen no tan fáciles, la idea es participar en Pisa, Planea” (RGF3).*
- ❖ *“Yo satisfecho, sí, a medias ya con esto de la famosa reforma educativa, creo que reforma laboral más. Creo que a todos los maestros nos está perjudicando de manera estresante, yo participé, en el examen, todas las semanas estresado, estresado y le voy a ser sincero en el momento que me dijeron tú eres candidato a examen, me fui para abajo, primero está mi trabajo (...). Ahorita estoy muy tranquilo, pasé, muy bien, pero para los que les va a tocar, yo he vivido esa etapa y se estresa uno” (RGF1).*
- ❖ *“Nos evalúan con el resultado del examen del joven” (RGF3).*
- ❖ *“Es que nos miden a nosotros y los miden a ellos” (RGF3).*
- ❖ *“Voy a presentar la evaluación del desempeño, ya me inscribí” (RGF4).*
- ❖ *“Nuevas condiciones laborales: Se acabó el escalafón” (RGF6).*

En el país, la Ley General del Servicio Profesional Docente (DOF, 2013) establece en uno de sus artículos que: “El Estado proveerá lo necesario para que el Personal Docente y el Personal con Funciones de Dirección y de Supervisión en servicio tengan opciones de formación continua, actualización, desarrollo profesional y avance cultural” (p. 24). El perfil del docente expresa las características, cualidades y aptitudes deseables que el personal docente requiere para un desempeño profesional eficaz, que inquieta a docentes por su amplitud e insuficientes oportunidades de formación; el perfil contempla cinco dimensiones:

- a) Un docente que conoce a sus alumnos sabe cómo aprenden y lo que deben aprender.

- b) Un docente que organiza y evalúa el trabajo educativo, y realiza una intervención didáctica pertinente.
- c) Un docente que se reconoce como profesional que mejora continuamente para apoyar a los alumnos en su aprendizaje.
- d) Un docente que asume las responsabilidades legales y éticas inherentes a su profesión para el bienestar de los alumnos.
- e) Un docente que participa en el funcionamiento eficaz de la escuela y fomenta su vínculo con la comunidad para asegurar que todos los alumnos concluyan con éxito su escolaridad. (SEP, 2015, p. 12).

Generalmente en el sistema educativo, no se contempla el desarrollo profesional, en el sentido de involucrarse en situaciones significativas para el aprendizaje personal, se plantean fines medibles, resultados cuantitativos, acciones instrumentales con recetas de innovaciones aplicadas acríticamente que difícilmente impactan positivamente en el trabajo del aula (Day, 2007).

Las inquietudes docentes siguen cuando el desempeño profesional eficaz se evalúa mediante etapas que contemplan: el Informe de cumplimiento de responsabilidades profesionales; el Expediente de evidencias de enseñanza; el *Examen de conocimientos y competencias didácticas que favorecen el aprendizaje de los alumnos*; y la Planeación didáctica argumentada. Disposiciones que en general desestabilizan la acción docente que se mueve entre su trabajo y compromiso cotidiano frente a las exigencias de evaluaciones que ponen en riesgo su equilibrio laboral.

El sistema educativo tiene mucho que hacer para atender estas incertidumbres docentes de actualización, de recuperación de la experiencia profesional y de cambios en la evaluación docente; al respecto Hargreaves y Shirley (2012) señalan que:

No hay arreglos rápidos para crear una enseñanza de calidad, tales como pagar incentivos, la paga basada en el rendimiento, o cambiar el nombre de los títulos, por ejemplo, a máster. Es la misión, el estatus, las condiciones y la gratificación del trabajo, junto con la calidad y el tiempo de la formación, lo que más importa. (p. 135).

5.4.3 Currículum de Ciencias

La siguiente subcategoría llamada “*Currículum de Ciencias*” reúne las inquietudes de los enseñantes sobre el *currículum*, las percepciones sobre los programas de las asignaturas, su impacto en la planeación, los aprendizajes y los contenidos. En esta subcategoría se encuentran tres incertidumbres de los docentes sobre el *currículum*. En primer lugar, predominan las imágenes que consideran *el programa como referente principal* para la planeación y realización de las actividades didácticas; luego, la centralidad que ocupan los *Aprendizajes Esperados* en cada una de las asignaturas; y, finalmente, *la sobrecarga de contenidos y los tiempos limitados* para el trabajo en clase.

Normativa y formalmente el programa de la asignatura constituye el referente que guía el trabajo de los profesores y alumnos para la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria (SEP, 2011c). El programa permite a los docentes cumplir con las labores de planeación que exige la institución y la actividad diaria en el aula. Los programas de las asignaturas, desde la óptica de los docentes, es un documento que conduce y regula las actividades; sin embargo, se

caracteriza en gran medida como un documento administrativo, más que pedagógico. Los docentes indican:

- ❖ *“Los programas nos sirven hasta cierto punto para determinar el perfil de lo que el alumno tiene que aprender y los conocimientos que debe de adquirir” (RGF6).*
- ❖ *“Pero, sí hay muchos conceptos en el programa que son más administrativos, desde mi punto de vista” (RGF1).*
- ❖ *“Nuestro principal referente es el programa, porque en los libros, pues, un autor le da más enfoque a una cosa, otro le da a otra, entonces, nos basamos mucho en el programa” (RGF3).*
- ❖ *“Bueno, yo a lo mejor me voy a ver mal, pero yo lo veo [el programa] como una cuestión administrativa, o sea, son muchos requisitos o conceptos, Y yo ahí me enfoco mucho en el aprendizaje esperado y los contenidos” (RGF1).*

Para los docentes el programa es un documento que se plasma en la planeación y en las actividades del aula; para algunos docentes el programa y su planeación son documentos inevitables, sujetos a distintos vaivenes en cuanto su estructura y requerimiento institucional; dice una maestra *“De pronto tenemos otros programas [2011] y no los conocemos, no estamos preparados” (REI8)*; de la planeación dicen los docentes: *“Aquí en la mañana te dan uno [un formato o estructura para registrarla], te dicen otro, y así no es, cámbiale y te confunde tanto” (RGF2).*

Pero en cierta forma el programa es un referente *desconocido* para el profesor, si bien el maestro lo revisa cuando hace planeaciones y toma de él los diversos elementos, estos no están integrados a su discurso y quehacer como las competencias, los propósitos, los estándares, y algunos más; en general, es una lectura obligada, en el plano individual e incluso para las

evaluaciones docentes, pero son escasas las oportunidades para leer críticamente con los pares el programa de la asignatura. Como lo comenta un docente:

- ❖ *“Sí son claros [los programas], nada más que hay que saber leerlos, hay que leerlos despacio, la parte que generalmente el maestro no lee en los programas: propósitos, actitudes, perfil del egresado, todo lo que se busca en el alumno, los aprendizajes esperados; todo eso viene en los programas antes del desglose de conocimientos esperados, generalmente ahí va directo el maestro, no a lo previo y hay que atender eso” (REI4).*

Los docentes de ciencias reconocen los *Aprendizajes Esperados* y los contenidos como la parte esencial de los programas de las asignaturas. El plan de estudios 2011 establece que los *Aprendizajes Esperados* “Articulan el sentido del logro educativo como expresiones del crecimiento y del desarrollo de la persona, como ente productivo y determinante del sistema social y humano” (SEP, 2011b, p. 42).

Para los participantes, estos aprendizajes son la base para las actividades y las evaluaciones de la clase, verdaderos organizadores que, en algunos casos, los docentes, enumeran “*Para un mejor seguimiento al avance programático*”, hablan “*del aprendizaje dos o el aprendizaje ocho*” (RGF3). Los docentes comentan que:

- ❖ *“Te enfocas mucho a lo que dicen los aprendizajes esperados, el libro nada más te va a ayudar poquito (...) Todos los libros tienen los mismos contenidos, todos tienen la misma información” (RGF1).*

- ❖ *“Empleo libros de casi todas las editoriales y veo qué es, cómo lo están manejando, y retomo un poco de todo, pero realmente, el referente principal es el aprendizaje esperado que está marcado en el programa” (RGF3).*
- ❖ *“Los exámenes que vienen de secretaría [la autoridad] surgen de los aprendizajes esperados, y ahí es donde nosotros tenemos que estar picando piedra, y dale y dale hasta poder llegar” (RGF4).*

Los propósitos, los estándares y las competencias permanecen como enunciados, aparecen en los formatos de planeación, pero son escasas las menciones y reflexiones sobre sus planteamientos. Los libros de texto y otros materiales apoyan las actividades del aula, pero el seguimiento o avance en el desarrollo del programa está constituido por estos *Aprendizajes Esperados*. Esto difiere un tanto con los resultados y planteamientos de otros investigadores que sostienen que el libro de texto es el documento base que guía las acciones docentes (SEP, 2006).

En el itinerario de la actividad docente, la centralidad se ha desplazado del libro de texto a los aprendizajes y contenidos del programa, los cuales se concretan a través de la consulta que los docentes y alumnos realizan en diversos libros, cuadernos de prácticas, en los materiales y documentos proporcionados por las instancias técnicas, o de textos que circulan en la red. Dice un docente: *“Estoy maravillado por todo el material que existe” (RGF3)*; *“Libros, videos, presentaciones, investigaciones de los alumnos, un poco de todo” (RGF3)*. Así, en los cuadernos toman cuerpo los aprendizajes y contenidos mediante los dictados, cuestionarios, anotaciones, copiado y actividades propuestas por los docentes y registrados por los alumnos: *“Entonces estas actividades, o estas diferentes estrategias, muchas se realizan en las libretas de los estudiantes en clase, y más lo que ellos hagan en sus casas por investigación” (RGF6)*.

En los diálogos con los grupos de docentes aparece, en forma constante, una serie de imágenes contradictorias sobre el *currículum*. Se contempla como un documento adecuado y pertinente, pero, a la vez, sumamente reprochado en su estructura o en la ausencia de ciertos temas; pero de manera sobresaliente por la abundancia de contenidos, *“Tan extenso programa que tenemos”* (RGF4) y *“El año pasado no alcancé a ver los proyectos”* (RGF1). Para algunos docentes la imagen positiva del programa se comenta así:

- ❖ *“El enfoque que maneja es un enfoque constructivo, enfoque formativo en donde el alumno va diseñando su aprendizaje”* (RGF3).
- ❖ *“La verdad a mí el programa en cuanto a química se me hace muy bien, está muy cargado de aprendizajes, pero luego siento, si le quitase algún aprendizaje, sí me faltaría ese como antecedente para el muchacho para que aprendiera el [contenido] que se lleva en este momento”* (RGF3).

Para otros profesores los programas de ciencias son inadecuados, porque presentan asignaturas anuales que limitan la preparación de los alumnos para el siguiente nivel educativo; tratar biología en primer grado, física en segundo y química en tercero es insuficiente. Como se indicó anteriormente, los profesores se reconocen como docentes de biología, física o química, dejan a un lado los nombres de las asignaturas como Ciencias I (con énfasis en biología), no se visualiza el carácter integrado de las ciencias (biología, física y química), se contempla solo el aspecto disciplinar.

Cada asignatura se percibe como una ciencia definida, importante por sí misma, no se aprecia *“Una concepción aglutinadora que difumine las fronteras entre las distintas disciplinas”* (Bernstein, 1971 citado por Hargreaves, 2000, p. 164). Los profesores hablan:

- *“Imparto Física y Química” (REII).*
- *“Pienso que en esta situación si tienen un desfase en los programas, porque llevar una sola cosa en un ciclo escolar, a veces los muchachitos que van a presentar los exámenes de admisión, en realidad no rescatan mucha información de biología, no rescatan mucha información de física” (RGF3).*

Otros profesores señalan que el programa es impreciso, intercalan temas como las ondas sonoras en el bloque de movimiento, no se explican el manejo unidades, magnitudes escalares y magnitudes vectoriales; el estudio de los metales aparece antes de analizar la tabla periódica, la ausencia de la célula y de otros tópicos que consideran fundamentales.

Aquí se aprecia lo que comenta Hargreaves et al. (2000) el *currículum* se emplea como “Una vieja estantería familiar a la que se añaden continuamente nuevos libros (...) Se añaden componentes a la estructura existente (...) para acomodar los cambios, lo que provoca una sobrecarga que se traduce en desorden y falta de coherencia” (p. 145)

- ❖ *“No concibo una estructura lógica del programa” (RGF5).*
- ❖ *“Los temas no están organizados para que se le dé una secuencia, una secuenciación, más bien están organizados para la confusión” (RGF4).*
- ❖ *“Cómo es posible que empieces a hablar de caída libre, que la diferencia de masas entre dos objetos (...) que no afecta la caída de los objetos en ausencia de aire (...), pero no, la masa es una propiedad de la materia que se ve hasta el bloque tres y es donde pudieras meter el uso de la balanza” (RGF5).*
- ❖ *“Si hay algo de eso, de manejar contenidos que no vienen en el programa pero que, si son necesarios, los manejo; también me parece que hay algunos temas que no llevan algún orden, que aparecen donde no deben de estar” (RGF5).*

- ❖ *“Ya no hay un contenido donde abordes la célula. Pero te coloca un contenido donde te dice que todos estamos formados por células y que la biodiversidad y que unicelulares y pluricelulares. Pero les tienes que tratar la célula” (RGF5).*

Esa complicación y sobrecarga que los docentes acusan en los programas de estudio impacta, según manifiestan, en el uso del tiempo (Anexo 5.8), para la gran mayoría las seis sesiones semanales de clase de 40 minutos cada una [en el estado de Nuevo León], limitan el desarrollo adecuado y completo de los contenidos, *“Imposible abordar todos los temas” (RGF2)*. En resumen, los enseñantes añaden que:

- ❖ *“A mí me llama mucho la atención, por ejemplo, una planeación que nos mandan, y... esto se tiene que hacer en un bimestre. Para empezar el bimestre ni se cumple porque no es de dos meses. Y luego le quitamos todo lo extra, y nos queda de un mes, y andamos apurados arreglando, entonces, esto es muy bonito, haz esto y esto. Como que, si todo por arte de magia se fuera a dar” (RGF6).*
- *“A veces, es bien complicado, no podemos desarrollar en cuarenta minutos, toda una práctica experimental” (RGF6).*
- *“Yo creo que el principal problema es el tiempo, queremos abarcarlo mucho, de repente siento que es muchísima la información y muy corto el tiempo, los tiempos que nos ponen sobre todo para las evaluaciones, porque si usted ve ahorita ya vamos a empezar el quinto momento y nos queda todo mayo, todo junio y la mitad de julio. En cambio, este bimestre que acaba de terminar, no fueron ni cuarenta días frente a grupo para abarcar todo lo que me está manejando sobre sexualidad por decirlo de alguna manera en el caso de biología” (RGF3).*

El tiempo está en un lugar privilegiado del quehacer educativo, es un campo de incertidumbres, un factor fundamental, como advierten Fullan y Hargreaves (2000) con “el cual se puede facilitar o bloquear la innovación” (p. 74).

5.4.4 Cultura de la escuela

La siguiente subcategoría denominada como “Cultura de la escuela” concentra las vacilaciones y reacciones de los docentes sobre las cuestiones éticas, motivacionales y de comportamientos morales que soporta el docente como un sujeto que vive el contexto institucional, de forma cotidiana; la relación diaria de la enseñanza con los alumnos y la comunidad escolar.

Dice Bolívar (1995) que la cultura de la escuela consiste en una fusión de valores, normas y creencias que caracteriza el modo en que un grupo de gente actúa dentro de un contexto organizativo específico. En el contexto de la enseñanza, esa cultura se relaciona con los cambios en el aula, el *currículum*, la escuela y la profesión como factores de resistencia o como aliento de innovaciones, por lo que resulta sumamente compleja; como dice Pink (1998) citado en Hargreaves et al. (2000) que describe la cultura de la escuela como “Una organización compleja que genera sus propias normas y ethos operativo” (p. 52).

En esta categoría se reconocen tres manifestaciones o espacios de incertidumbre de los docentes en torno a la enseñanza desde el contexto de la vida institucional: en un primer momento proclaman los profesores *la pasión por la enseñanza de la ciencia* a los jóvenes de la escuela secundaria; después, sobresale *el compromiso por la enseñanza en la trama de la comunidad escolar*; y finalmente, *la satisfacción por la enseñanza* que convive con un cierto desánimo como consecuencia de los obstáculos enfrentados en los procesos educativos del aula.

Un elemento cultural que surge en los grupos de docentes, y reiterado en forma individual, gravita en torno a la idea de transmitir e inculcar el agrado por la ciencia: El gusto por la ciencia se convierte en un eje motivador para el desarrollo de la labor docente. Una expectativa con cierta tensión, un deseo para mejorar la enseñanza de tal forma que los adolescentes se interesen en la ciencia.

Comenta un docente de Ciencias II que siente gran satisfacción cuando sus alumnos expresan *“Me gustó la clase”*; o cuando dicen los jóvenes en el laboratorio *“Yo me veo aquí, y les digo a ellos, que bueno que les guste la física, es el objetivo de lo que me enseñaron a mí, que les guste la ciencia, porque tenemos poca gente en ciencia”* (RGF6).

Como este profesor, la mayoría, manifiestan cierto apasionamiento por los conocimientos científicos, consideran que, si logran despertar en los alumnos ese interés, su propia labor cotidiana tiene sentido y trascendencia. Como dice Day (2007): *“La enseñanza es una profesión regida por valores, preocupada por el cambio, orientado directamente al perfeccionamiento de los alumnos y, en último término, al perfeccionamiento de la sociedad en su conjunto”* (p. 34).

Transmitir el *“Gusto por la ciencia”* (RGF6), es una gran motivación para desarrollar sus funciones en la institución, para cumplir con lo planteado en los programas y esencialmente atender las necesidades de aprendizaje y desarrollo de los jóvenes. Los maestros manifiestan esa esperanza de llevar a sus alumnos a la ciencia, de no resignarse a las condiciones adversas; *“Yo fui y compré una parrillita, en Home Depot para hacer las prácticas de laboratorio porque estamos trabajando con lo que son indicadores”* (RGF2); *“Si no hay laboratorio nos damos a la tarea, hacemos uso de proyector”* (RGF1); para ellos, la ciencia puede transformar la vida futura de sus alumnos y de la sociedad.

En este sentido, Day (2007) advierte que los maestros apasionados nunca pueden resignarse al *statu quo*, ya que conciben objetivos sociales, no obstante, los desengaños y limitaciones constantes, encuentran en sus acciones finalidades y significados. Los docentes manifiestan:

- ❖ *“Bueno a mí me gusta mucho esto de la ciencia, tengo 24 años con esto, siempre me ha gustado, eso de la práctica es algo más que a ellos les interesa. Y transmitimos ese sentimiento” (RGF1).*
- ❖ *“Hacer divertida la enseñanza de la ciencia” (RGF6).*
- ❖ *“El reconocimiento social de la escuela: la mayoría de los alumnos pasa el examen de la prepa” (RGF3, RGF6).*
- ❖ *“Para sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la ciencia” (RGF6).*

Ese ejercicio apasionado de la docencia encuentra escasas referencias en los perfiles del servicio profesional, uno de los parámetros más cercanos señala que el docente “Demuestra altas expectativas sobre el aprendizaje de todos sus alumnos” (SEP, 2015, p. 50). Esto, con varios indicadores en los que destaca que el profesor “Reconoce la relación entre las expectativas que tiene sobre el aprendizaje de sus alumnos y sus logros educativos para fortalecer el aprendizaje de los alumnos” (SEP, 2015, p. 50); lo cual refleja un perfil orientado más a resultados de los alumnos que a procesos de comprensión, interés y entusiasmo por los contenidos.

En otro orden, los docentes encuentran importantes compromisos en su labor cotidiana del aula de ciencias, en relación con el aprendizaje de los alumnos, con la escuela como institución, con el *currículum* y en general con la comunidad escolar. Reconocen sus compromisos y limitaciones. Para Day (2007):

El compromiso significa cosas diferentes para distintas personas, aunque las características genéricas son el entusiasmo, el afecto, la fe en un ideal (visión), trabajo duro, sentido de justicia social y la conciencia de la necesidad de prestar atención a la propia formación continua, así como a la de los alumnos. (p. 80).

Los docentes participantes expresan en síntesis diversos compromisos que tensionan el quehacer cotidiano para lograr esas responsabilidades:

- ❖ *“Lo más importante es el logro de los aprendizajes” (RGF3).*
- ❖ *“Apegarme al trabajo con los alumnos” (RGF6, RGF3).*
- ❖ *“Quiero tratar todos los temas” (RGF3).*
- ❖ *“Lo importante es terminar el bloque” (RGF3).*
- ❖ *“Nos hacemos garras para que ellos vean una utilidad a todo lo que hacemos” (RGF3).*
- ❖ *“Busco las actividades y las contesto y tengo preparado un poco más. Yo traigo preparado un poquito más siempre” (RGF2).*
- ❖ *“Nunca nos quedamos sin ver los aprendizajes, se hacen ajustes de tiempo para tratar los temas completos” (RGF3).*
- ❖ *Lo que pretendo es completar el programa” (RGF3).*
- ❖ *Planeas, si algo no funciona, buscas otra opción” (RGF6).*

Aquí, en estas preocupaciones o incertidumbres, se encuentran los diversos factores que según Day (2007) integran los compromisos de los docentes, tales como los valores e ideologías o convicciones, aquello de no limitarse a hacer el trabajo, la disposición a adaptarse y reflexionar sobre la experiencia y el contexto, el control de las presiones, así como el desarrollo del empeño intelectual y emocional.

En esa cultura institucional, los docentes desarrollan un sentimiento de satisfacción con respecto a la enseñanza, consideran que su labor es gratificante, a pesar de las diversas dificultades o limitaciones que enfrentan en la enseñanza de las ciencias. Formar en ciencias a sus estudiantes retribuye emocionalmente su esfuerzo cotidiano. En síntesis, algunas expresiones del sentimiento de satisfacción de los docentes son:

- ❖ *“Me siento satisfecho de transmitir el conocimiento a otros jóvenes” (RGF1).*
- ❖ *“Disfruto mucho mi trabajo, siempre son retos nuevos” (RGF5).*
- ❖ *“Es un trabajo muy gratificante, me gusta enseñar ciencias” (RGF5).*
- ❖ *“Contenta con el desarrollo de mi trabajo” (RGF6).*
- ❖ *“Fascinante, me encanta mi trabajo” (RGF6).*

Para Evans (1998) citado en Day (2007) la satisfacción de los docentes tiene que ver con dos factores importantes, el primero, refiere *la comodidad en el trabajo*, es decir, que encuentra con agrado las condiciones en que desarrolla su labor educativa. El otro factor señala la *realización en el trabajo*, esto es, los sentimientos del docente que implican la construcción personal a través de la práctica cotidiana que lleva a cabo en el aula y la escuela. Siendo, tal vez este último, el factor más importante en los sentimientos de satisfacción docente. Ese sentimiento de satisfacción convive con un cierto agobio que los docentes expresan de diferentes maneras:

- ❖ *“A veces me desmoralizan, ¿cómo hacerle?” (RGF1).*
- ❖ *“Siento en ocasiones que mi labor no rinde, por factores muy diversos” (RGF1).*
- ❖ *“Soy maestro de química, pero hay muchas cosas que desconozco” (RGF6).*
- ❖ *“Disfruto mucho mi trabajo, me parece muy interesante, esto que implica enseñar y aprender por parte de los alumnos, siempre son retos nuevos. En mi caso reflexiono*

mucho sobre lo que hago, cómo se puede mejorar, está funcionando esto o no, pese al estrés que puede implicar el trabajo cotidiano (...) que son muchos los contenidos, la cuestión del tiempo, lo administrativo, la atención a los muchachitos en rezago, los muchachitos de apoyo (RGF5).

Este desánimo se explica por la complejidad de la cultura escolar señalada anteriormente, en donde varias situaciones contribuyen a esa condición; como indican Hargreaves et al. (2000) un primer aspecto es la orientación académica del profesorado, es decir, su enfoque a la asignatura y su contenido con sus implicaciones pedagógicas señaladas renglones atrás, esto es, su constante preocupación o “centralidad” por la disciplina, se visualizan más como maestros de una asignatura en particular que como profesores de adolescentes en formación, con toda la complejidad que ello implica.

Otra situación que puede explicar ese desánimo es la caracterización de la cultura escolar por la departementación y el aislamiento según expresan Hargreaves et al. (2000); como se comentó en párrafos anteriores, las reuniones de consejo técnico y los escasos espacios de trabajo colegiado de las academias de asignatura no permiten la integración de asignaturas, proyectos, actividades e incluso de objetivos y rumbos de la escuela secundaria. Los proyectos como parte del trabajo integrador de las ciencias y de otras asignaturas queda reducido a trabajos de investigación documental y exposición de contenidos frente a grupo, como dice una docente: *“Son quince proyectos de investigación, con quince temas diferentes, voy a hacer equipos, a empezar a exponer, que vayan haciendo su investigación” (RGF2).*

Entonces el docente vive un contexto atravesado por las preocupaciones en relación a los diversos rumbos que toma la enseñanza de la ciencia y las exigencias curriculares y sociales. La profesionalidad, entre las expectativas y los cambios evaluativos y curriculares; los programas,

con nuevas requerimientos y estructuras, exceso de contenidos y desconocimiento; y la cultura escolar entre los compromisos o expectativas y la fragmentación latente de la actividad y vida escolar. Conviven el compromiso, la iniciativa, la implicación, las imágenes, valores y significados compartidos en el modo de trabajar. Con la determinación de estas oscilaciones del mundo del docente se llega al propósito planteado en la investigación que consiste en distinguir las inseguridades o incertidumbres que enfrentan los docentes en la enseñanza de las ciencias.

En suma, el análisis de las incertidumbres expresadas en estas cuatro subcategorías mediante las finalidades, el ejercicio profesional, la práctica del *currículum* y la cultura escolar constituyen el contexto de *micromundos* cotidianos de los docentes de ciencias; contexto en el cual las creencias se tornan certezas convenientes e incuestionables para atender estos desafíos, vacilaciones, incertidumbres e inseguridades para el desarrollo de la labor educativa cotidiana; situación un tanto circular, que presenta grandes resistencias y breves posibilidades de cambiar y llegar a una transformación conceptual y representacional del docente.

5.5 Planeaciones, cuadernos y exámenes

En las reuniones con los docentes, los participantes facilitaron al investigador el libre acceso a sus documentos de trabajo, como las planeaciones, los cuadernos de los alumnos y los exámenes parciales y, especialmente, de los exámenes bimestrales. En algunos casos fue posible fotocopiar parcial o totalmente algunos de esos documentos. El análisis de estos elementos considera 13 planeaciones, 15 cuadernos de los estudiantes y 20 exámenes.

El estudio de estos elementos está enfocado a reconocer las creencias y conocimientos que los docentes manifiestan en su trabajo cotidiano a través de la elaboración de estos registros habituales de la enseñanza, su estudio representa la comprensión de las partes y el todo como

una manera de completar el círculo interpretativo, una significación de cómo estos documentos representan la concreción de creencias y conocimientos en interacción; una manera de responder a la quinta pregunta de investigación, que trata de la relación de las certezas, las incertidumbres, de las creencias, conocimientos e inseguridades en la enseñanza.

* *Planeaciones*

La planeación tiene el propósito de materializar los programas de las asignaturas, en este caso de ciencias naturales, en el aula, con los alumnos y grupos que atiende el docente. La planeación es un conjunto de decisiones que implican tomar en cuenta los enfoques pedagógicos y los aprendizajes esperados planteados en los programas de las asignaturas; con el propósito de organizar los contenidos, los textos de consulta, las actividades de clase, los tiempos, las secuencias o ritmos de las actividades y las técnicas de evaluación, ente otros elementos.

La planeación facilita a los docentes un panorama general de las estrategias de enseñanza; permite “Reducir la incertidumbre y la ansiedad ante la enseñanza” (Airasian, 2002, p. 47) en el ambiente complejo del salón de clases. Los docentes tienen diversas afirmaciones de la planeación: “*Veo la planeación como un regulador sobre los temas que más nos interesan*” (RGF6); “*Es necesaria la planeación porque es una herramienta y nos va a facilitar nuestro trabajo educativo*” (RGF4).

En los documentos analizados los profesores presentan su planeación con ciertos elementos como: datos generales, aprendizajes esperados, contenidos, competencias, estándares, actividades, recursos y evaluaciones. Algunos profesores se lamentan: “*De repente te mandan un formato, y otro formato*” (RGF1). Aclaran que el propósito de la planeación es “*Lograr los aprendizajes*” (RGF4).

En las planeaciones registran el empleo de cuadernillos de prácticas para dar seguimiento puntual a las actividades experimentales, la definición, explicación y reforzamiento de conceptos, el empleo de glosarios. En síntesis, la propuesta docente en las planeaciones comprende entre otras, aspectos centrales: dar instrucciones, explicar, investigar, repasar; organizados en secuencias con actividades de inicio, desarrollo y cierre. Propuestas y estrategias que implican diferentes creencias sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Los conocimientos de los docentes que se plasman en las planeaciones tienen que ver con los contenidos del programa, representan conocimientos disciplinares de la biología, la física y la química; por ejemplo, en ciencias III: “*ácidos, bases, modelo de Arrhenius, modelos, pila eléctrica, corriente eléctrica, entre otros*” (RDP15). Estos conocimientos provienen de diversas fuentes como los libros de texto, fotocopias, consultas en Internet, otros libros, materiales bibliográficos intercambiados con los pares y de sus proceso de formación. Sin embargo, las planeaciones también reflejan otros conocimientos que se relacionan con el CDC, en forma implícita o explícita; implícitos, por ejemplo, al plantear determinadas estrategias didácticas, y explícitos cuando registran los propósitos o competencias a desarrollar.

Entre las inquietudes docentes en torno a las planeaciones destacan su consideración como evidencias de la organización de su trabajo, la revisión por parte de las figuras directivas; además, sus apreciaciones oscilan entre documentos reguladores de su práctica y documentos administrativos con formatos cambiantes y confusos; sostiene los profesores que: “*Por cumplir al director o a la reunión académica, pero en el transcurso vamos haciendo los ajustes a la planeación; Hago muchos ajustes, toda mi planeación tiene muchos borradores*” (RGF5); “*Los formatos [para la planeación] tienen muchos requisitos, que esto, que lo otro*” (RGF1). *Planeas, si algo no funciona, buscas otra opción*” (RGF6); “*Es perder el tiempo, con solo realizar la*

actividad logras el aprendizaje” (RGF1). Cada año, la planeación es nueva, porque aprendimos cosas nuevas durante el año (RGF3). Oportunidad para buscar estrategias y lograr los aprendizajes esperados. No es carga administrativa (RGF3).

** Cuadernos de los alumnos*

Los cuadernos de los alumnos constituyen un instrumento de suma importancia en los procesos del aula, involucran a los docentes, a los alumnos y a los padres de familia: “Permiten hacer un seguimiento del desempeño de los alumnos y de los docentes. También son un medio de comunicación entre la familia y la escuela (SEP, 2012b, p. 42).

El cuaderno es un instrumento para la enseñanza y el aprendizaje, normalmente acompaña al libro de texto como elemento esencial para el trabajo en las asignaturas. Este instrumento permite a los estudiantes recoger informaciones proporcionadas por los docentes, elaborar sus anotaciones en la clase diaria, realizar y corregir actividades; reúne, en general, el trabajo de cada contenido temático durante las sesiones de clase o como tareas realizadas en casa. El cuaderno es indispensable en la actividad diaria de los docentes.

La organización encontrada en la mayoría de los cuadernos consiste en apartados de bloques y temas, siguiendo la estructura del programa de la asignatura de ciencias. Los estudiantes señalan los títulos y las fechas de cada actividad, generalmente resaltadas con colores, dibujos o recortes. En la mayoría de los casos se anota el valor del mes en el cual la escuela considera que se debe hacer énfasis.

Al inicio de cada bloque los alumnos anotan los aprendizajes esperados correspondientes a ese bloque temático. En algunos temas se adhieren documentos como trabajos, exámenes y otros registros que el docente considera importantes. En la mayoría de los textos o actividades

aparece la revisión del maestro mediante una marca (\surd), escriben “Revisado” de manera abreviada (Rev) o un sello con dibujos (abejas o la figura de un científico, como Einstein) o con el nombre del profesor. La gran mayoría de las revisiones son parciales, es decir, no señalan errores, imprecisiones o aciertos de los alumnos, es más un cotejo, que una exploración o precisión de lo realizado por los alumnos.

Los docentes manifiestan distintos propósitos para el empleo de los cuadernos de los alumnos: como apoyo para el aprendizaje, como evidencia del trabajo constante o para la evaluación; en síntesis, los docentes expresan que los cuadernos:

- ❖ *“Favorecen las actividades de los alumnos” (RGF3, RGF5)*
- ❖ *Constituyen la evidencia del trabajo diario del maestro: normalmente se revisan en las visitas de los directivos y asesores técnicos.*
- ❖ *Muestran a los padres de familia el trabajo del maestro y de los alumnos.*

Los cuadernos o libretas forman una “Compilación de informaciones” para que los alumnos estudien o repasen los contenidos para exámenes parciales, bimestrales y de regularización. Incluso para ser empleados en los siguientes niveles educativos. Son numerosas las anotaciones, producciones y actividades encontradas en los cuadernos de los estudiantes de ciencias, destacan:

- ❖ Responder preguntas como: *“¿Qué es la reproductividad? ¿Qué es un mito?” (RDC16).*
- ❖ Escribir el significado de ciertos términos: *“Sexo y pubertad” (RDC16).*
- ❖ Completar cuadros como: *“Escribir las características secundarias de los hombres y mujeres” (RDC6).*

- ❖ Actividades como: *“Encontrar conceptos en una sopa de letras como cigoto, hermafroditas, útero” (RDC15).*
- ❖ Elaborar esquemas a base de conceptos y definiciones:
“La reproducción de las plantas: sexual, asexual, fragmentación” RDC9
- ❖ Registra una o varias veces los errores de los exámenes bimestrales (RDC3).
- ❖ Escribir varias veces, nombres, conceptos o palabras con alguna dificultad: *“escribir cinco veces los nombres de algunos elementos químicos, (RDC23).*
- ❖ Contestar exámenes parciales.
- ❖ *“Pegar recortes para ilustrar ciertos temas” (RDC6).*
- ❖ Dibujos generalmente tomados de los textos para *ilustrar algunos temas (RDC6)*
- ❖ Pegar los exámenes, generalmente, bimestrales y algunos otros trabajos de investigación.
- ❖ Registro de *investigaciones de los alumnos (RDC6).*
- ❖ Apuntar *las Guías de estudio*, generalmente consisten en 30 o más preguntas que el docente considera fundamentales para la preparación de los alumnos para los exámenes (RDC16).
- ❖ Algunos textos abiertos o de opinión elaborados por los alumnos. Una docente lo comenta:
“En mi caso les pido reflexiones, reflexiones al final de cada tema, donde me digan qué fue lo que aprendieron (...) ahí es donde me doy cuenta, sí logramos el aprendizaje (RGF5).
- ❖ Elaboración de resúmenes
- ❖ Solución de *problemas (RDC10).*

- ❖ Los docentes expresan: *“Porque hay muchachos muy tímidos que no participan pero que tienen unos trabajos muy bonitos en su libreta y hay otros que participan mucho, y su libreta no, tomo muy cuenta esos aspectos, la observación directa y su trabajo, su libreta”* (RGF1). Las actividades de la libreta representan participación y por lo tanto es un criterio fundamental para la evaluación del alumno: *“El mayor porcentaje para mí es la libreta”* (RGF5).

Entre las creencias de los profesores expresadas en la elaboración de los cuadernos sobresalen el registro de los conceptos fundamentales de los temas tratados; son escasos los contenidos relacionados con la metaciencia. Por ejemplo; referencias a la historia mediante registros biográficos de algunos científicos. El registro de las prácticas experimentales a través de resaltar los procedimientos y resultados. El trabajo en los cuadernos representa un rasgo del activismo en el aula pero no de procesos de construcción.

Desde la enseñanza, el maestro delimita el registro mediante “preguntas, textos, definiciones, problemas” por lo cual los alumnos tienen pocas oportunidades de escribir libremente. La evaluación de los cuadernos consiste en cotejar que todo lo indicado se encuentre registrado. Se otorgan puntos al estudiante si el docente considera que no faltan temas; en caso contrario es posible que el estudiante pierda parte de calificación: *“Uno va revisando el contenido y obviamente si le falta contenido va a tener baja calificación”* (RGF1).

Los cuadernos representan compendios de conocimientos obtenidos de: Textos oficiales, de diversas fuentes proporcionadas por los docentes, y los investigados por el alumno. Los cuadernos representan en general una acumulación de información: *“Voy formulando actividades, y llevo un conteo de 10, el muchacho debe saber que tiene 10 actividades concluidas en la libreta del tema que se aprendió”* (RGF2).

El empleo de los cuadernos constituye una forma concreta de proporcionar seguridad al docente, la seguridad la otorga los cuadernos como evidencia del trabajo que realiza, expresan los docentes: *“Pero que quede en la libreta, aquí está escrito si se explicó, sí se vio, la evidencia de que sí se dio”* (RGF2); *“Pues ahí van las evidencias del trabajo en el aula, del aprendizaje de los alumnos”* (RGF5). *“Estas libretas, algunas ya están revisadas por la directora o por la inspectora”* (RGF6). En las visitas técnicas realizadas a los docentes en el aula, los cuadernos se revisan siguiendo un guion que responde más que nada a cuestiones formales. Para el docente los cuadernos se convierten en un expediente de evidencias de su trabajo diario, una forma de demostrar o mostrar que sigue el programa y la planeación.

** Exámenes*

Los profesores aplican dos tipos de exámenes, los parciales y los bimestrales (por la organización en bloques del programa: cada bloque es un bimestre). Los exámenes parciales refieren periodos de tiempo (cada 15 días) o al finalizar un determinado tema, según decisión del docente: *“con un examencito chiquito* (RGF3)” comentan los profesores. Estos exámenes se realizan en los cuadernos de los alumnos, pero en algunos casos están impresos previamente o se dictan en hojas sueltas que posteriormente se adhieren a los cuadernos (RGF1). En un grupo comentan: *“En ciertos bimestres procuro en lo posible poner un examen intermedio, un parcial para el monitoreo de cómo vamos”* (RGF5).

En el caso de los exámenes bimestrales, estos son elaborados por el docente o por la academia de la asignatura, tomando en cuenta el bloque temático correspondiente y mediante la consulta de diversas fuentes de reactivos. Estos exámenes se aplican en tiempos establecidos por el sistema educativo y por la escuela en un horario determinado, los alumnos cuentan con 40 o más minutos para resolverlos.

Posteriormente, los exámenes son entregados o enviados a los padres de familia como una muestra de la actividad y avance de los aprendizajes (generalmente son adheridos a los cuadernos de los alumnos), y como una manera de justificar la calificación bimestral asignada a los alumnos. La extensión y organización de estos documentos varía según las decisiones de los docentes o por las disposiciones de las escuelas *“En la escuela piden los exámenes con un mínimo de 25 reactivos” (RGF3)*. Los exámenes bimestrales cuentan con diversos elementos o apartados, que generalmente cambian según las disposiciones de cada escuela o las decisiones de los docentes: Datos de identificación; Lista de Aprendizajes Esperados; y generalmente de 20 a 30 preguntas.

Los docentes manifiestan la importancia de los exámenes como elementos que les permiten apreciar el aprendizaje logrado por los alumnos; son tradicionales en las instituciones escolares; y documentos indispensables para comunicar a los padres de familia los avances de los alumnos. Los docentes plantean que: *“Otra manera en que evaluamos son con exámenes, en las cuales dependiendo de la extensión del aprendizaje pueden ser dos, tres, cuatro o cinco parciales, si en el primer parcial vimos una dificultad en ese aprendizaje lo volvemos a retomar y se vuelve a calificar en el siguiente parcial” (RGF3)*.

La principal actividad que plantean los exámenes consiste en recuperar el contenido presentado en clase, en el libro de texto, en la libreta o en la guía de estudio. Las creencias que se manifiestan en estos documentos se relacionan con los conceptos de las ciencias (convertidos en preguntas) tomados (casi literalmente) de los libros de texto o de la información que proporciona el docente y que los alumnos registran en sus cuadernos: *“Hay un listado de conceptos y de preguntas que tienen que llevarlas a cabo, y se les dice, estas van para examen”*

(RGF6). En muchos casos las preguntas provienen directamente de los glosarios, guías y escritos de los cuadernos.

Para los docentes los exámenes son evidencia de su trabajo, del aprendizaje, de la cobertura del programa y de la planeación, para cerrar periodos o cuerpos temáticos; y una forma de asegurarse que el estudiante se esfuerce y que estudie: *“Este es del tercer bloque, aquí terminé con mi examen bimestral [muestra a todos el cuaderno y el examen] y empecé el cuarto bloque”* (RGF2); *“El examen porque desgraciadamente, el alumno no estudia. Si veo que el alumno, de cinco preguntas el más alto fue cuatro quiere decir que sí hubo el aprovechamiento”* (RGF2); *“La escuela nos pide que un porcentaje sea de exámenes”* (RGF3).

Esos documentos constituyen un verdadero prontuario de las creencias, conocimientos e incertidumbres de la enseñanza. En estos registros concurren las interacciones de las ideas sobre la ciencia, las formas de enseñanza, las actividades de los alumnos y las razones profundas de por qué se realizan de esta forma y no de otra las planeaciones, los cuadernos y los exámenes. Los cuadernos son verdaderos compendios de la interacción de creencias y conocimientos como un círculo difícil de superar que resiste los intentos de innovación.

A lo largo del este capítulo se han mostrado las creencias, los conocimientos y las inseguridades, como la manera de responder a la pregunta principal de la investigación, una forma de comprender que creencias y conocimientos no están en forma aislada, sino que siempre están presentes en el contexto de las presiones o micromundos que viven los enseñantes; se convierten en una concurrencia desventajosa para la enseñanza y el aprendizaje, en un círculo de seguridad e inseguridad para afrontar las exigencias cotidianas de la escuela, condiciones difíciles de modificar mientras no se transformen los espacios de reflexión, de discusión y formación docente.

El diálogo que está en curso se sustrae a cualquier fijación.

Mal hermeneuta el que cree que puede o debe

quedarse con la última palabra³²

Hans-Georg Gadamer

³² (Gadamer, 1993).

CONCLUSIONES

El supuesto que orienta esta investigación sugiere que *la enseñanza de las ciencias naturales está mediada por la interacción de las certezas e incertidumbres en el ejercicio profesional de los docentes de secundaria*; la expresión implica un proceso de búsqueda, de selección de participantes, de revisión de investigaciones y elementos teóricos, la elección de la metodología, la aplicación de diversos instrumentos, el análisis de la información y las reflexiones indispensables para integrar un todo que sustente la tesis planteada.

En estos procesos de indagación y reflexiones es preciso considerar que la comprensión de la época actual conlleva instalar las certezas y las incertidumbres como elementos fundamentales del acontecer cotidiano; con el bullicio de cambios que trastoca la vida de las personas y las comunidades, la política, la educación, y especialmente el quehacer docente. En las actuales sociedades, que viven mutaciones profundas, cuando las pasadas formas de ver y actuar en el mundo se vuelven distantes, y aún no se sostienen las nuevas visiones y condiciones sociales; la educación y la profesión docente viven la incertidumbre en los diferentes ámbitos de su quehacer.

Como sugiere Marrero (2009) existen otras subjetividades, maneras de pensar, de sentir y actuar en la realidad; por tanto, conviene comprender que se trata de un momento histórico repleto de contradicciones, aspiraciones y frustraciones, desmotivaciones y entusiasmo por todo lo que sucede alrededor. El *currículum*, las instituciones, los estudiantes, los padres de familia, las comunidades, el trabajo y el entorno tecnocientífico plantean otras exigencias y nuevos retos a la profesión de la enseñanza (Imbernón, 2014).

Así, las reformas educativas pretenden adecuarse a los nuevos tiempos, impulsar las competencias y aprendizajes clave como elementos constitutivos de la formación de ciudadanos para el aprendizaje constante; y desde luego, para comprender la información, el conocimiento, la convivencia, la inclusión, la vida social y para afrontar los retos excepcionales, por nuevos o inesperados, de la posmodernidad.

Aquí la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias constituyen un componente esencial del *currículum*, particularmente, en la educación básica, un aprendizaje que rebasa el enfoque tradicional y la evaluación intransigente; para encauzar esencialmente la formación integral de los niños y jóvenes, consolidar la educación de ciudadanos participativos y democráticos con fundamentos sólidos, sustancialmente en la cultura científica y tecnológica para intervenir en las decisiones que impactan el entorno natural y social.

En las reformas educativas recientes de este país (2011, 2017 y 2019), la ciencia ocupa un espacio definido, no solamente por el tiempo que se dedica a ella en el aula (aproximadamente seis horas clase a la semana la instalan como la asignatura con más frecuencias) sino por los enfoques y orientaciones que la convierten en un contenido programático controvertido, pero en muchos sentidos, próximo a los debates y propuestas internacionales.

Los contenidos científicos del *currículum* y su organización en ámbitos de conocimientos facilita que los sujetos puedan plantearse y responder a interrogantes orientadoras que abordan la salud, los seres vivos, los cambios físicos, la estructura de la materia y la transformación del mundo a través del conocimiento científico y tecnológico; que resultan indispensables a los individuos para aproximarse o moverse en la nueva modernidad.

En estas reformas la ciencia se concibe como una construcción humana en constante desarrollo, con avances y limitaciones, en relación próxima con la tecnología; con amplios impactos en la calidad de vida de las personas, en el ambiente y la sustentabilidad. Estas perspectivas y posiciones curriculares requieren de un docente sensible y preparado; demandan el despliegue de habilidades para interpretar, representar, anticipar, explicar y comunicar la comprensión de los fenómenos biológicos, físicos y químicos que nos rodean. Docentes preparados que encaminen la formación científica básica de los estudiantes de secundaria, que impulsen las competencias y los aprendizajes clave para la comprensión de los procesos naturales desde la perspectiva de la ciencia y para la toma de decisiones en un contexto tecnocientífico acelerado y complejo.

La capacitación docente en metodologías innovadoras, o la sencilla aplicación de estrategias y tecnologías didácticas novedosas, se revela como insuficiente ante las limitaciones y escasos avances en la formación científica de los jóvenes. Insuficiencias expresadas no solo en resultados poco alentadores de las evaluaciones, sino en la falta de interés en los escenarios tecnocientíficos y la indiferencia ante las carreras relacionadas con contenidos científicos duros referidos a las matemáticas, la física, la biología y la química.

Lo anterior, implica reconocer que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en las aulas de la escuela secundaria constituyen una estructura compleja que precisa la comprensión profunda del pensamiento docente, sus creencias, conocimientos y las inseguridades que enfrenta la enseñanza. En suma, se impone atender en forma profunda las ideas implícitas y explícitas del maestro, como animador del trabajo en la clase de ciencias naturales; comprender como los procesos de cambio, innovaciones o reformas son alterados o adecuados por las

creencias y concepciones intuitivas y manifiestas que se movilizan en el pensamiento de la enseñanza.

Ante los retos e imperativos de la enseñanza los profesores recurren a las certezas que les proporcionan la tierra firme en el escenario líquido del aula; por ello, la comprensión de la enseñanza exige el acercamiento al pensamiento y actuación docente, requiere analizar e integrar las partes: creencias, conocimientos y preocupaciones para aproximarse a la complejidad de aquello que sucede el transcurso de la enseñanza.

Las creencias son elementos epistémicos esenciales para comprender los saberes y conocimientos de los profesores, las creencias como disposiciones o representaciones del sujeto frente a la realidad están en la base del conocimiento humano; las creencias constituyen junto a los conocimientos una verdadera síntesis que responde a las demandas socioculturales de los diversos escenarios de la enseñanza de las ciencias. Por ello, la investigación del pensamiento de los docentes de ciencias se inscribe en el marco del apremio por impulsar el conocimiento científico para el desarrollo no sólo académico o escolar sino por su trascendencia como motor de progreso social, a través de una ciencia y una tecnología capaz de impulsar el desarrollo y la mejora de la vida social, así como el progreso nacional.

La investigación integra dos puntos de vista, por una parte, las creencias en su condición cognitiva y representacional explican y constituyen el conocimiento profesional implícito y explícito; por otra parte, avanza su comprensión en un acercamiento fenomenológico al aludir al mundo de incertidumbres de la vida cotidiana de los profesores. Estos aspectos de la investigación didáctica se justifica en función de la complejidad de la interacción epistémica de creencias, conocimientos e inseguridades en el ejercicio líquido de las aulas.

El estudio de estas interacciones demanda una indagación interpretativa o hermenéutica que advierta las creencias y conocimientos, su interrelación y subsistencia en las presiones de la clase. Mediante los grupos focales, las entrevistas individuales, los cuestionarios, las observaciones y el análisis de los documentos de la enseñanza, es decir, una variedad de instrumentos que hacen posible lograr visiones más completas del entramado complicado de la enseñanza de las ciencias.

La metodología cualitativa permite ver las condiciones de la enseñanza y mirar a los profesores de ciencias de manera holística, ya que enfocar solo los resultados o los métodos de la enseñanza no es bastante, es primordial apreciar los fenómenos en su totalidad, es decir, en el pensamiento y significados que los docentes tienen sobre la ciencia y el aprendizaje, así como las situaciones que se viven en la enseñanza.

Los grupos focales contruidos en la investigación, como grupos de discusión permiten acceder al pensamiento docente. En ellos se puede apreciar que la participación de los profesores es menos la controversia y más la expresión de ideas, que generalmente complementan unos y otros; tratan de exponer y exaltar lo que piensan y hacen, con escasas tendencias a la polémica; sus participaciones son seguras, sinceras y emotivas, en la mayoría se aprecia el gusto y satisfacción de su trabajo como maestros de ciencias.

Los participantes en la investigación son profesoras y profesores en servicio con un promedio de veinte años en la escuela secundaria; son docentes responsables de más de un grupo de alumnos, con un promedio veinte horas de clase a la semana. Todos son docentes titulados, en su mayoría de base, es decir, su plaza de trabajo es permanente; casi todos expresan el entusiasmo, el gusto por la ciencia, la pasión por la enseñanza, las preocupaciones y los obstáculos. Plantean la necesidad de continuar aprendiendo y de actualizarse, para ser mejores

docentes, pero lamentan las pocas oportunidades y la insuficiente calidad de las condiciones y procesos de formación que les brinda el sistema educativo.

Al responder a las interrogantes de la investigación se puede afirmar que la ciencia que predomina en las aulas de la escuela secundaria es la *ciencia del profesor*, es decir, una visión del conocimiento científico equivalente a la tecnología. Se trata de una ciencia de productos, se enseña la ciencia como aquella generadora de artículos y servicios tecnológicos, que no tiene problemas de construcción, porque el método científico lo resuelve todo con gran certeza y objetividad.

La ciencia es tratada por los docentes como explicación, pero también, como acumulación de conocimientos, producto de personajes excepcionales o *fuera de serie*; que con el apoyo de la tecnología se desarrolla triunfante sin considerar el papel de los consensos y paradigmas científicos. Se trata de una ciencia de progresos y resultados, en la que todos estamos inmersos, según las creencias de los docentes.

Los profesores presentan una imagen incuestionable y omnipotente de la ciencia, no se contempla el contexto de las investigaciones, la historia de la ciencia es marginal, apenas algunos datos aislados consultados en cualquier fuente; pero nada de las condiciones en que surge o las necesidades y debates que enfrentó en su momento histórico el conocimiento de la ciencia. Las leyes del movimiento, las células, la genética, la teoría atómica se presentan como aparatos conceptuales, difícilmente se contextualizan históricamente o desde las situaciones y problemáticas actuales.

Los procedimientos, las habilidades, las actitudes, las competencias científicas, en gran parte, se reducen a seguir los procedimientos marcados en los textos o en cuadernos de prácticas;

los docentes mantienen las creencias según las cuales la observación y la experimentación construyen todo el conocimiento porque integran los momentos fundamentales del método científico, no hay otros métodos, es el medio que permite la comprobación de los conocimientos; en el aula se olvida la curiosidad, la casualidad, el interés, el entusiasmo, los debates y controversias, las necesidades y problemáticas en la generación del conocimiento.

Estas creencias están en el marco de la filosofía de la ciencia clásica con el predominio del empirismo, positivismo y racionalismo; solamente algunos atisbos aparecen en las expresiones de los profesores, en las que se vislumbran breves avances hacia la nueva filosofía de la ciencia, es decir, algunas ideas relativistas, constructivistas o, en el mejor de los casos, encaminadas hacia el paradigma de la complejidad.

Como se ha señalado, la visión tecnológica es predominante, tal vez producto de las nuevas formas de hacer la ciencia, esto es, la ciencia integrada a los grandes proyectos, en los que se visualiza más el producto o beneficio tecnológico; y en la cual, la investigación del conocimiento, su construcción y contexto queda como en un segundo plano, en cierta forma, es la presencia de la tecnociencia en la representación o imagen del conocimiento científico. Como se comentaba renglones atrás, esto, explica en parte el alejamiento de los jóvenes de la ciencia, el menor interés en las carreras científicas básicas, y el incremento en el ingreso a carreras que pueden llamarse de la “tecnociencia”. Los jóvenes no se inscriben tanto en física o matemáticas, pero ingresan a carreras como las licenciaturas en Multimedia y Animación Digital, Ciencias de Alimentos, Biotecnología, Ingeniería Ambiental, y otras que ofrecen perspectivas y campos relacionados directamente con proyectos y prácticas productivas.

Probablemente es tiempo de pasar de una filosofía de la ciencia a una filosofía de la tecnociencia, es decir, a una filosofía de la práctica científica; de los contextos de Reichenbach

de 1938, de descubrimiento y justificación, hacia los contextos de educación, de innovación, de valoración y de aplicación del conocimiento científico, contemplados para la práctica científica por Echeverría (2010). Acaso pensar, en otros términos, más abiertos o flexibles, más profundos en la reflexión filosófica de la ciencia. Pero lo más importante, consiste en incorporar la reflexión filosófica sobre la ciencia a la formación de los profesores.

En la actividad docente esta concepción de la ciencia lleva a una práctica didáctica simple que consiste en presentar esa imagen de la ciencia para que sea aprehendida apresuradamente por los alumnos; es decir, *la propuesta del profesor* consiste en la enseñanza de definiciones y conceptos precisos para posteriormente, demostrar que los alumnos saben de ciencia. En ese sentido la enseñanza de la ciencia es un asunto de *entrega y recepción* de conocimientos. Los profesores explican o presentan los conocimientos y los alumnos aprenden. El profesor asume y ofrece los conocimientos científicos, mediante la exposición y la explicación constante; el alumno desarrolla cierta actividad, intensa e incluso práctica, pero finalmente debe recuperar esos conocimientos, lo más cercano posible a lo que dicen los libros de texto o los cuadernos de los alumnos (convertidos en pequeñas enciclopedias), en los exámenes parciales o bimestrales. Las creencias impiden la integración de los conocimientos, dejando separados la teoría y la práctica. Las creencias regulan e intervienen en todo el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Esta investigación deja de manifiesto que los conocimientos encontrados en los profesores no se reducen a los elementos disciplinarios, poseen otros componentes didácticos que en buena parte forman el Conocimiento Didáctico del Contenido, es decir, existe en forma elemental o en proceso de construcción un CDC en las estrategias y actividades diseñadas o propuestas por los docentes. En las respuestas a los cuestionarios o a través de los *inventarios* de conocimientos presentados en esta investigación, los docentes cuentan con una multiplicidad de saberes que

proviene de muy diversas fuentes, que forman, a la manera de una metáfora, *la nube electrónica (cloud computing)* una reserva o conjunto de conocimientos a los que se puede recurrir pero que no siempre se integran a los quehaceres del aula de ciencias; que en un momento dado interaccionan con las creencias docentes; pero lo más grave es que faltan dispositivos que los dinamicen para componer un todo más coherente en la práctica de la enseñanza.

Dice Bolívar (2008) que el CDC es un concepto potente, permite organizar el tiempo de la clase, tomar en cuenta los propósitos, construir los procedimientos didácticos adecuados para un contenido particular; pero esa potencia es limitada junto a las creencias e incertidumbres, que influyen o mediatizan el pensamiento, los conocimientos y las acciones de los docentes. Cabe recordar que los conocimientos, como dice Tardif (2004) tienen una doble condición: por un lado, son la base de la competencia profesional; y por otro, son fuente de formación y transmisión, en ese sentido tienen que integrarse en un activo CDC para un ejercicio docente diferente.

Sin embargo, la construcción del conocimiento didáctico del contenido resulta difícil por la imagen o representación de la ciencia y de la enseñanza que prevalece en los docentes; pero también, por las urgencias institucionales, profesionales, curriculares, tiempos y encomiendas de la educación científica. El Conocimiento Didáctico del Contenido es un constructo integrador y revelador de los saberes del docente, es una forma de apreciar el tránsito de la *formación de hecho* a la *formación deseable* que plantea Porlán (1998) en la preparación de los docentes; el CDC da cuenta de los conocimientos que posee el docente, pero *falta el dispositivo formativo* que *impulse e integre* conocimientos y reflexiones acerca de las creencias para superar y mejorar la enseñanza de los docentes en ejercicio.

Se debe insistir en que la enseñanza de las ciencias implica las incertidumbres, es decir, los docentes enfrentan eventualidades al atender los propósitos, los estándares, las competencias, las evaluaciones, los cambios curriculares, las pretensiones profesionales, las disposiciones institucionales, las precisiones de la formación científica; pero en forma inmediata están las decisiones cotidianas del aula, los tiempos, el prestigio de la escuela, la cultura escolar, la exigencia de buenos resultados en las evaluaciones, la demanda de los padres de familia. Esto es, la vida en la escuela, los micromundos de Barnett y Hodson (2001), que conforman en términos de Morin (1999), el océano de incertidumbres de la enseñanza, en donde las certezas permiten la navegación diaria.

Para atender de la mejor manera esas inseguridades de la clase, conciben los profesores, que la ciencia está en todas partes, como productos tecnológicos, como conocimientos acumulados, definiciones y conceptos que son el resultado del poderoso método científico; una ciencia que solo requiere ser bien explicada por el maestro y *reforzada* por el estudio y el *repaso* de los cuadernos por parte de los alumnos. En suma, es la interacción, la influencia recíproca entre certezas e incertidumbres en un ciclo difícil de modificar con los artificios formativos con los que cuentan los docentes: las reuniones de consejo técnico escolar o en los cursos (generalmente dispersos) de formación continua que no consideran los contenidos metacientíficos, es decir, no favorecen la discusión filosófica de la ciencia. Los docentes reconocen el papel crucial de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual, aunque son poco conscientes de la importancia del debate crítico de los temas filosóficos y epistemológicos relacionados con el conocimiento científico; por lo que predominan las posturas acríticas, inductivas y positivistas que no consideran los contextos sociales, históricos y de complejidad y, desde luego, sus repercusiones en el desarrollo de la sociedad.

Entonces, la vida del docente es una vida de inquietudes y presiones que tiene que resolver, la incertidumbre implica acción; recurrir a las certezas, a sus creencias y a la reserva de conocimientos resulta la única manera de afrontar las adversidades; los cursos, los posgrados, las reuniones de consejo técnico, las academias y la preparación para las evaluaciones docentes resultan insatisfactorias o insuficientes, no resuelven sus necesidades del aula, de tal manera que se mantiene la tesis que considera a la enseñanza de las ciencias naturales instalada en la interacción de las certezas e incertidumbres en la profesión docente.

Siguiendo esa tesis, la interacción, se refiere a un intercambio, una comunicación, una relación dialéctica, es decir, una influencia entre los elementos considerados, certezas e incertidumbres; desde luego difícil o imposible de medir, pero que significa entre otras cosas, ya señaladas renglones atrás, la distancia entre los docentes y el *currículum*, entre el docente y la ciencia, entre el aprendizaje de los alumnos y la enseñanza, la distancia entre lo tradicional y las reformas e innovaciones. Ese espacio de interacción muestra la resistencia de las formas tradicionales de enseñanza frente a los procesos de cambio, de empleo de la tecnología, de recursos novedosos, tanto, bibliográficos como de laboratorio; muestra una distancia con respecto a las competencias científicas, de la alfabetización científica, del enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad, de las orientaciones epistémicas y de la metaciencia que incorporan los programas de ciencias para la educación secundaria. Condiciones alentadas por la situación de los profesores que cuentan con espacios y oportunidades limitadas para la reflexión y el debate crítico acerca de la ciencia, la tecnología y sus implicaciones sociales, el *currículum*, la didáctica, el desarrollo de prácticas innovadoras y exitosas. En suma, la discusión sobre la ciencia, la metaciencia y la didáctica no forman parte de las agendas de trabajo en las instancias

colegiadas en las escuelas, las zonas escolares y de la formación inicial y continua de los profesores, por lo que es fundamental su incorporación.

Entre las certezas y las incertidumbres se abren espacios positivos, la mejor opción, es atender los procesos de formación de los docentes, tanto iniciales como permanentes, de tal manera que se integre a la preparación disciplinaria los elementos reflexivos, críticos y paradigmáticos de la metaciencia. Dicen Hargreaves et al. (2000) que los profesores tiene que elaborar su propia comprensión; esto, de manera implícita y explícita para que la historia, la sociología, la filosofía de la ciencia, la filosofía de la tecnociencia y la *complejidad* puedan enriquecer el CDC, enfocar lo didáctico, aquello que a los docentes corresponde conocer y cómo pueden aprenderlo, tanto para los futuros profesores como para los docentes en ejercicio; ya que finalmente los beneficiarios serán los adolescentes de la escuela secundaria.

Lo más importante es que la reflexión sobre el ejercicio profesional del docente y la investigación de la enseñanza contribuyan a la formación de profesores y profesoras con ética y responsabilidad para la formación integral de las personas, y para el cultivo de la ciencias en lo particular; de lo que se trata, como manifiesta Shulman (1989), es de contar con docentes de una perspectiva moral vigorosa que guíen y comprendan la práctica docente y proporcionen un clima de justicia, compromiso, y virtudes expresadas en las actuaciones del aula científica.

REFERENCIAS

- Abbagnano, N. (1996). *Diccionario de filosofía*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Abd-El-Khalic F. y Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. En *International Journal of Science Education* (núm. 22), pp. 665-701.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), pp.130-140.
- Adúriz-Bravo, A. y Meinardi, E. (2000). Dos debates actuales en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Revista de didáctica de las ciencias experimentales y sociales* (núm. 14), pp. 69-85.
- Acevedo Díaz, J.A. (2001). Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*.
Recuperado de: <<http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo.htm>>.
- Acevedo Díaz, J. A. y Acevedo Romero, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia, un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. En *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 1-28. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). ISSN: 1681-5653.
- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 3-16.

- Acevedo D., J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. En *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5(2), pp. 134-169.
- Acevedo Díaz, J. A. (2009a). Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco Teórico. *Revista Eureka* 6(1), pp. 21-46.
Recuperado de:
http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/10017/Acevedo_2009a.pdf
- Acevedo Díaz, J. A. (2009b). Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Perspectiva. *Revista Eureka*, 6(2), pp. 164-189. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/50247426_Conocimiento_didactico_del_contenido_para_la_ensenanza_de_la_naturaleza_de_la_ciencia_II_una_perspectiva
- Ahmed, Murad. (22 de enero de 2016). Máquinas inteligentes: el debate se abre en Davos. Periódico *Milenio*, p. 32.
- Airasian, P. W. (2002). *La evaluación en el salón de clases*. México: SEP/ McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Alvarado, M. E. (1998). *La concepción de la ciencia en la UNAM. Su enseñanza*. Tesis de Maestría en Pedagogía. México. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Recuperado de:
<http://132.248.9.195/pdtestdf/0267835/Index.html>.
- Alvarado, M. E. y Flores, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia, en *Perfiles Educativos*, XXIII (92), pp. 32-53. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/132/13209203.pdf>.
- Álvarez-Gayou J., J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós Educador.

- American Association for the Advancement of Science. (1997). *Ciencia: conocimiento para todos. Proyecto 2016*. México: SEP / Oxford University Press / Harla México / Biblioteca del normalista.
- American Psychological Association. (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association. Tercera edición traducida de la sexta en inglés*. México: Editorial El Manual Moderno.
- Anzaldúa a., R. (2010). Dispositivo teórico-Metodológico. En L. E. Primero R. y G. Ornelas T., *La práctica de la investigación educativa. La construcción del marco teórico*, (pp. 89-105). México: Editorial Torres Asociados.
- Atkinson, T. y Claxton, G. (2002). *El profesor intuitivo*. Barcelona: Octaedro.
- Avilés, K., Olivares, E. y Camacho, F. (2011, 20 de junio). De mexicanos, sólo 2.4% de las patentes otorgadas en el país en 2010. *Periódico La Jornada*, p. 2. Recuperado de: <http://www.jornada.com.mx/2011/06/20/politica/002n1pol>
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. México: Siglo XXI Editores.
- Bennásser Roig, Vázquez Alonso, Manassero Mas, García Carmona., (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Recuperado de: www.oei.es/caeu.
- Barberá, O. y Sendra, C. (2011). La biología y el mundo en el siglo XXI. En P. Cañal (coord.). *Biología y geología. Complementos de formación disciplinar*, (pp. 77-96). España: Graó.
- Barbour, R. (2013). *Los grupos de discusión en investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

- Barnett, J. y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a Fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), pp. 426 - 453. Recuperado de: <https://philpapers.org/rec/BARPCK>.
- Barona, C., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa de formación profesional en ciencias. *En Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(2), pp. 1-19. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-barona.html>.
- Bauman, Z. (2008a). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa. Recuperado de: [file:///C:/Users/osval/Desktop/Nueva%20carpeta-8oct18/Libro-de-educacion-Bauman%20Bauman\[4771\].pdf](file:///C:/Users/osval/Desktop/Nueva%20carpeta-8oct18/Libro-de-educacion-Bauman%20Bauman[4771].pdf)
- Bauman, Z. (2008b). *Tiempos líquidos. Vivir en una época de incertidumbre*. México: Tusquets.
- Blancas Hernández, J. L. y Rodríguez Pineda, D. P. (2011). La enseñanza de la biología con tecnología a partir de las concepciones de los profesores: tres estudios de caso. *En Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología*, ISBN: 978-958-994911-5 de la Asociación Colombiana para la investigación en Ciencias y Tecnología (EDUCyT).
- Bloom, J.W. (1989). Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution. *En International Journal of Science Education*, 11 (4), pp. 401 – 415.
- Bolívar, A. (1995). *El conocimiento de la enseñanza. Epistemología de la investigación curricular* (núm. 9), pp. 1-217. Granada: Colección de monográfico FORCE.
- Bolívar, A. (2008). *Didáctica y currículum: de la modernidad a la postmodernidad*. Málaga: Aljibe.

- Bonilla Pedroza, M. X. (2009). *Las actividades didácticas bajo la posible influencia de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los docentes de ciencias*. México: UPN.
- Bonilla Pedroza, M. X. y Gallegos Cázares, L. (2009). Concepciones de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia y del aprendizaje y su articulación con la enseñanza de las ciencias. En *X Congreso Nacional de investigación educativa, área 5: educación y conocimientos disciplinares*.
- Bonilla Pedroza, M. X. y López y Mota, A. (2005). ¿Las concepciones de evaluación de los docentes, están articuladas con las epistemológicas y de aprendizaje? En ponencia *Enseñanza de las ciencias* (núm. Extra), pp. 1-5.
- Briones, G. (2006). *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*. México: Trillas.
- Briones, G. (2006). *Teorías de las ciencias sociales y de la educación. Epistemología*. México: Editorial Trillas.
- Carvajal C., E. y Gómez V., M. R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. En *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7 (16), pp. 113-135.
- Carbonell S., J. (2006). El profesorado: Entre el binomio de la seguridad-certeza y el triángulo riesgo-inseguridad-incertidumbre. En J. Gimeno Sacristán (comp.). *La reforma necesaria: Entre la política educativa y la práctica escolar*, p. 109-121. Madrid: Ediciones Morata.

- Calixto Flores, R. (2004). Formas de explicación del proceso de respiración de las plantas. En *Perfiles Educativos*, XXXVI(105-106), pp. 125-142.
- Calixto Flores, R. (2008). La construcción del objeto de estudio en el campo de la educación ambiental. En J. M. Delgado Reynoso y L.E. Primero Rivas (Coord). *La práctica de la investigación educativa. La construcción del objeto de estudio*, pp. 297-283. México: UPN.
- Calixto Flores, R. y García Ruiz, M. (2011). Concepciones alternativas de los profesores de biología. Una aproximación desde la investigación educativa. En *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), pp. 1-20.
- Cámara de Diputados, LXII Legislatura. (2015). *Ejercicio fiscal, gasto público*.
- Campos H., R. (2008). Incertidumbre y complejidad: reflexiones acerca de los retos y dilemas de la pedagogía contemporánea. En *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 8(1), pp. 1-13.
- Castells, M. (1999). *La era de la información*. México: Siglo XXI.
- Coll, C. y Martín, E. (2006). *Vigencia del debate curricular. Aprendizajes básicos, competencias y estándares*. México: SEP.
- Contreras Palma, S. A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de secundaria de Chile*. Tesis: Universidad Complutense de Madrid.
- Day, C. (2007). *Pasión por enseñar. La identidad personal y profesional del docente y sus valores*. Madrid: Narcea.
- Darling-Hammond, L. (2002). *El derecho de aprender. Crear buenas escuelas para todos*. México: SEP/ Biblioteca de Actualización del Magisterio.

- Daza Pérez, E. P. y Moreno Cárdenas, J. A. (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio. Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. En *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 549-568.
- De la Garza Toledo, E. y Leyva, G. (eds.). (2012). *Tratado de metodología de las ciencias sociales: perspectivas actuales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Dewey, J. (1989): *Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Barcelona: Paidós.
- Diario Oficial de la Federación. (DOF 11/09/2013). *DECRETO por el que se expide la Ley General del Servicio Profesional Docente*. Recuperado de:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5313843&fecha=11/09/2013
- Diario Oficial de la Federación. (DOF 10/10/2017). *ACUERDO número 15/10/17 por el que se emiten los Lineamientos para la organización y funcionamiento de los Consejos Técnicos Escolares de Educación Básica*. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500755&fecha=10/10/2017
- Dorio Alcaraz, I.; Sabariego Puig, M. y Massot Lafon, I. (2009). Características generales de la metodología cualitativa. En Bisquerra Alcina, R. (Coordinador). *Metodología de la investigación cualitativa*, pp. 275 – 292. Madrid: Editorial La Muralla. Recuperado de:
file:///C:/Users/osval/Desktop/Nueva%20carpeta8oct18/Libro_Metodología_Bisquerra.pdf
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), pp. 3-15.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 109-120.

- Duit, R. (2006). La investigación sobre la enseñanza de las ciencias. Un requisito para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), pp. 741-770. Recuperado de:
<http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v11/n030/pdf/rmiev11n30scB03n01es.pdf>.
- Echeverría, J. (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal Ediciones.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. España: Fondo de Cultura Económica.
- Echeverría, J. (2010). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. *Daímon. Revista Internacional de Filosofía*, (50), pp. 31-41. Recuperado de:
<http://revistas.um.es/daimon/article/view/147121/131181>
- Eirín Nemiña, R., García Ruso, M. y Montero Mesa, L. (2009). Desarrollo profesional y profesionalización docente. Perspectivas y problemas. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado* 13(29), (pp. 1-13). Recuperado de:
<https://www.ugr.es/~recfpro/rev132COL3.pdf>.
- Escudero N., A. y Farías C., D. (2009). La didáctica de las ciencias en la posmodernidad. En *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias* (ISSN 0212-4521). Recuperado de: <http://ensciencias.uab.es>.
- Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. *Informe de actividades de la Facultad de Ciencias Biológicas Correspondiente al 2º período 2015-2018*. Recuperado de: <file:///C:/Users/osval/Desktop/1erInforme-de-Actividades-2015-2018-Dr.-Antonio-Guzmn-Velasco.pdf>.
- Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. *Segundo Informe de Actividades Noviembre 2014-Octubre 2015*. Recuperado de:
http://www.fcfm.uanl.mx/sites/default/files/informes/Informe_2015.pdf.

Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. *Tercer Informe de*

Dirección. Recuperado de:

<https://www.dropbox.com/s/fcbprx58ntvmei5/Tercer%20Informe%20de%20Dirección%20FCQ%20UANL.pdf?dl=0>.

Fernández Enguita, M. (2006). *Educación en tiempos inciertos*. Madrid: Morata.

Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. En *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 477-488.

Fernández Nistal, M. T., Pérez Ibarra, R. E., Peña Boone, S.H. y Mercado Ibarra, S. M. (2011). Concepciones sobre la enseñanza del profesorado y sus actuaciones en clases de ciencias naturales de educación secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16(49), pp. 571-596.

Farré, A. y Lorenzo, M. (2009). El CDC de profesores universitarios de química orgánica: el caso del benceno. Ponencia en *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, ISSN 0212-4521. Recuperado de:
<https://ensciencias.uab.es/ojs-ensciencias/ensciencias/pages/view/congresos>.

Feyerabend, P. (1985). Cómo defender a la sociedad contra la ciencia. En I. Hacking (Compilador), *Revoluciones científicas* (294-314). México: Fondo de Cultura Económica.

Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata y Fundación Paideia Galiza.

Flores, F. y Barahona, A. (2003). Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas. En G. Waldegg Casanova, A. Barahona Echeverría, B. Macedo y A.

- Sánchez Martínez (Coord.). *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. (pp. 13-35). México: SEP/OREALC/UNESCO.
- Flores, F.; Gallegos, L. y López, A. (2001). Conceptos de ciencia y aprendizaje en profesores de física: Posibilidades y dificultades de transformación. En *Ethos Educativo*, 25, pp. 78-86. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/n6570.htm>.
- Flores, F.; López, A.; Gallegos, L.; y Barojas, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. En *International Journal of Science Education*, 22(2), pp. 197-208, DOI: 10.1080/095006900289958.
- Flores Camacho, Fernando, Gallegos Cázares, Leticia, García Franco, Alejandra, Vega Murguía, Eduardo y García Rivera, Beatriz (2007a). El conocimiento de los profesores de Ciencias Naturales de secundaria: un estudio en tres niveles. En *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, Organización de Estados Iberoamericanos, pp. 1-19.
- Flores Camacho, Fernando, Gallegos Cázares, Leticia, y Reyes Cárdenas, Flor (2007b). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. En *Perfiles Educativos*, 116(29), pp. 60-84. México: UNAM.
- Flores Camacho, Fernando, Gallegos Cázares Leticia, Bonilla Pedroza, María y Reyes Cárdenas, Flor (2007c). Influencia que ejercen la formación y el medio al conformar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en profesores de ciencias de secundaria. En *Anuario Educativo Mexicano: Visión Retrospectiva*, UPN- Miguel Ángel Porrúa - Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México D.F., pp. 179-214.
- Flores López, M. L.; López y Mota, A. D. y Martínez Moctezuma, T. (2011). Factores y correspondencias entre las concepciones de aprendizaje y evaluación y la práctica docente en tres docentes de ciencias del ciclo secundario. *Ponencia en XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*, área 5: Educación y Conocimientos Disciplinarios.

- Flores Camacho, F. (2012). Conocimientos, concepciones y formación de los profesores. En Flores-Camacho, Fernando (Coord.). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*, pp. 113-128. México: Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE).
- Flores L., M. L. (2009). *Las concepciones de aprendizaje y evaluación y su correspondencia con la práctica docente de profesores de ciencias naturales del ciclo secundario*. Tesis Doctoral. México: Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado en: <http://200.23.113.51/pdf/26712.pdf>.
- Fullan, M. y Hargreaves, A. (2000). *La escuela que queremos. Los objetivos por los que vale la pena luchar*. México: SEP / Amorrortu / Biblioteca para la actualización del maestro.
- Fullan, M. (2002). *Los nuevos significados del cambio en la educación*. Barcelona: Octaedro.
- Gadamer, H. (1993). *Verdad y método*. Salamanca: Ediciones Sígueme.
- Gallego, D. E.; Bustamante, L.; Gallego, L.; Salcedo, L.; Gava, M. y Alfaro, E. (2017). Estudio cuantitativo sobre las concepciones de ciencia, metodología y enseñanza para profesores en formación. En *Revista Lasallista de Investigación*, 14(1), pp. 144-161.
- Gallegos C., L. y Flores C., F. (2003). Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía en la enseñanza de la ciencia. En A. López y Mota, *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos* (Tomo I), Vol. 7, pp. 457-507. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- Gallegos., L., Flores Camacho, F, y Valdez A., S. (2004). Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización. En *Revista Perfiles Educativos*, XXVI (103), pp. 7-37.

- García Palacios, E. M., González Galbarte, J. C., López Cerezo, J. A., Luján, J. L., Martín Gordillo, M., Osorio, C. y Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Garriz, A. (2009). Sobre modelos. Un modelo de crecimiento profesional de los profesores de ciencias. *Revista de Educación Química*.
- Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2006). El conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia. *Revista: Educación Química, XVII(E)*, pp.236-263. Recuperado de: <http://educacionquimica.info/busqueda.php>.
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. Conferencia Inaugural del VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (Barcelona, 7 septiembre 2009). En *Revista enseñanza de las ciencias*, vol. 28, núm. 3, pp. 315–326.
- Garriz, A.; Rueda, C. y Robles, C. (2010). Opiniones de profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos sobre la NdCyT: una pobreza alarmante. En A. Bennáser Roig, A. Vázquez Alonso, M. A. Manassero Mas, y A. García Carmona (Coordinadores). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología*, pp. 115-125: Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible en: www.oei.es/caeu.
- Garriz, A. y Talanquer, V. (2012). Las áreas emergentes de la educación química: Naturaleza de la química y progresiones de aprendizaje. *Revista: Educación química, 23(3)*, 328-330.
- Garriz, A. (2014). Creencias de los profesores, su importancia y cómo obtenerlas. *Revista: Educación Química, 25(2)*, pp. 88-92.

- Garritz, A. Daza-Rosales, S. F. y Lorenzo, M. G. (2015). Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana. En *Revista Educación Química*, 26(1), pp. 66-70.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education* (pp. 3-17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en investigación cualitativa*. México: Ediciones Morata.
- Giddens, A. (1994). *Consecuencias de la modernidad*. Madrid. Alianza Editorial.
- Giddens, A. (2001). *Un mundo desbocado: Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Madrid: Taurus.
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), pp. 26-33. Recuperado de:
<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/50606/92617>
- Gil, D. (1993). Aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias a la formación y actividad del profesorado. *Revista Currículum*, 6(7), pp. 45-66. Recuperado de:
http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=2669
- Gómez Galindo, A, A.; García Franco, A, y García González, J. M. (2013). Estado de la investigación en educación en ciencias naturales en el nivel de educación básica, durante la década 2002-2011. En A. Ávila; A. Carrasco, A. A. Gómez; M. T. Guerra; G. López y J. L. Ramírez. (Coord) (pp. 165-202). *Una década de investigación educativa en*

conocimientos disciplinares en México. Matemáticas, Ciencias Naturales, Lenguaje y Lenguas Extranjeras 2002–2011. México: COMIE, ANUIES.

Grossman, P. L., Wilson, S. M. y Shulman, L. S. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para enseñanza. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2), pp. 1-25.

Gudmundsdóttir, S. y Shulman, Lee S. (2005). Conocimiento didáctico en ciencias sociales. En *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 2(9), pp. 1-12.

Recuperado de:

[http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/606/Sigrun%20Gudmundsdóttir.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/606/Sigrun%20Gudmundsdottir.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Guerra Ramos, M., García Horta, J., López Valentín, D., Gómez Galindo, A. y Balderas Robledo, R. (2011). Science teachers' attitudes and perceptions related to practical work: A self-report questionnaire. En *European Science Education Research Association Conference*. Francia.

Hargreaves, A. (1996). Cuatro edades del profesionalismo y del aprendizaje profesional. En el *Seminario Internacional sobre Formación Inicial y Perfeccionamiento Docente*, llevado a cabo en Santiago de Chile. Recuperado de: http://bibliodiversa.todomejora.org/wp-content/uploads/2016/11/121_HARGREAVES_aprendizaje_profesional.pdf

Hargreaves, A., Earl, L. y Ryan, J. (2000). *Una educación para el cambio. Reinventar la educación de los adolescentes.* México: SEP / Octaedro / Biblioteca del normalista.

Hargreaves, A. (2005). *Profesorado, cultura y posmodernidad. Cambian los tiempos, cambia el profesorado.* Madrid: Ediciones Morata.

Hargreaves, A. y Shirley, D. (2012). *La cuarta vía. El prometedor futuro del cambio educativo.* España: Octaedro.

- Hargreaves, A. y Fullan, M. (2012). *Capital profesional*. España: Ediciones Morata.
- Hawking, S. y Mlodinow, L. (2010). *El gran diseño*. México: Crítica.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual* (10° ed). México: Pearson Education.
- Imbernón, F. (2001). *La profesión docente ante los desafíos del presente y el futuro*.
Recuperado de: <http://www.ub.edu/obipd/la-profesion-docente-ante-los-desafios-del-presente-y-futuro/>.
- Imbernón, F. (2005). La profesión docente en la globalización y la sociedad del conocimiento. Ponencia presentada en el curso *La formación del profesorado y la mejora de la educación para todos: políticas y prácticas*. Documento policopiado. Santander: Universidad Menéndez Pelayo. Recuperado de: <http://www.ub.edu/obipd/la-profesion-docente-en-la-globalizacion-y-la-sociedad-del-conocimiento/>.
- Imbernón, F. (2014). *Calidad de la enseñanza y formación del profesorado. Un cambio necesario*. España: Octaedro.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2013*. Recuperado de:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/especiales/enpecyt/2013/default.aspx>.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2015a). *Los docentes en México. Informe 2015*. México. Autor.
- Instituto Nacional de Evaluación de la Educación. (2015b). *Segundo estudio internacional sobre la enseñanza y el aprendizaje (TALIS 2013)*. Resultados de México. México: Autor.
- Instituto Nacional de Evaluación de la Educación. (2016). *México en PISA 2015* (1ª. Edición). México: Autor.

- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F.J. Perales y P. Cañal (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, (pp. 35-64). Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3092789>
- Jiménez, A. y García, L. (2006). Pensar el pensamiento del profesorado. *Revista española de pedagogía*, núm. 233, p. 108-122.
- Jiménez L., A. B. (2009). Un contraste de ideas entre niveles educativos. Las teorías implícitas de los profesores de educación infantil y primaria y secundaria y superior. En Marrero Acosta, J. E. *El pensamiento reencontrado* (pp. 46-93). España: Octaedro.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Graó.
- Latorre Medina, M. J. y Blanco Encomienda, F.G. (2007). Algunos conceptos clave en torno a las creencias de los docentes en formación. *Docencia e Investigación, revista de la Escuela Universitaria de Magisterio de Toledo* (núm. 17), pp. 147-170.
- Llinares, S. (1992). Los mapas cognitivos como instrumento para investigar las creencias epistemológicas de los profesores. En: C.M. García *La investigación sobre la formación del profesorado. Métodos de investigación y análisis de datos*, pp. 57 – 95. Argentina: . Editorial Cincel. Colección investigación y formación del profesorado.
- López, A.; Flores, F. y Gallegos, L. (2000). La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso. En *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 5(9), pp. 113-135.

- López y Mota, A. (2003). *Volumen 7: Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos (Tomo 1)*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE).
- López, Á., Rodríguez, D. y Bonilla M. (2004) ¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(22), pp. 699-719. Recuperado de:
http://www.oei.es/docentes/articulos/cambian_cursos_actualizacion_representaciones_practica_docente.pdf
- Lorenzo, M. G.; Ferré, A. S. y Rossi, A. M. A. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. En *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (3), pp. 1-16.
- Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. En *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), pp. 370–391.
- Liotard, J. F. (1984). *La condición posmoderna*. Madrid: Cátedra.
- Marcelo García, C. (1993). *Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido*. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/233966597_Como_conocen_los_profesores_la_materia_que_enseñan_Algunas_contribuciones_de_la_investigacion_sobre_conocimiento_didactico_del_contenido
- Mansilla S., J. y Beltrán V., J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. En *Revista Perfiles Educativos*, XXXV(139), pp. 25-39. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v35n139/v35n139a3.pdf>

- Martín, E. y Cervi, J. (2006). Modelos de formación docente para el cambio de concepciones en los profesores. En J. Pozo, N. Scheuer, M. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, y M. de la Cruz. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Grao.
- Martínez, J. F.; Zárate, A.; Salazar, B. P. Palacios, A. (2014). Concepciones en torno de la enseñanza docente. El caso de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 16(1), pp. 153-173.
- Martínez Miguélez, M. (2008). *Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales*. México: Editorial Trillas.
- Martínez Miguélez, M. (2009). Hacia la epistemología de la complejidad y la transdisciplinariedad. *Utopía y praxis latinoamericana, Revista de filosofía iberoamericana y teoría social*. 14 (46), p- 11- 31.
- Martínez Miguélez, M. (2011). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Editorial Trillas.
- Martínez Miguélez, M. (2012). *Nuevos fundamentos en la investigación científica*. México: Editorial Trillas.
- Marrero A., J. (2009). Escenarios, saberes y teorías implícitas del profesorado. En Marrero A, J. E. (ed). *El pensamiento reencontrado* (pp. 8 - 44). España: Octaedro.
- Massot, I., Dorio, I. y Sabariego, M. (2009). Estrategias de recogida y análisis de la información. En R. Bisquerra Alcina (Coord), *Metodología de la investigación educativa*, (pp. 329-366). Madrid: La Muralla.
- Membiola, P. (2011). Los enfoques integrados de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza secundaria. En P. Cañal (coord.). *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar* (pp. 123-141). España: Graó.

- Mc Comas, W. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. En W. F. Mc Comas (Ed). *The nature of science in science education*. Netherlands: kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En Caamaño, A. (coord.). *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas*, (pp. 11-30). España: Graó.
- Moreno, M. (2002). El pensamiento del profesor. Evolución y estado actual de las investigaciones. En G. A Perafán y A. Adúriz-Bravo (Comps.). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales* (pp. 63 -80). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Moreno, T. (25 de octubre de 2019). Niños estudiarán con planes de tres gobiernos. *Periódico El Universal*. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/ninos-estudiaran-con-planes-de-3-gobiernos>.
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* [Versión digital]. Recuperado en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001177/117740so.pdf>
- Morin, E. (2002). *La complejidad del pensamiento complejo*. España: Gedisa.
- Morin, E., Roger, E. y Motta, R. (2003). *Educación en la era planetaria*. España: Gedisa.
- Morin, E. (2016). *La mente bien ordenada. Los desafíos del pensamiento del nuevo milenio*. España: Editorial Planeta, Seix Barral.
- Oliva Martínez, J. M. y Acevedo Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 241-250. Recuperado de:

file:///C:/Users/osval/Desktop/TESIS_25AGO18/Artículos_Más/Oliva_Acevedo_2005.pdf.

Olivé, L. (2006). ¿Qué hacer en la ciencia y con la ciencia en México? *Civestav* (núm. enero-marzo 2006), pp. 21-28.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2005a). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Chile: Editor.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2005b). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Francia: Editor.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2015a). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030. Resumen ejecutivo*. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2015b). *Replantear la educación. ¿Hacia un bien común mundial?* Francia: Editor.

Ortega y Gasset, J. (1964). Ideas y creencias. *En Obras completas*. 6ª ed. Tomo V. Madrid: Revista de Occidente, pp. 377-409.

Pajares, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), pp. 307-332.

Parada Silva, J. A. (2014). Desafíos a la educación actual en tiempos de incertidumbre. En *Revista de investigaciones*, 133 (1), pp. 9-22. UNAD Bogotá – Colombia.

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

- Pecharromán, I. y Pozo J. I. (2006). ¿Qué es el conocimiento y cómo se adquiere? Epistemologías intuitivas en profesores y alumnos de secundaria. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz (Coor.). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 243-264). Barcelona: Grao.
- Pedrinaci, E. (2011). ¿Qué ciencia enseñar? Entre el currículo y la programación del aula. En P. Cañal (Coord.). *Didáctica de la biología y la geología*. (pp. 49-70). España: Graó.
- Pedrinaci, E. (2012). La noción de competencia científica proporciona criterios para seleccionar, enseñar evaluar los conocimientos básicos. En E. Pedrinaci (Coord.). *El desarrollo de la competencia científica*, pp. 39-57. España: Graó.
- Perafán E., G. A. (2002). La investigación acerca de los procesos de pensamiento de los docentes: orígenes y desarrollo. En G. A. Perafán E. y A. Adúriz-Bravo, (Comps.). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*, pp. 15-32. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perales P., R. C.; Sañudo G., L. E. y García M., M. D. (2009). La enseñanza de la ciencia desde la visión de los docentes. Ponencia en: *X Congreso Nacional de Investigación Educativa*, área 14: práctica educativa en espacios escolares, pp. 1-9.
- Pérez Gómez, A. I. (2006). A favor de la escuela educativa en la sociedad de la información y de la perplejidad. En J. G. Sacristán (comp.). *La reforma necesaria: Entre la política educativa y la práctica escolar* (p- 95–108). Madrid: Ediciones Morata.
- Pérez Ransanz, A. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ponte, J. (1992). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. En J. Ponte (Ed.), *Educação matemática: Temas de investigação* (185-239). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Recuperado en: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte>

- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), pp. 155-171. Recuperado de:
<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v15n2/02124521v15n2p155.pdf>
- Porlán Ariza, R. (1998). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada editora.
- Porlán Ariza, Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. En *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288. Recuperado de:
https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/25540/Conocimiento_profesional_y_epistemologia_de_los_profesores_II.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Porlán Ariza, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Pozo, J. I. (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. En *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3) pp. 245-270.
- Pozo, J. Scheuer, N., Mateos, M., Pérez Echeverría, M., Martín, E. (2006). Las teorías implícitas sobre aprendizaje y enseñanza. En J. Pozo, N. Scheuer, M. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*, pp. 95-132. Barcelona: Graó.
- Pozo, J. I. y Flores, F. (Coord.). (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. España: A. Machado Libros.
- Pozo, J. I. (2013). Adquirir una concepción compleja del conocimiento: Creencias epistemológicas y concepciones de aprendizaje. En J. I. Pozo y M. del P. Pérez E. (Coords.). *Psicología del aprendizaje universitario: La formación de competencias*, pp. 70-85. México: Morata.

- Pozo, J. I. y Gómez C., M. A. (2013). *Aprender y enseñar ciencias*. (7° ed). Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. y Monerero, C. (2013). Introducción: La nueva cultura del aprendizaje universitario o por qué cambiar nuestras formas de enseñar y aprender. En J. I. Pozo y M. del P. Pérez E. (Coord.). *Psicología del aprendizaje: La formación de competencias*, pp. 9-28. Madrid: Morata.
- Ravanal M., L. E. (2009). *Racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de biología en activo sobre la enseñanza y aprendizaje del metabolismo. Aportes para el debate de una nueva clase de ciencias* (Tesis Doctoral: Universidad Academia Humanismo Cristiano, Santiago de Chile). Recuperado en:
<http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/686/Tesis%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ravanal M., E. y Quintanilla Gatica, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. En *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 111-124.
- Reyes C., F. y Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de “Reacción Química” en profesores universitarios mexicanos. En *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), pp. 1175-1205.
- Reyes R., J. D. y Martínez, C. A. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. En *Revista TED Tecné, Episteme y Didaxis*, núm. 33, pp. 37-70. ISSN 0121- 3814.
- Rivero, A.; Solís, E.; Porlán, R.; Azcárate, P. y Martín del Pozo, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. En *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), pp. 29-52.

- Rivero, A. y Wamba, A.M. (2011). Naturaleza de la ciencia y construcción del conocimiento científico. En A. Caamaño (Coord.). *Física y Química. Complementos de formación disciplinar*, (pp.13-34). España: Graó.
- Rodrigo, M. J.; Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodríguez P., D. P. y López y Mota, A. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria. En *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), pp. 1307 – 1335.
- Rodríguez G., E. A. y Meneses V., J. A. (2005). Las concepciones y creencias de profesores de ciencias naturales sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje, mediadas por la formación inicial, la educación continuada y la experiencia profesional. En *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, pp. 29-44. ISSN: 1984-2686. Recuperado de: <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2262/1661>.
- Rodríguez Pineda, D.P. (2007). *Relación entre las concepciones epistemológicas y de aprendizaje, con la práctica docente de los profesores de ciencias, a partir de las ideas previas en el ámbito de la física*. (Tesis Doctoral: Universidad Pedagógica Nacional, México). Recuperado de: <http://200.23.113.51/pdf/24355.pdf>
- Rodríguez Pineda, D. P. y López y Mota, A. (2009). El objeto del aprendizaje y el de la evaluación para los profesores de ciencias naturales: teoría versus práctica. *Ponencia en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa*, área 5: educación y conocimientos disciplinares.

- Salazar Díaz, C. A. (2015). Conocimiento pedagógico del contenido de investigación formativa en una Licenciatura en Ciencias Sociales. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), pp. 295-319.
- Sandoval Casilimas, C. A. (2002). *Investigación cualitativa*. Colombia: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Recuperado de:
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm9jdWFsaXRhdGl2YXVuaWNvcnR8Z3g6MWZIYTk4MWNjOGU4ODUwNw>
- Schön, D.A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. España: Paidós.
- Secretaría de Educación de Nuevo León. (2016). *Calendarización estratégica para el ciclo escolar 2016 -2017*. Monterrey: Autor.
- Secretaría de Educación de Nuevo León. (2017). *Convocatoria a cursos de actualización de la Dirección de Centros de Capacitación del Magisterio*. Monterrey: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2000). *Plan de Estudios. Licenciatura en Educación Secundaria*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2006). *Reforma de la educación secundaria. Fundamentación curricular. Ciencias*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2011a). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2011b). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2011c). *Programa de estudio. Ciencias*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2012a). *Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo 1*. México: Autor.

- Secretaría de Educación Pública. (2012b). *Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo 4*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2015). *Perfiles, parámetros e indicadores para docentes y técnicos docentes. Evaluación del desempeño docente*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas para la educación básica*. México: Autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2019). *Hacia una Nueva Escuela Mexicana. Taller de capacitación. Educación Básica. Ciclo escolar 2019-2020*. México: Autor.
- Shulman, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. Una perspectiva contemporánea. En M. C. Wittrocck. *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*, pp. 4-53. Madrid: Paidós.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. En *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 2(9), pp. 1-30. Recuperado de: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>.
- Sigel, I. (1985). A conceptual analysis of beliefs. En I. E. Sigel (Ed.) *Parental belief systems: The psychological consequences for children*, pp. 345-371. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Solís R., E. (2005). *Concepciones curriculares del profesorado de física y química en formación inicial*. (Tesis Doctoral: Universidad de Sevilla). Recuperado de: [file:///C:/Users/osval/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8b bwe/TempState/Downloads/K_D-CIE_D-1703%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/osval/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8b bwe/TempState/Downloads/K_D-CIE_D-1703%20(1).pdf).
- Solís R., E.; Porlán A., R.; Rivero G., A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. En *Revista española de pedagogía*, año LXX (253), pp. 495-514.

- Soonhye, P. y Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. En *Res Sci Educ*, núm 38, pp. 261 – 284. DOI 10.1007/s11165-007-9049-6.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente ¿Qué conocimiento distinguen a los buenos maestros de química? En *Educación Química*, 15(1), pp. 60-66.
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Barcelona: Paidós.
- Tépach M., R. (2015). *El Presupuesto Público Federal para la Función, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2014-2015*. Recuperado de:
<http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-SS-21-15.pdf>.
- Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. En: Grouws, D. (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 127 – 146., New York: Macmillan.
- Toffler, A. y Toffler, H. (2006). *La revolución de la riqueza*. México: Debate.
- Torrado F., M. (2009). Estudios de encuesta. En Bisquerra Alcina, R. (Coordinador). *Metodología de la investigación cualitativa*, pp. 231–257. Madrid: Editorial La Muralla.
 Recuperado de: file:///C:/Users/osval/Desktop/Nueva%20carpeta-8oct18/Libro_Metodología_Bisquerra.pdf.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.
- Universidad Autónoma de Nuevo León. *Plan de Desarrollo Institucional UANL 2012-2020*
 Aprobado por el H. Consejo Universitario el 29 de Marzo de 2012. Recuperado de:
<http://universidad.uanl.mx/universidad>.
- Universidad Nacional Autónoma de México. *Agenda estadística, 2017*, UNAM. Recuperado de: <http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/>.

- Valbuena U., E. O. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis Doctoral: Universidad Compluense de Madrid. Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/7731/1/T30032.pdf>.
- Vasiliachis de Gialdino, Irene (coord.). (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Vattimo, G. et al. (1990). *En torno a la posmodernidad*. Barcelona: Anthropos.
- Vázquez Alonso, Á.; Acevedo Díaz, J. A. y Manassero Mas, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(1), (pp. 1 –37). Recuperado de: <file:///C:/Users/osval/Downloads/702Vazquez.PDF>.
- Vázquez Alonso, Á.; Acevedo Díaz, J. A.; Manassero Mas, M. A. y Acevedo Romero, P. (2001). *Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia*. Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm>.
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2008). Concepciones de profesores en formación inicial sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología. En *Revista Tecnología y Cultura*, Año 10(13), pp. 18-28. Río de Janeiro. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/285313552_Concepciones_de_profesores_en_ _formacion_inicial_sobre_la_naturaleza_de_la_ciencia_y_la_tecnologia.
- Vázquez Alonso, A. y Manassero M., M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. En *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), pp. 630-648. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/view/208>

- Verdugo Perona, J.J., Solaz Portolés, J.J. y Sanjosé López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias. Estado de la cuestión. En *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), p. 586-611.
- Vergara D., C. y Cofré M., H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? En *Estudios Pedagógicos*, XL(Número Especial 1), pp. 323-338.
- Vildósola T., X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria* (Tesis Doctoral: Universidad de Barcelona). Recuperado de:
http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41440/1/XVT_TESIS.pdf.
- Villoro, L. (1989). *Creer, saber y conocer*. (2ed). México: Fondo de Cultura Económica.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2014). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. México: Graó/Colofón.
- Ziman, J. (1993). *¿Qué es la ciencia?* Madrid: Cambridge University Press.

ANEXO

ANEXO 1.1

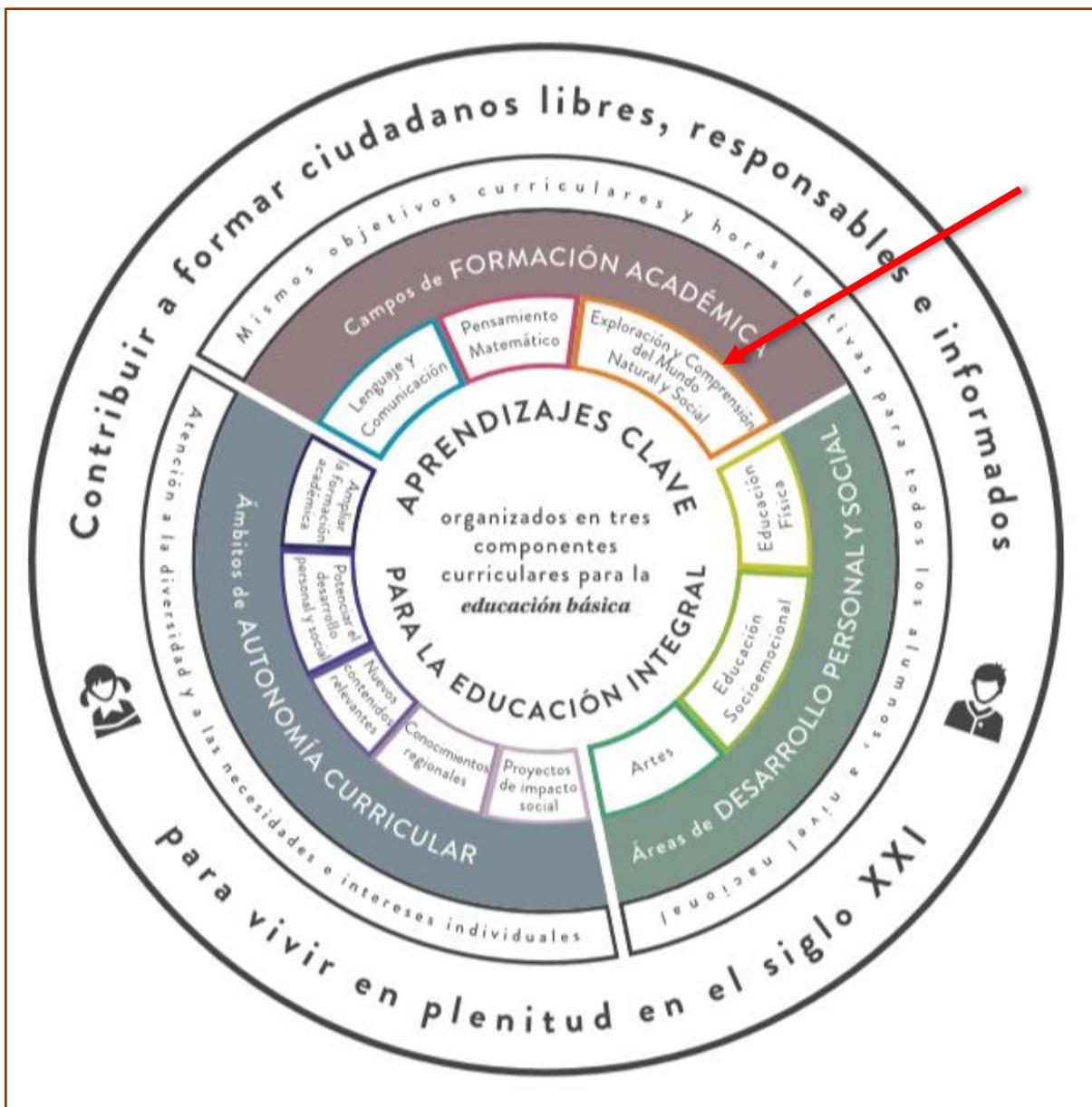
Mapas curriculares

A) Mapa curricular de la Educación Básica 2011

MAPA CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN BÁSICA												
ESTÁNDARES CURRICULARES ¹	1 ^{er} PERIODO ESCOLAR			2 ^o PERIODO ESCOLAR			3 ^{er} PERIODO ESCOLAR			4 ^o PERIODO ESCOLAR		
CAMPOS DE FORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA	Preescolar			Primaria						Secundaria		
	1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o	6 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o
LENQUAJE Y COMUNICACIÓN	Lenguaje y comunicación			Español						Español I, II y III		
			Segunda Lengua: Inglés ²	Segunda Lengua: Inglés ²						Segunda Lengua: Inglés I, II y III ²		
PENSAMIENTO MATEMÁTICO	Pensamiento matemático			Matemáticas						Matemáticas I, II y III		
	Exploración y conocimiento del mundo			Exploración de la Naturaleza y la Sociedad			Ciencias Naturales ²			Ciencias I (énfasis en Biología)	Ciencias II (énfasis en Física)	Ciencias II (énfasis en Química)
EXPLORACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL Y SOCIAL	Desarrollo físico y salud			Exploración de la Naturaleza y la Sociedad			La Entidad donde Vivo			Tecnología I, II y III		
							Geografía ³			Geografía de México y del Mundo	Historia I y II	
DESARROLLO PERSONAL Y PARA LA CONVIVENCIA	Desarrollo personal y social			Formación Cívica y Ética ⁴						Formación Cívica y Ética I y II		
										Tutoría		
	Expresión y apreciación artísticas			Educación Física ⁴						Educación Física I, II y III		
			Educación Artística ⁴						Artes I, II y III (Música, Danza, Teatro o Artes Visuales)			

1 Estándares Curriculares de: Español, Matemáticas, Ciencias, Inglés y Habilidades Digitales.
 2 Para los alumnos hablantes de lengua indígena el Español y el Inglés son consideradas como segundas lenguas a la materna. Inglés está en proceso de gestión.
 3 Favorecen aprendizajes de Tecnología.
 4 Establecen vínculos formativos con Ciencias Naturales, Geografía e Historia.

(SEP, 2011b, p. 41).



(SEP, 2017, p. 109).

ANEXO 2.1

Revisión de investigaciones (Elaboración propia).

A) Modalidad de trabajo, participantes y marcos teóricos

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
1	Gallegos C., L. y Flores C., F. (2003)	Libro	Investigadores de diversas instituciones	Revisión de investigaciones
2	Flores, F.; López, A.; Gallegos, L.; y Barojas, J. (2000).	Reporte de investigación	Profesores de bachilleres	Epistemología y aprendizaje: conceptual y práctico.
3	Flores, F.; Gallegos, L. y López, Á. (2001).		Profesores de bachilleres	
4	López, A.; Flores, F. y Gallegos, L. (2000).		Profesores de bachilleres	
5	Alvarado, M. E. (1998). Alvarado, M. E. y Flores, F. (2001).	Tesis Artículo de revista (Perfiles Educativos).	Investigadores y profesores en ciencias de la UNAM	Concepciones de ciencia: Piaget, Bachelard, Koyré, Holton, Kuhn. Didáctica de las ciencias: Matinad, Hodson, Giordan, Catalán, Cañal, Novak.
6	Carvajal C., E. y Gómez V., M. R. (2002).	Artículo en la Revista Mexicana de Investigación Educativa (RMIE)	Profesores de secundaria y bachillerato	Las concepciones como constructo difuso, como filtro para interpretar la información: Pajares, Tobin y Mc Robbie.
7	Acevedo Díaz, J. A. y Acevedo Romero, P. (2002).	Artículo en la Revista Iberoamericana de Educación (OEI).	Universitarios titulados en física, química e ingeniería con escasa experiencia en la docencia	Alfabetización científica Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia: Lederman, Meichtry, Gordon, Porlán, Martín del Pozo, Abd-El-Khalic, Koulaidis y Ogborn.
8	López y Mota, Á.; Rodríguez Pineda, D. P. y Bonilla P., M. X. (2004).	Artículo en la RMIE	Docentes de secundaria de las materias de física, química y biología.	Actualización docente: Serna y Valdez, Sánchez, Martínez. Concepciones epistemológicas: Porlán, Flores, Dillon, Abell y Roth.

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
9	Ravanal M., E. y Quintanilla Gatica, M. (2010).	Reporte de investigación en Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Profesores de biología en secundaria	Pensamiento del profesor: Perafán, Adúriz-Bravo, Porlán, Martín del Pozo. Naturaleza de la ciencia: Porlán, Martín del Pozo.
10	Rodríguez P., D. P. y López y Mota, A. (2006).	Artículo en la RMIE	Profesores de secundaria	Concepciones epistemológicas y de aprendizaje: Abimbola, Mc Comas, Flores, Hodson, Novak.
11	Flores Camacho, F.; Gallegos Cázares, L. y Reyes Cárdenas, F. (2007).	Resultados de investigación en Perfiles Educativos	Profesores de química en secundaria	Concepciones de ciencia: Brickhouse, Lederman, Campanario, Matthews. Naturaleza de la ciencia: Barnett y Hodson, Porlán, Tsai, Bonilla, Alvarado.
12	Rodríguez Pineda, D.P. (2007).	Tesis: Universidad Pedagógica Nacional	Profesores de secundaria	Filosofía de la ciencia: Losee Perfil epistemológico: Bachelard Aprendizaje: Ausubel, Guisasola, Solano, Vygotsky, Hernández, Coll, Flanagan. Ideas previas: Duit, Driver, Furió.
13	Bonilla Pedroza, M. X. y Gallegos Cázares, L. (2009).	Ponencia en Congreso	Profesores de secundaria de las asignaturas de física, química y biología.	Concepciones de los docentes: Gallegos, Flores y Valdez, Pozo.
14	Flores Camacho, F.; Gallegos Cázares, L.; García Franco, A.; Vega Murgía, E.; García Rivera, B. (2007).	Artículo en la Revista Iberoamericana de Educación	Profesores de secundaria de las asignaturas de biología, física y química	Concepciones de ciencia: Palmquist y Finley, Pomeroy, McComas, Clough y Almazroa. Reformas educativas: Ball y Cohen, Flores y Barahona, Serna y Valdez, García, Flores y Gallegos.
15	Rodríguez Pineda, D. P. y López y Mota, A. (2009).	Ponencia en Congreso	Docentes de ciencias -biología, física y química- provenientes de secundarias generales y técnicas.	Concepciones de ciencia y aprendizaje: Brickhouse, López, Black, Gitomer y Duschl, Stigler, Lederman.
16	Contreras Palma, S. A. (2010)	Tesis: Universidad Complutense de Madrid.	Profesores de ciencias experimentales en secundaria	Pensamiento y acción del profesor: Shulman Moreno, Mateos, Scheuer y Martín. Creencias: Lederman, Mathews, Flores, Vásquez, Abd-El-Khalick.

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
17	Bennássar Roig, A.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, M. A. y Carmona, A. (coordinadores). (2010).	Resultados de un proyecto de investigación	Profesores de nivel medio superior y estudiantes de bachillerato	Alfabetización científica y tecnológica. Naturaleza de la ciencia: McComas, Clough y Almazroa, Vázquez, Manassero y Talavera, Acevedo.
18	Calixto Flores, R. y García Ruiz, M. (2011).	Artículo de la Revista de Educación y Desarrollo Social	Profesores de biología de educación secundaria	Concepciones alternativas: Osborne y Freyberg, Driver, Dreyfus y Jungwirth, Easley.
19	Flores López, M. L.; López y Mota, A. D. y Martínez Moctezuma, T. (2011)	Ponencia en Congreso	Docentes de ciencias de educación secundaria	Concepciones de los profesores: Flores, López, Gallegos, Ausubel.
20	Blancas Hernández, J. L. y Rodríguez Pineda, D. P. (2011).	Ponencia en Congreso	Profesores de biología de educación secundaria	Cambios en educación: Coll, Mauri y Onrubia. Concepciones docentes: gallegos, López, Rodríguez, Guerra.
21	Fernández Nistal, M. T.; Pérez Ibarra, R. E.; Peña Boone, S. H. y Mercado Ibarra, S. M. (2011).	Artículo de RMIE	Profesores de ciencias de secundaria	Teorías implícitas: Pozo. Concepciones de enseñanza: Tsai, Campanario, Zelaya, Van Driel
22	Guerra Ramos, María, García Horta, José, López Valentín, Dulce, Gómez Galindo, Alma y Balderas Robledo, Rocío (2011). "Science teachers' attitudes and perceptions related to practical work: A self-report questionnaire". En European Science Education Research Association Conference. Francia.	Reporte de investigación	Profesores de ciencias de secundaria	Trabajo de laboratorio: Collins, Brown, Duguit, Miller, Berg.
23	Flores Camacho, F. (2012). Conocimientos, concepciones y formación de los profesores. En Flores-Camacho, Fernando (Coord.). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México, pp. 113-128.	Capítulo de un libro	Profesores de ciencias de secundaria	Práctica docente: Candela, mares. Conocimientos disciplinares: García, Flores, Gallegos, Summers. Naturaleza de la ciencia: Matthews, Abimbola, Flores, Duschl y Hamilton. Conocimientos pedagógicos: Garritz, Cochran, DeRuiter y King

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
	México: Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE).			Formación docente: García, Gallegos, Flores y Valdés.
24	Mansilla S., J. y Beltrán V., J. (2013).	Artículo en Revista Perfiles	Profesores de ciencias de secundaria	CDC: Shulman Didáctica: Medina y Salvador, Zambrano, Goodson. Creencias: Perafán y Adúriz-Bravo
25	Garritz, A. y Trinidad Velasco, R. (2006).	Artículo en la revista Educación Química	Profesores de bachillerato	CDC: Shulman, Geddis, Cochran, DeRuiter y King, Barnett y Hodson.
26	Daza Pérez, E. P. y Moreno Cárdenas, J. A. (2010).	Artículo en Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Profesores de ciencias de educación básica y media	Didáctica de las ciencias: Sánchez y Valcarcel, (Furió, Porlán y Martín, Jiménez y Sanmartí.
27	Bonilla P., M. X. (2009).	Libro: UPN	Profesores de ciencias de secundaria	Concepciones docentes: Porlán, Rivero, Pozo, Pecharromán, Perry, Ortega, Flores, Gallegos, Alvarado.
28	Bonilla Pedroza, M. X. y López y Mota, A. (2005).	Ponencia en Congreso	Profesores de ciencias de la escuela normal	Concepciones epistemológicas y de aprendizaje.
29	Flores L., M.L. (2009).	Tesis de Doctorado: UPN	Docentes de ciencias naturales de educación secundaria	Concepciones docentes: López, Gallegos, Bonilla. Aprendizaje: Ausubel, Vygotsky,
30	Perales P., R. C.; Sañudo G., L. E. y García M., M. D. (2009).	Ponencia en Congreso	Docentes de ciencias de secundaria y otros niveles educativos	Análisis de significados Análisis de discurso
31	Vázquez A., A. y Manassero M., M. A. (2013).	Artículo en la Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Profesor de ciencias que estudia una maestría de formación del profesorado	Naturaleza de la ciencia: Mellado, Tsai, Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, Lederman, Matthews, Mc Comas y Olson, Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar y Duschl,
32	Rodríguez G., E. A. y Meneses V., J. A. (2005).	Artículo en Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	Profesores de diferentes niveles de enseñanza (primaria, media y universitaria),	Formación de profesores: Porlán, Gil, Pessoa, Furió Mas, Bachelard, Claxton, Novak.
33	Vildósola T., X. (2009).	Tesis de Doctorado: Universidad de Barcelona	Profesores de ciencias de educación secundaria	Alfabetización científica Naturaleza de la ciencia Pensamiento del docente: Lederman, Abd-El-Khalick, Druger, Porlán, López.

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
34	Solís R., E. (2005).	Tesis de Doctorado: Universidad de Sevilla	Estudiantes de ciencias en cursos de formación para el profesorado	Formación Profesional: Porlán, Shulman, Perales, Cañal, Rivero.
35	Lorenzo, M. G.; Farré, A. S. y Rossi, A. M. (2018).	Artículo en Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Docentes de ciencias en un curso de formación para el profesorado	Concepciones de los docentes: Mellado, Moreno. CDC: Shulman, Magnusson, Krajcik, Borko.
36	Valbuena U., E. O. (2007).	Tesis doctoral: Universidad Complutense de Madrid	Estudiantes para profesores de biología	Conocimientos y concepciones: Porlán, Rivero, Wamba, Rodrigo, Rodríguez y Marrero CDC: Shulman, Grossman, Barnett y Hodson.
37	Reyes C., F. y Garritz, A. (2006).	Artículo en la RMIE	Profesores universitarios de química	CDC: Shulman, Garritz, Barnett y Hodson, Carlsen, Talanquer, Loughran. Reacciones Químicas: Spencer, Ronald Gillespie, Caamaño.
38	Reyes R., J. D. y Martínez, C. A. (2013).	Artículo en la Tecné, Episteme y Didaxis: TED.	Profesores de física en formación inicial	CDC: Shulman, Grossman, Abell, Gudmundsdottir, Bolívar.
39	Farré, A. y Lorenzo, M. (2009).	Ponencia en Congreso	Profesores universitarios de química	CDC Compuestos Aromáticos
40	Gallego, D. E.; Bustamante, L.; Gallego, L.; Salcedo, L.; Gava, M. y Alfaro, E. (2017).	Artículo en Revista	Profesores de ciencias en formación	Concepciones de los docentes: Zelaya, Campanario, Porlán, Rivero, Martín.
41	Ravanel M., L. E. (2009).	Tesis de doctorado	Profesores de biología en secundaria	Pensamiento docente: Quintanilla. Ciencia escolar: Sanmartí, Izquierdo, Orellana. Formación profesional: Shulman, Bromme.
42	Solís R., E.; Porlán A., R.; Rivero G., A. y Martín del Pozo, R. (2012).	Artículo en Revista	Profesores de ciencias en formación inicial	Concepciones de los docentes: Martín del Pozo, Rivero, Porlán. Modelos didácticos: Fernández, Elortegui, Hewson, Mellado, Contreras.
43	Barona, C., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004).	Artículo en Revista	Profesores de ciencias de secundaria	Naturaleza de la ciencia: Lederman, Carvajal, Gómez, Flores, Tobin, Campbell.

No.	Investigación	Modalidad de trabajo	Participantes	Fundamentos teóricos
44	Martínez, J. F.; Zárate, A.; Salazar, B. P. Palacios, A. (2014).	Artículo en Revista	Profesores universitarios	Teorías de enseñanza: Fuensanta, Pozo, Scheuer, Mateos, Pérez y Del Puy, Putnam y Borko.
45	Lorenzo, M. G.; Ferré, A. S. y Rossi, A. M. A. (2018)	Artículo en Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	Docentes universitarios de ciencias	Enseñanza de las ciencias: Mellado, Moreno. CDC: Shulman, Acevedo, Lederman, Magnusson, Krajcik y Borko
46	Rivero, A.; Solís, E.; Porlán, R.; Azcárate, P. y Martín del Pozo, R. (2017)	Artículo en Revista	Profesores de ciencias en formación	Enseñanza de las ciencias: Couso, Windschitl, Thompson, Braaten, Abell, Appleton y Hanuscin.
47	Garriz, A. (2010).	Conferencia en Congreso Internacional de Investigación en la Didáctica de las Ciencias	Todos los niveles de enseñanza	Cambio, transformación e incertidumbre en la sociedad y en la enseñanza
48	TALIS 2013.	Libro: Resultados de una prueba de aplicación internacional	Docentes y escuelas de educación básica	Marco d referencia: creencias pedagógicas docentes, actitudes globales relacionadas con el trabajo, práctica docente en el aula, actividades profesionales docentes, ambiente en el aula y la escuela.
49	Calixto Flores, R. (2004).	Artículo en Revista Perfiles Educativos	Profesores de biología de secundaria	Enseñanza de la biología: Sanders, Barrass, Soyiba, Dreyfus, García.
50	Escudero N., A. y Farías C., D. (2009).	Artículo en Congreso	Todos los niveles de enseñanza	Retos de la Didáctica de las Ciencias
51	Campos H., R. (2008).	Artículo en Revista	Todos los niveles de enseñanza	Pedagogía, incertidumbre y complejidad
52	Parada Silva, J. A. (2014).	Artículo en Revista	Todos los niveles de enseñanza	Desafíos de la educación

B) Preguntas y propósitos; metodología e instrumentos de información, categorías y hallazgos

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
1	Gallegos C., L. y Flores C., F. (2003)	Ideas de los docentes Comprensión de los temas científicos	Cuantitativas y cualitativas	Cuestionarios, entrevistas y observaciones	Objetivos de enseñanza Conocimiento pedagógico Conocimiento de los contenidos	Los docentes centran la enseñanza en la disciplina.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
					Pensamiento y acción	Las concepciones de los profesores se relacionan con las estrategias de enseñanza
2	Flores, F.; López, A.; Gallegos, L.; y Barojas, J. (2000).	Transformación de las concepciones desde dimensiones epistemológicas y de aprendizaje	Cursos para la enseñanza de la física mediante una Especialidad en Docencia de Física diseñada especialmente	Cuestionarios Observaciones Actividades Trabajos	Epistemológicas: Empirismo Positivismo Lógico Constructivismo Aprendizaje: Conductismo Cognoscitivismo constructivismo	Las concepciones de los profesores son diferenciadas: en lo experimental son más empiristas y conductistas; mientras que en lo conceptual tienden hacia el constructivismo
3	Flores, F.; Gallegos, L. y López, Á. (2001).	¿Qué elementos permiten la transformación de las concepciones? ¿Cómo lograr una mayor transformación o la transformación deseada de las concepciones?	Desarrollo de un curso de actualización con ejes pedagógicos y epistemológicos	Actividades del curso Entrevistas	Modelos intuitivos y teorías de aprendizaje Historia y epistemología de la ciencia Actividades experimentales u computacionales Solución de problemas y evaluación del aprendizaje	La transformación de las concepciones es gradual: del empirismo al positivismo; del conductismo al asociacionismo.
4	López, A.; Flores, F. y Gallegos, L. (2000).	Estudian un programa de formación en la enseñanza de la física que contempla los avances conceptuales de los docentes sobre la ciencia	Curso de física a docentes de bachillerato	Trabajos y actividades desarrolladas en el curso	Proceso de formación docente	Los docentes se apropian del discurso sobre la naturaleza de la ciencia, pero presentan dificultades para trasladarlo a la práctica
5	Alvarado, M. E. (1998). Alvarado, M. E. y Flores, F. (2001).	Identifican las implicaciones de las ideas de los profesores sobre la ciencia en los procesos de enseñanza	Cualitativa	Entrevistas	Características de la ciencia. Concepciones de ciencia. Conocimiento de los programas de enseñanza. Formación docente.	Existe una gran diversidad de ideas, generalmente poco estructuradas, sobre la ciencia
6	Carvajal C., E. y Gómez V., M. R. (2002).	Las concepciones sobre la ciencia y el aprendizaje	Cuantitativa y cualitativa	Cuestionario cerrado de opción múltiple. La muestra inicial es de 6 profesores. Luego, entrevistas a profundidad a siete docentes	Epistémicas y de aprendizaje. De las primeras, destaca el origen, métodos, desarrollo y carácter social de la actividad científica. De las segundas destaca, papel de docente, papel del alumno, estrategias didácticas, evaluación y planeación.	Los docentes no tienen conciencia de sus concepciones Las concepciones son estables o resistentes al cambio. No hay evidencia de relación entre posturas sobre la ciencia y posturas sobre el aprendizaje

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
7	Acevedo Díaz, J. A. y Acevedo Romero, P. (2002).	Las creencias de los profesores universitarios		Aplicación del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia y Sociedad (COCS); cuestionario de papel y lápiz y administración colectiva. Además, se entrevista a 24 profesores titulados de secundaria	Realismo ontológico Idealismo ontológico Absolutismo metodológico Pluralismo metodológico Objetivismo Subjetivismo Contextualismo Independencia del contexto Conocimientos cambiantes Conocimientos estables	Destacan las creencias cercanas al realismo, objetivismo; el estatus superior del método científico, el empirismo, visión acumulativa del conocimiento científico, y el positivismo.
8	López y Mota, Á.; Rodríguez Pineda, D. P. y Bonilla P., M. X. (2004).	Analiza las concepciones de ciencia y aprendizaje y su relación con la práctica de los profesores de ciencias. Además, analiza la posibilidad transformación desde los Cursos Nacionales de Actualización (CNA).	Exploratorio	Cuestionario Entrevistas Observaciones	Dominio conceptual Enfoque pedagógico Aplicación didáctica Evaluación del aprendizaje	Los CNA tiene cierto impacto en el discurso docente en cuanto a conceptos, enfoque pedagógico, aplicación didáctica y evaluación; sin embargo, su impacto es limitado en la práctica docente.
9	Ravanel M., E. y Quintanilla Gatica, M. (2010).	Describe y analiza las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje que tienen los docentes de biología	Cuantitativa	Cuestionario tipo Likert	En la dimensión de la naturaleza de la ciencia considera las siguientes categorías: rol del profesor, enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, evaluación de los aprendizajes científicos, competencias de pensamiento científico, resolución de problemas científicos e historia de la ciencia.	Los docentes presentan una concepción epistemológica conservadora y tradicional
10	Rodríguez P., D. P. y López y Mota, A. (2006).	Analiza la articulación de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente	Cualitativo. Interpretativo Estudio de tres casos.	A partir de una muestra de nueve docentes se aplican diversos cuestionarios para seleccionar tres. Observaciones	Considera cuatro ejes de análisis. a) relación sujeto-objeto/ papel del sujeto; b) correspondencia con la realidad/objeto del aprendizaje; c) método/procesos cognitivos; y d) validación del conocimiento/verificación del aprendizaje.	En cada caso existe en cada docente, una concepción dominante: cuando no están definidas sus concepciones, en lo epistemológico o en el aprendizaje, están definidas la práctica de los docentes.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
11	Flores Camacho, F.; Gallegos Cázares, L. y Reyes Cárdenas, F. (2007).	Determinar las concepciones de los profesores y su posible origen	Cuantitativo y cualitativo	Cuestionarios aplicados a 156 profesores de 10 estados del país. Entrevistas a 20 profesores	Las concepciones epistemológicas: Empirismo Racionalismo Positivismo lógico Relativismo. El origen de las concepciones: concepción de ciencia, fuentes del cambio en sus concepciones, factores de transformación y aspectos docentes,	La mayoría de los docentes se ubica en la corriente del positivismo lógico, las otras corrientes aparecen en menor medida y proporciones similares. Los orígenes de las concepciones están en la divulgación de la ciencia en sus diversas formas; revistas, programas de televisión e incluso películas de ciencia ficción. Esto se correlaciona con los escasos libros y revistas especializadas que han leído en su desarrollo profesional.
12	Rodríguez Pineda, D.P. (2007).	Las concepciones epistemológicas y su coherencia con la práctica docente tomando en consideración las ideas previas de los estudiantes.	Cuantitativo Cualitativa	Aplicación de los Cuestionarios para Evocar las Concepciones Epistemológicas y de Aprendizaje. Curso Taller sobre las ideas previas Entrevistas y Observaciones	Epistemológicas: Positivismo, racionalismo y otras. En cada corriente se consideran categorías como conservación, experimentación. Aprendizaje: Conductismo, cognoscitivismo y constructivismo.	El estudio permite catalogar los perfiles epistemológicos y de aprendizaje de los docentes. En el discurso escolar predomina el racionalismo crítico y el constructivismo; en contraposición, desde la ciencia domina una postura empirista y positivista. Las concepciones docentes son más avanzadas en lo conceptual y menos en la práctica.
13	Bonilla Pedroza, M. X. y Gallegos Cázares, L. (2009).	La relación entre concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y las concepciones de aprendizaje con la práctica docente	Cuantitativo Cualitativo	Cuestionarios, entrevistas y observaciones	Epistemológicas: empírico-inductivo (E), positivismo lógico-matemático (PL), racionalismo(R), racionalismo-crítico (RC) y Contextualismo relativista o constructivismo (C). en el aprendizaje: el asociacionismo (A), el aprendizaje por descubrimiento (D), el aprendizaje significativo (S) y el constructivismo (C).	Existen articulaciones entre las concepciones epistemológicas y de aprendizaje. Existe una relación entre las concepciones epistemológicas, las concepciones de aprendizaje con la práctica del docente. La práctica posiblemente es determinada por las concepciones epistemológicas.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
					tipos de enseñanza: mecanicista, comprensiva y constructivista.	
14	Flores Camacho, F.; Gallegos Cázares, L.; García Franco, A.; Vega Murgía, E.; García Rivera, B. (2007).	Valorar los conceptos fundamentales de biología, física y química en los maestros de secundaria	Cuantitativo cualitativo	Cuestionarios Entrevistas	En el aspecto cuantitativo se considera: Promedios generales obtenidos; promedios por género, nivel de estudios y tipo de escuela; promedio por los estados participantes; promedios por cada uno de los temas analizados y un análisis cualitativo sobre los problemas conceptuales detectados. En lo cualitativo se considera la interpretación de las justificaciones que los profesores expresaban en los cuestionarios y que fueron confirmados y ampliados por las entrevistas.	Los docentes no cuentan con los conocimientos suficientes en esas asignaturas del nivel de secundaria. En ciertos temas científicos sus ideas previas son semejantes a las de los estudiantes.
15	Rodríguez Pineda, D. P. y López y Mota, A. (2009).	Identificar y caracterizar las concepciones de enseñanza y la evaluación de los docentes de secundaria	Estudio cualitativo y el empleo de algunas técnicas cuantitativas.	Cuestionario Videograbación de las clases Guía de observación Entrevistas	La relación entre las concepciones y la práctica docente se estudia a partir de la articulación entre una categoría de aprendizaje (A) con una de las de evaluación (E). Las concepciones de los profesores se analizan desde tres enfoques respecto al aprendizaje: 1) asociacionismo, 2) cognoscitivismo, 3) constructivismo.	En las concepciones de los docentes predomina el asociacionismo y el cognoscitivismo. Las concepciones de evaluación de tipo cognoscitivista no se relacionan completamente con las de aprendizaje que son principalmente asociacionistas. Existe un divorcio entre el divorcio evidente entre el conocimiento pedagógico del profesor y su práctica docente
16	Contreras Palma, S. A. (2010)	Describir y analizar las concepciones curriculares y las actuaciones de los docentes de ciencias. Describir y analizar las unidades didácticas diseñadas por los docentes de ciencias.	Cualitativo y el empleo de técnicas cuantitativas.	Cuestionarios Entrevistas Diseño de unidades didácticas	Contenidos (conocimientos, fuentes y organización). Metodología (planeación, desarrollo recursos). Evaluación (instrumentos, diseño y finalidad).	Los profesores piensan en forma tradicional en relación con los contenidos: éste, se presenta organizado en listados y con un escaso nivel de formulación y organización. También encuentra que: aquello que los profesores creen hacer y

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
		Describir y analizar la practica docente de los profesores de ciencias.				dicen hacer son creencias distintas con lo que planifican hacer.
17	Bennássar Roig, A.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, M. A. y Carmona, A. (coordinadores). (2010).	Valorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia de docentes y estudiantes de Iberoamérica	Cuantitativo	Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (COCTS),	Definiciones de ciencia y tecnología. Sociología de la ciencia y tecnología Epistemología.	Considera que la comprensión de la naturaleza de la ciencia es limitada en profesores y estudiantes; lo cual, dificulta la formación de profesionales
18	Calixto Flores, R. y García Ruiz, M. (2011).	Respiración de las plantas y la membrana celular	Propuestas metodológicas de Treagust (1988), Yip (1998)	Cuestionarios.	Categorías causales: Causal funcional con alternativa inadecuada, Teleonómica con conocimiento parcial Antropomórfica con conocimiento contradictorio	Los docentes presentan concepciones alternativas con conocimientos parciales, inadecuados y contradictorios.
19	Flores López, M. L.; López y Mota, A. D. y Martínez Moctezuma, T. (2011)	Identificar las concepciones de aprendizaje y evaluación docentes de ciencias naturales de educación secundaria. Analizar las correspondencias que se dan entre las concepciones de aprendizaje y evaluación con la práctica docente.	Cualitativo	Cuestionarios Videgrabaciones Guías de observación Entrevistas	Aprendizaje: sujeto, objeto de aprendizaje, desarrollo del proceso y finalidad. Evaluación: objeto, referente y finalidad.	Las concepciones se relacionan con el aprendizaje significativo y/o transformación conceptual; pero el comportamiento observado es de carácter conductista La falta de congruencia entre pensamiento y acción fue justificada recurriendo: al estudiante y la forma de entender la gestión escolar.
20	Blancas Hernández, J. L. y Rodríguez Pineda, D. P. (2011).	Analiza las concepciones de los profesores sobre la ciencia, el aprendizaje y el uso de la tecnología.	Cualitativa Estudio de caso	Cuestionario Observaciones de clase	Tres ejes analíticos: 1) relación sujeto-objeto-papel del sujeto-papel del usuario, 2) método-procesos cognitivos-tareas/actividades y 3) validación del conocimiento-verificación del aprendizaje-proceso comunicativo.	Se encuentra que las concepciones del docente son constructivistas y renovadoras, sin embargo, su práctica está centrada en la transmisión y refuerzo de información.
21	Fernández Nistal, M. T.; Pérez Ibarra, R. E.; Peña Boone, S. H.	Identifican las concepciones sobre la enseñanza de profesores de ciencia de	Cualitativa	Entrevista semiestructurada Observaciones de clase	Las ideas de los docentes se organizan en tres teorías: las concepciones directas, interpretativas y constructivas	En los resultados e tiene que: gran parte de los docentes presenta concepciones interpretativas y directas de la

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
	y Mercado Ibarra, S. M. (2011).	secundaria y la relación de éstas con sus actuaciones en el aula.				enseñanza; además, mostraron incoherencias entre las concepciones que se aprecian en las entrevistas y el comportamiento observado en las clases.
22	Guerra Ramos, María, García Horta, José, López Valentín, Dulce, Gómez Galindo, Alma y Balderas Robledo, Rocío (2011). "Science teachers' attitudes and perceptions related to practical work: A self-report questionnaire". En European Science Education Research Association Conference. Francia.	Indaga las actitudes y percepciones de los profesores ante las actividades experimentales	Cuantitativa	Cuestionario	Cuatro ejes de análisis: Los propósitos cognitivos y afectivos relacionados con las actividades experimentales Las actitudes positivas y las actitudes negativas Las percepciones de involucramiento y control La experiencia subjetiva	Se encuentra que en los docentes existe buena disposición y actitud hacia las actividades de práctica experimental. Pero enfrenta resistencia relacionadas con la falta de confianza de los docentes en la práctica y dificultades en el control del grupo.
23	Flores Camacho, F. (2012). Conocimientos, concepciones y formación de los profesores. En Flores-Camacho, Fernando (Coord.). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México, pp. 113-128. México: Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE).	Indaga sobre los conocimientos, las concepciones y la formación del profesorado	Revisión crítica de las investigaciones realizadas	Revisión de literatura	Práctica docente Conocimientos de los profesores Formación de los docentes	Los profesores presentan ideas frágiles sobre el conocimiento científico y su enseñanza. Se reconoce que la formación de los profesores no es adecuada, presenta un reto complejo y urgente para el sistema educativo.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
24	Mansilla S., J. y Beltrán V., J. (2013).	Analiza la coherencia entre estrategias didácticas y creencias curriculares en las actividades didácticas de los docentes.	Cualitativo, descriptivo y hermenéutico,	Con un diseño de casos múltiples: Entrevistas semiestructuradas Observación etnográfica	Concepto de didáctica Estrategias didácticas Recursos didácticos Estrategias y resultados de aprendizaje	Se encuentra un alto grado de coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los profesores; pero existen ciertas incoherencias, desde las creencias sobre las estrategias didácticas que implementan en clases.
25	Garriz, A. y Trinidad Velasco, R. (2006).	Estudio de las semejanzas y diferencias del CPC en relación con la estructura corpuscular de la materia desarrollado por los profesores de bachillerato de diversas instituciones educativas	Cualitativo	Cuestionario CoRe Entrevistas Observaciones	Ideas sobre la Naturaleza de la materia Su importancia Concepciones de los alumnos Estrategias didácticas evaluación	Se encuentran diferentes formas de abordar el contenido por los docentes de las diferentes instituciones, diferencias que se consideran complementarias. Destacar la importancia de conocer el CDC de los profesores de ciencias
26	Daza Pérez, E. P. y Moreno Cárdenas, J. A. (2010).	Identificar las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales desarrolladas por un grupo de docentes en ejercicio.	Estudio exploratorio y descriptivo	Cuestionario abierto adaptado y basado en las categorías establecidas por Gil y Rico (2003)	Práctica docente. Valoración de algunos aspectos de la enseñanza y del aprendizaje. Concepción y fines de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias.	Las concepciones de los docentes son diversas, con tendencias como: Carencia de un consenso en cuanto a un contenido específico de enseñanza. La concepción sobre enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales, así como la importancia de la misma, en la mayoría de los profesores supera el paradigma transmisión – recepción
27	Bonilla P., M. X. (2009).	Estudio de la articulación de las concepciones de los maestros sobre la ciencia y el aprendizaje en las actividades didácticas	Cuantitativo Cualitativo	Cuestionarios Entrevistas Observaciones	Naturaleza de la ciencia: empirismo, racionalismo y constructivismo Aprendizaje: Asociacionismo, Aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje significativo y constructivismo	Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia influyen en el tipo de enseñanza, por ejemplo: cuando las concepciones de la ciencia se ubican en el racionalismo la enseñanza pretende el aprendizaje significativo y la comprensión de las ideas

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
28	Bonilla Pedroza, M. X. y López y Mota, A. (2005).	Investiga la articulación de las concepciones de evaluación con las concepciones epistemológicas y de aprendizaje.	La investigación es un estudio de caso, de carácter empírico -no experimental.	Se emplean dos cuestionarios (uno sobre la naturaleza de la ciencia y otro sobre aprendizaje) y una entrevista	El sistema de categorías está conformado por: a) Los principales enfoques identificados, con sus diferentes contextos -Descubrimiento, Justificación y Progreso, Organización y Finalidad de la Ciencia. Cada uno con sus respectivas categorías. b) Diversos tipos de aprendizaje con los contextos de Caracterización, Desarrollo y Propósitos del aprendizaje y sus respectivas categorías analíticas y c) Las principales concepciones de evaluación considerando: los rasgos generales, los procedimientos cognitivos en los que se apoya y la finalidad en cada tipo de evaluación.	Se encuentra que existe una articulación en las concepciones epistemológicas y de evaluación de los aprendizajes, esencialmente en el ámbito teórico y práctico.
29	Flores L., M.L. (2009).	Determinar las concepciones de aprendizaje y evaluación de los docentes de secundaria Describir la relación de las concepciones con la práctica docente	Cualitativo	Cuestionario aplicado a docentes de ciencias naturales Observación y videograbación de la práctica docente Entrevistas	Aprendizaje: concepción de aprendizaje, papel del estudiante, papel del objeto de aprendizaje, desarrollo del conocimiento escolar y finalidades del aprendizaje. Evaluación: objeto de evaluación, referente de evaluación, finalidad de la evaluación	Las concepciones de aprendizaje y de evaluación en la práctica docente son especialmente conductistas. Existe correspondencia entre las concepciones teóricas y de la práctica: las primeras aparecen como conductistas y en la práctica también,
30	Perales P., R. C.; Sañudo G., L. E. y García M., M. D. (2009).	Indagar sobre los significados de la práctica del docente entorno a los contenidos de las ciencias naturales y exactas.	Cualitativa Descriptiva	Grupos focales	Se emplean tres grandes categorías que son: ciencia, enseñanza y aprendizaje, a partir de las cuales se realizó la segmentación a partir de (Van Manen, 2003).	Entre los significados encontrados: la imprecisión en el concepto de ciencia y la preocupación por el manejo ético de la misma. La enseñanza considera los intereses, conocimientos previos y la experimentación;

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
						ya que todo lo que se enseña en el aula es ciencia.
31	Vázquez A., A. y Manassero M., M. A. (2013).	La comprensión de la naturaleza de la ciencia como componente fundamental de la alfabetización científica y de los procesos de formación docente	Estudio de caso: un profesor de ciencias naturales que se prepara en la maestría de Formación del Profesorado. Diseño pre-pos-test	Instrumento de intervención didáctica Instrumento de evaluación de la mejora	Controversias científicas, universalidad de la ciencia e investigaciones científicas	Ratifican la eficacia del método reflexivo y explícito para comprender la naturaleza de la ciencia. Lo anterior permite la propuesta de un modelo de desarrollo docente basado en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.
32	Rodríguez G., E. A. y Meneses V., J. A. (2005).	Explicar las relaciones que pueden darse entre creencias y concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje. Indagar sobre la formación inicial, continua y la experiencia profesional	Estudio de caso: tres profesores de los niveles de primaria, secundaria y universidad.	La malla de Kelly Encuesta Likert	Imagen de la ciencia Modelo didáctico personal Teoría subjetiva del aprendizaje	Existe una marcada relación entre las creencias y concepciones de los docentes, considerando su formación inicial, continua y práctica profesional
33	Vildósola T., X. (2009).	Analizar las concepciones y actitudes sobre la ciencia de los docentes y de los estudiantes de secundaria y bachillerato	Método mixto de investigación	Técnicas cuantitativas: cuestionario de actitudes y observación sistemática. Estrategias cualitativas: observación no participante y entrevistas semiestructuradas.	La ciencia de naturaleza tentativa Multiplicidad metodológica La observación y la inferencia Rol de hipótesis, teorías y leyes Relación de ciencia y tecnología	Las actitudes de docentes y estudiantes son simples, ingenuas e incompletas cercanas al inductivismo y al positivismo. La idea de método científico está muy arraigada en docentes y estudiantes, constituye el núcleo central de las actitudes hacia la naturaleza de la ciencia.
34	Solís R., E. (2005).	Analizar las concepciones curriculares de los docentes de secundaria en formación inicial	Cualitativa	Análisis de contenido Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas	Objetivos educativos Formulación de contenidos escolares Concepciones e intereses de los alumnos Estrategias de enseñanza Evaluación	Desde el punto de vista didáctico la mayoría de los docentes se encuentran en modelos tradicionales y academicistas y en algunos casos en transición a modelos de tipo espontaneista, tecnológicos e investigativo.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
35	Lorenzo, M. G.; Farré, A. S. y Rossi, A. M. (2018).	Diseño de un dispositivo sobre la naturaleza de la investigación científica para la formación de los docentes	Cualitativo	Diseño de una secuencia didáctica Cuestionario ReCo	Se consideran tres dimensiones: a) la naturaleza del trabajo científico, b) la enseñanza y el trabajo científico, y c) las estrategias de enseñanza y de evaluación.	Se encuentra que los docentes universitarios sostienen imágenes de la ciencia hipotético-deductivas de carácter provisorio; su enseñanza se apoya en ideas mayormente intuitivas.
36	Valbuena U., E. O. (2007).	Conocer las concepciones de los docentes sobre la biología. Las características y componentes del CDC biológico al terminar un proceso formativo en la universidad	Cualitativo e interpretativo	Cuestionarios Entrevistas Producciones escritas de estudiantes y maestros Observaciones de clase.	*Conocimiento biológico: características, producción finalidades y contenidos. *CDC: componentes, finalidades, enseñanza conocimiento escolar, aprendizaje y evaluación. *Hipótesis de progresión del conocimiento profesional	En los docentes predomina la visión positivista y fiscalista. No se identifican conceptos estructurantes de la Biología. Se encuentra una visión limitada y aditiva de los componentes del CDC.
37	Reyes C., F. y Garriz, A. (2006).	Determinar el CDC de los profesores de química en el tema de "Reacción química".	Cualitativa	Cuestionario "Representaciones del Contenido" Entrevistas y Observaciones de clase. Los participantes son cinco profesores universitarios de amplia experiencia.	Las ideas exploradas en torno a: formación de sustancias, tipos de reacciones, representación de las reacciones, relaciones cuantitativas.	La mayor dificultad en la enseñanza de las reacciones químicas es la comprensión por parte de los estudiantes de la aparición de nuevas sustancias. Es importante documentar el CDC de los docentes en un mayor número de tópicos de la ciencia.
38	Reyes R., J. D. y Martínez, C. A. (2013).	Caracterizar el CDC de un profesor de física	Cualitativo. Estudio de caso. El caso de un profesor de física	Encuesta, entrevista semiestructurada y plan de clase.	<i>Currículum</i> , contenidos, ideas de los estudiantes, aprendizaje de los estudiantes, estrategias de enseñanza, evaluación, propósitos de la enseñanza, organización de las lecciones y contexto	El CDC es polifónico, ya que es un conocimiento en transformación que se genera a partir de las experiencias iniciales como profesor. La preocupación del docente por dar continuidad a la disciplina mediante la acumulación de conocimientos y de estrategias tradicionales de enseñanza.

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
39	Farré, A. y Lorenzo, M. (2009).	Busca determinar el CDC de sobre un tema de química: El benceno y los compuestos aromáticos Analiza el discurso de los profesores para reconstruir el CDC	Teoría fundamentada	Cuestionario Representación del (CoRe)	Conocimientos del docente a partir del CDC definido por Garritz y Trinidad, 2006.	Diferencias en los discursos de los docentes a pesar de encontrarse en contextos semejantes. No encuentran correlación entre la formación docente y la práctica en el aula.
40	Gallego, D. E.; Bustamante, L.; Gallego, L.; Salcedo, L.; Gava, M. y Alfaro, E. (2017).	Estudia las concepciones de ciencia, metodología y enseñanza de profesores en formación	Cuantitativo Dos tipos de muestras	Escala de Likert propuesta por Porlán (1997): Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores.	Concepciones sobre la ciencia Teorías de aprendizaje Metodología de enseñanza	Los docentes consideran que la observación es el primer paso del método científico; piensan que los fenómenos ocurren en la realidad externa de los sujetos; y que las teorías son producto de la experimentación. El aprendizaje se concibe como un proceso de construcción del sujeto.
41	Ravanel M., L. E. (2009).	Comprender las racionalidades epistemológicas y didácticas de los docentes de biología acerca de la enseñanza y el aprendizaje de una noción científica (metabolismo).	Cualitativa, interpretativa. Estudio de caso (Tres docentes)	Cuestionario tipo Likert (53 docentes de ciencias) Entrevistas Grupo de discusión	Naturaleza de la ciencia Enseñanza de la ciencia Historia de la ciencia Aprendizaje de la ciencia Evaluación del aprendizaje Rol del profesor Resolución de problemas	Se encuentra que la enseñanza de la biología es aporoblemática, con tendencia epistemológica absolutista, con un modelo de enseñanza tradicional y de aprendizaje por apropiación o asimilación.
42	Solís R., E.; Porlán A., R.; Rivero G., A. y Martín del Pozo, R. (2012).	Análisis de las concepciones de los docentes de secundaria sobre la metodología de enseñanza de las ciencias.	Análisis de contenido	Informes de las unidades didácticas elaboradas en el curso para obtener el Certificado de Aptitud Pedagógica.	Contenidos declarativos Justificaciones teóricas Diseño de la práctica Reflexión sobre lo acontecido	Los docentes presentan enfoques de enseñanza intermedios entre el enfoque tradicional y enfoque el investigativo de los alumnos. Existen contradicciones entre la teoría y la práctica: aparecen distintos modelos de enseñanza según se trate de declaraciones teóricas, el diseño práctico y la reflexión
43	Barona, C., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004).	Cómo los docentes modifican su concepción de la naturaleza de la ciencia cuando participan en un programa de formación.	Cualitativo	Cuestionarios al inicio y al final de los cursos	Inductivismo Positivismo Relativismo Contextualismo	Alas concepciones de los docentes se desplazan del inductivismo hacia el relativismo después de trabajar

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
		Determinar las dificultades de vincular la naturaleza de la ciencia con los contenidos a enseñar.				el curso; lo cual indica que la información y conocimientos epistemológicos modifican las concepciones incoherentes iniciales.
44	Martínez, J. F.; Zárate, A.; Salazar, B. P. Palacios, A. (2014).	Conocer las teorías sobre la enseñanza que reconocen o desarrollan los docentes en su práctica	Estudio mixto de corte exploratorio con 172 profesores universitarios	Se emplea un cuestionario atribucional y un grupo de reactivos de respuesta libre,	Las teorías: Expresiva-interpretativa Dependiente-productiva- expresiva-interpretativa Productiva-expresiva- interpretativa Expresiva Dependiente-expresiva- interpretativa	Los docentes prefieren las teorías expresiva e interpretativa sobre las teorías dependiente y productiva. Lo anterior muestra un pensamiento más progresista que conservador
45	Lorenzo, M. G.; Ferré, A. S. y Rossi, A. M. A. (2018)	Cómo llevar a la práctica los conocimientos disciplinares y pedagógicos de los docentes en formación.	Investigación-acción	Diseño de una secuencia didáctica Cuestionario ReCo. Grupos de discusión	La naturaleza del trabajo científico; La enseñanza del y sobre el trabajo científico, y sobre las estrategias de enseñanza y de evaluación.	Los docentes aprecian el contenido disciplinario como fines en sí mismos y no como medios para transformar la realidad. Los docentes conocen aspectos de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico, pero no suelen incluirlos en su enseñanza
46	Rivero, A.; Solís, E.; Porlán, R.; Azcárate, P. y Martín del Pozo, R. (2017)	Documentar el cambio detectado en el conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de 92 equipos de futuros maestros que han participado en el curso "Didáctica de las Ciencias Experimentales" del Grado de Maestro de Primaria de la Universidad de Sevilla	Es un estudio cualitativo con un enfoque de tipo descriptivo-interpretativo. en el curso	Análisis de documentos: Elaborar un diseño para enseñar un contenido de ciencias a alumnos de primaria	El estudio considera cuatro categorías: la presentación de los contenidos a los alumnos, la utilización didáctica de sus ideas, la secuencia metodológica seguida y la finalidad de la evaluación	En los resultados se tiene que todos los equipos menos uno se sitúa al inicio en un enfoque transmisivo de la enseñanza. Al final del curso 55 equipos se sitúan en transición hacia la investigación escolar con diferentes grados de progresión y 37 equipos se mantienen en el primer enfoque.
47	Garritz, A. (2010).	Es una reflexión del autor. Plantea que ante los cambios acelerados del mundo actual es importante considerar y analizar los paradigmas de enseñanza de la ciencia: Afectividad; Analogías; Argumentación; Asuntos socio-científicos; Ciencia y tecnología de frontera; Competencias; Conocimiento didáctico del contenido; Globalización; Incertidumbre; Indagación; Modelos y modelaje; Naturaleza de la ciencia; Riesgo; y Tecnologías de la comunicación y la información.				
48	TALIS 2013.	Indagar sobre las opiniones, percepciones y creencias de los	Cuantitativa	Encuesta	Prácticas de enseñanza	Se encuentra que: siete de cada 10 docentes está de acuerdo en

No.	Investigación	Preguntas / Objetivos	Metodología	Instrumentos	Categorías	Hallazgos
		profesores sobre las condiciones en que realizan su trabajo y ambiente de aprendizaje en la escuela.			Métodos de evaluación de los estudiantes Tiempo de trabajo docente Creencias sobre la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje Prácticas y creencias docentes Prácticas profesionales del docente Cima del aula	que los procesos de pensamiento y razonamiento son más importantes que el contenido disciplinario. Las creencias constructivistas de los docentes se relacionan significativamente con el impuso de estrategias didácticas que implican el trabajo con grupos o equipos de alumnos.
49	Calixto Flores, R. (2004).	Identificar las relaciones entre las explicaciones y las concepciones alternativas de los profesores de educación secundaria en la enseñanza de la biología	Cuantitativo Metodología propuesta por Treagust (1998)	Cuestionarios	Explicación antropomórfica Explicación causal Explicación descriptiva.	Se identifican dudas conceptuales derivadas del proceso de formación, las cuales, se multiplican durante el trabajo con los alumnos. En las formas de explicación predominan las concepciones alternativas inadecuadas
50	Escudero N., A. y Farías C., D. (2009).	Son reflexiones sobre la didáctica de las ciencias, los desafíos que enfrenta en la educación y sociedad actuales, y plantea tres escenarios para la enseñanza de las ciencias.				
51	Campos H., R. (2008).	No es una investigación en ciencias. Desarrolla la reflexión sobre la incertidumbre y la complejidad de la sociedad actual. Plantea una pedagogía de la incertidumbre.				
52	Parada Silva, J. A. (2014).	No se trata de una investigación en ciencias. Plantea una reflexión sobre la sociedad del riesgo y la incertidumbre, de los desafíos que enfrenta la educación. En esos desafíos se aprecia un papel importante para la formación o educación en ciencias.				

ANEXO 3.1

Epistemología y contextos del conocimiento científico (Síntesis de diversos autores: Porlán, 1998; Rodríguez, 2007 y otros)

Contexto de Descubrimiento	Contexto de Justificación	Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la ciencia
Se refiere al proceso de producción y desarrollo del conocimiento científico.	La epistemología "intenta reconstruir los procesos de pensamiento como deberían de suceder, si han de ser ordenados en un sistema coherente". En este aspecto se consideran los procedimientos experimentales y formales adecuados y confiables para reconocer el conocimiento científico. La tarea del filósofo es reconstruir lógicamente las explicaciones que ofrecen las leyes y teorías, así como, las relaciones entre las hipótesis y las evidencias.	Consiste en una integración de los contextos anteriores para comprender el desarrollo de la ciencia.
Papel de la observación	Validación	Concepción del conocimiento científico
Papel del experimento	Correspondencia con la realidad	Concepción de la ciencia
Papel del científico	Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)	Finalidad
Origen del conocimiento		Niveles de organización
Relación del sujeto-objeto		Desarrollo de la ciencia
Proceso metodológico para la generación del conocimiento		Criterio de demarcación
		Papel de la comunidad científica
Producción del conocimiento DESCUBRIMIENTO OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO	Validación del conocimiento JUSTIFICACIÓN JUSTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Noción de ciencia IDEA DE CIENCIA

CATEGORÍAS	POSTURAS EPISTEMOLÓGICAS				
	EMPIRISMO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONSTRUCTIVISMO
Contexto de Descubrimiento					
Papel de la observación	Punto de partida del conocimiento	Observación de hechos, organizados y analizados en procesos lógicos -matemáticos.	La observación juega un papel secundario.	La observación tiene una carga teórica.	La observación está determinada por los intereses teóricos del investigador.
Papel del experimento	Comprobar los enunciados observacionales	Verificación. Comprobar que los enunciados se corresponden con los datos experimentales.	Verificar. Comprobar hipótesis que parten de las teorías.	Falsación o verificación.	Varía de acuerdo con marco teórico.
Papel del científico	Imparcial ante las observaciones. Observar, asociar, describir y explicar las experiencias sensibles	Sujeto imparcial. Explica la realidad mediante principios lógicamente vinculados y fundamentados en la experiencia.	El investigador cuenta con elementos a priori para interpretar sus experiencias y elaborar teorías.	Elaborar teorías y verificarlas o falsearlas.	Resuelve problemas a partir de estructuras teóricas.
Origen del conocimiento	El entendimiento es una hoja de papel en blanco	A partir de sensaciones y experiencias y organizada en forma lógico matemática.	La razón fundamenta la experiencia y determina la naturaleza. Principios, conclusiones, causas ...	Empieza con problemas e hipótesis a partir de la observación.	Las teorías se construyen dentro de marcos generales de investigación.
Relación del sujeto-objeto	El objeto influye en el sujeto	Relación pasiva. La observación destinada a la explicación.	El sujeto influye en la interpretación de los hechos. La objetividad del mundo es que ese mundo es común a todos.	El sujeto influye en el conocimiento pues dependen de conceptos, del devenir histórico y de las decisiones tomadas.	Interacción dialéctica entre sujeto y objeto.
Proceso metodológico para la generación del conocimiento	Proceso inductivo. Se complementa con la lógica deductiva para las predicciones.	Método hipotético deductivo. Método científico. Planteamiento del problema, hipótesis teórica o empíricas, operacionalización y verificación.	La ciencia es una larga cadena de deducciones y demostraciones.	Conjeturas y refutaciones. Programas de investigación. Acierto y error.	Los procesos de construcción se desarrollan en diversos marcos teóricos.
Contexto de Justificación					
Validación	Los enunciados observacionales corresponden a la realidad	Sigue al empirismo y al uso sistemático de la lógica matemática.	Por medio de la experimentación, la demostración y la organización racional de las ideas.	Las teorías son verdaderas desde la evidencia observacional o empírica.	Por la resolución de problemas según los criterios de las comunidades científicas.
Correspondencia con la realidad	El mundo es independiente de los sujetos. El conocimiento es objetivo porque es una copia fiel de la realidad.	La realidad es inmutable y está al margen de los sujetos.	El conocimiento depende del sujeto porque interpreta y organiza la realidad.	Las teorías nos acercan a la realidad, pero no son definitivas.	El conocimiento esta histórica y contextualmente determinado.
Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)	La verdad es una correcta definición de la realidad	Existe una verdad absoluta y ahistórica. Las teorías son interpretaciones de la realidad.	Las cosas reales estimulan la facultad cognitiva.	La verdad regula y orienta la investigación.	Existen verdades relativas y contextualizadas.

CATEGORÍAS	POSTURAS EPISTEMOLÓGICAS				
	EMPIRISMO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONSTRUCTIVISMO
Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la ciencia					
Concepción del conocimiento científico	El conocimiento está fuera de la mente de los individuos.	Las leyes y teorías científicas son resúmenes de los hechos para describir y anticipar los fenómenos.	Son juicios iniciales y conceptos de la experiencia. Un concepto inicia como idea vaga que va aclarándose y tomando forma en una teoría.	Es constructivo y universal.	Conjunto de construcciones que dan cuenta de la realidad en relación a un contexto.
Concepción de la ciencia	La ciencia es objetiva, absoluta y ahistórica. Enunciados universales producto de enunciados observacionales particulares	Conjunto de teorías organizadas racionalmente y demostrables empíricamente.	Organización sistemática de proposiciones racionales, predictivas y objetivas.	Conjunto de hipótesis para describir o explicar los hechos.	La ciencia parte de compromisos y presupuestos que comparte la comunidad de investigadores.
Finalidad	Describir y explicar la realidad.	Explicar los fenómenos a partir de teorías consistentes.	Organización sistemática de las interpretaciones	Construir teoría con cierta probabilidad de verdad.	Desarrollar paradigmas, programas teorías, modelos para explicar la realidad.
Niveles de organización	Hechos, E. observacionales, E. generales, Leyes y teorías	Las teorías presentan ciertas estructuras: agrupan leyes experimentales, axiomas, reglas de relación y datos experimentales.	Las leyes son patrones en los que suceden los hechos: parten de axiomas, leyes teóricas y teorías universales.	Se trabaja con teorías, es decir, sistemas deductivos con carácter de totalidad y temporal.	Conceptos, teorías, paradigmas, programas, tradiciones, teorías globales, modelos de desarrollo para enfrentar cambios y compromisos.
Desarrollo de la ciencia	Acumulación continua.	El progreso de la ciencia se da por incorporación. Una teoría puede quedar dentro de otra más amplia.	Continuo y por acumulación.	La ciencia progresa por ensayo y error y mediante la competencia donde sobreviven las teorías más aptas.	Se da por revoluciones o por evolución discontinua.
Criterio de demarcación	Enunciados universales producto de la inducción y validados por la experimentación. Lejos de la Metafísica.	Rechazar la metafísica.	No existe una demarcación entre ciencia y metafísica.	Las teorías son valoradas por criterios de racionalidad y de prueba experimental.	Los establece la comunidad científica.
Papel de la comunidad científica	Describir, explicar y verificar el conocimiento.	Verificar las teorías, aplicarlas y confirmarlas mediante la investigación. Organizar las teorías en un proceso lógico matemático y empírico.	Interpretar y deducir para organizar la realidad.	Interpretar, deducir y validar o falsear los conocimientos.	Análisis, discusión y consenso según criterios establecidos.

ANEXO 3.2

Enfoques y características en la enseñanza de las ciencias (Con los aportes de Pozo, 2006 y otros autores)

Enfoque	Supuestos	Secuencia	Enseñanza	Papel del docente	Papel del alumno
Tradicional	Compatibilidad Realismo interpretativo Aprender ciencia es saber lo que los científicos saben	Lógica de la disciplina. Conjunto de hechos	Transmisión de contenidos verbales. Lleva a una separación de las metas y motivaciones del profesor y de los estudiantes	El profesor provee los conocimientos ya elaborados. La clase se dirige y controla totalmente por el profesor.	Recibe los conocimientos y los reproduce La evaluación del alumno radica en devolver al maestro los conocimientos adquiridos en clase. El alumno como consumidor de conocimientos
Descubrimiento	Compatibilidad Realismo interpretativo Confunde la enseñanza y el aprendizaje con los procesos de la ciencia	Lógica de la disciplina. Método científico fundamental. Los contenidos disciplinarios entendidos como problemas que requieren solución.	Investigación y conocimiento La metodología didáctica es la propia de la investigación científica. Se confunden los procesos de la ciencia con los de aprendizaje y enseñanza.	Dirige la investigación El método científico como elemento articulador, ya que la ciencia se entiende como proceso.	Investiga y sus propias respuestas La mejor manera de aprender algo es descubrirlo o crearlo por uno mismo.
Expositiva	Compatibilidad Constructivismo El <i>currículum</i> de ciencias es la presentación organizada y sistemática de los conocimientos científicos. Que el alumno asuma como propios los significados científicos.	Lógica de la disciplina. Sistema y estructura de conceptos	Enseñanza por exposición La estrategia didáctica es el acercamiento progresivo de las ideas de los alumnos a los conceptos científicos. Es discutible desde el punto de vista del desarrollo conceptual, porque los alumnos cuentan con teorías implícitas sobre la realidad que no corresponden a las teorías científicas	Proporciona conocimientos verbales. Acercamiento progresivo de las ideas de los alumnos a los conceptos científicos	Recibe los conocimientos y los asimila. Se pretende que los alumnos asuman como propios los significados científicos. La evaluación se dirige al conocimiento conceptual.
Conflicto cognitivo	Incompatibilidad Constructivismo. Cambiar las ideas intuitivas de los estudiantes	Conocimientos previos y lógica de la disciplina. El centro del <i>currículum</i> son los núcleos conceptuales de la ciencia. Se critica la idea de cambio como sustitución sin considerar la complejidad de los estudiantes y situación en donde se deben considerar elementos motivacionales, afectivos, sociales, procedimentales y actitudinales	Activación y cambio de conocimientos previos. Se critica la idea de cambio como sustitución sin considerar la complejidad de los estudiantes y situación en donde se deben considerar elementos motivacionales, afectivos, sociales, procedimentales y actitudinales	Plantea los conflictos y guía su solución	Activa sus conocimientos y construye otros nuevos. Partir de las concepciones alternativas de los estudiantes para confrontarlas con situaciones conflictivas y lograr el cambio conceptual. En la evaluación se considera que el alumno aprendió ciencia cuando aplique las teorías científicas a otros contextos o situaciones.

Enfoque	Supuestos	Secuencia	Enseñanza	Papel del docente	Papel del alumno
Investigación	Incompatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como solución de problemas Se concibe la ciencia como un proceso de construcción social.	Enseñanza mediante resolución guiada de problemas Basar todo en la investigación supone olvidar la especificidad de los escenarios educativos.	Plantea los problemas y dirige su solución	Construye sus conocimientos mediante la investigación
Modelos	Independencia e integración jerárquica Constructivismo	Contenidos disciplinarios como medio para lograr los conceptos y los modelos. Los contenidos se organizan en torno a modelos, que representan el conocimiento existente en un dominio dado, por ejemplo, interacción, conservación.	Enseñanza mediante explicación y contrastación de modelos. El enfoque está más centrado en la construcción de modelos conceptuales, que descuidan la parte procedimental y actitudinal.	Proporciona conocimientos, explica y guía la contrastación de modelos El profesor apoya a sus alumnos en la reconstrucción individual y social del conocimiento científico. El profesor expone a sus alumnos diversos modelos explicativos de la naturaleza para contrastar, exponer las diferencias e integrarlos metacognitivamente	Diferencia e integra los distintos tipos de conocimientos y modelos. Promueve la reflexión, el metacognoscimiento y el contraste de modelos.
<i>Inquiry</i>	Desarrollo de la competencia científica. Aprender ciencias es más que comprender y usar conceptos y modelos científicos. Participar en prácticas científicas apropiándose de ellas: por ejemplo, implicando al alumnado en argumentar, construir modelos y comunicar	Unidades didácticas que promueven el protagonismo y autonomía del alumnado	Actividades de aprendizaje auténticas (contextos reales) y basadas en problemas, que pueden tener más de una respuesta	El docente: Crea interés Genera curiosidad Plantea preguntas Estima respuestas, revelando las ideas del alumnado	Participación del alumnado en prácticas científicas: modelos, proyectos, laboratorio, argumentar y hablar o escribir sobre ciencias

ANEXO 4.1

Cronograma de Investigación (Elaboración propia).

Las etapas generales del proyecto de investigación están delimitadas en este cronograma, desde la preparación del anteproyecto hasta la presentación del informe final.

Actividades de investigación	2013	2014	2015	2016	2017	2018 y 2019
Diseño y revisión del Anteproyecto de Investigación	✓					
Conformación del proyecto de investigación	✓	✓				
Preparación teórico-metodológica	✓	✓	✓	✓	✓	
Trabajo de campo			✓	✓	✓	
Organización y análisis de la información			✓	✓	✓	
Discusión de los resultados			✓	✓	✓	
Redacción de informe de investigación		✓	✓	✓	✓	✓
Presentación del informe						✓

ANEXO 4.2

Características de las escuelas de los profesores participantes (Elaboración propia).

De las escuelas participantes	Secundaria A	Secundaria B	Secundaria C	Secundaria D	Secundaria E	Secundaria F	Secundaria G
Rasgos distintivos	Secundaria General Estatal	Secundaria General Transferida	Secundaria Técnica	Secundaria General Estatal	Secundaria General Estatal	Secundaria General Estatal	Secundaria General Transferida
Docentes participantes	7	6	5	5	5	3	3
Características generales	Cambios de personal, contratos, conflictos internos	Escuela con reconocimiento social, con más de 1000 alumnos	Escuela con reconocimiento social. Organización y estructura completa	Situada en medios económico y social con ciertas dificultades	Situada en medios económico y social con ciertas dificultades	Escuela con reconocimiento social	Con reconocimiento y numerosos alumnos

ANEXO 4.3

Información general de los docentes participantes (Elaboración propia).

ANEXO 4.1

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
INVESTIGACIÓN
LA CIENCIA Y LOS DOCENTES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Información general

Profesoras y profesores que imparten las asignaturas de Ciencias I, Ciencias II y Ciencias III:

Este grupo de discusión es un instrumento que tiene el propósito de conocer las opiniones sobre la ciencia y la enseñanza de los docentes de educación secundaria. Se realiza en el marco de los proyectos de investigación que configuran el Programa de Doctorado de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

Apreciada profesora y apreciado profesor, su colaboración y confianza en las respuestas es de gran importancia para el estudio y la elaboración de propuestas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, así como para los procesos de formación y actualización de los docentes de educación secundaria.

- Datos generales**

a). - Escriba su nombre o correo electrónico¹: _____

b). - Nombre de la escuela: _____

c). - Modalidad (Marcar con X):

Estatal Transferida Técnica Particular

d). - Años de servicio del docente: _____ Años en secundaria: _____

e). - Asignaturas que imparte: _____

f). - Otras actividades que realiza en la escuela: _____

g). - Total de horas asignadas en la escuela: _____

h). - Horas asignadas a: Ciencias I ____ Ciencias II ____ Ciencias III ____ Otras actividades ____

- Formación profesional.** Completar el cuadro:

Estudios Iniciales/Licenciaturas:	Estudios		Especialidad y/o Carrera	Año de egreso	Titulado	
	sí	No			sí	No
Normal Básica						
Normal Superior						
UPN						
Ciencias de la Educación						
Universidad						
Otros						
Posgrados:						
Especialización						
Maestría						
Doctorado						

¹ Solicito su nombre o correo electrónico con el propósito de compartir, una vez que se concluya, los resultados de este investigación.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
INVESTIGACIÓN
LA CIENCIA Y LOS DOCENTES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

- Formación continua.** Contestar lo siguiente:

i). - ¿Ha tomado usted cursos de actualización, en los últimos tres años, con referencia a los programas de las asignaturas de Ciencias I, Ciencias II o Ciencias III que imparte en la escuela secundaria? (Marcar con X):

Sí No

j). - Si su respuesta es afirmativa, escriba los temas relevantes de estos cursos:

k). - Si su respuesta es negativa, explique ¿por qué?

l). - Su asistencia a estos cursos fue (Marcar con X):

Voluntaria Obligatoria

¿Por qué?

m). - ¿Otras actividades de estudio o preparación profesional que ha realizado?

n). - ¿Qué aspectos, considera usted, se deben fortalecer en su formación profesional para atender sus clases de ciencias?

Gracias Osvaldo Lazano Cantú²

² Estudiante del Doctorado en la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: osvvaldo.lazano@upn.edu.mx

ANEXO 4.4

Guion para el desarrollo de los grupos focales (Elaboración propia).

Propósito: Conocer las concepciones sobre la ciencia y la enseñanza de los docentes de educación secundaria.

Pregunta central	Preguntas relacionadas para dar sentido a las respuestas desde tres aspectos fundamentales
<p>¿Qué hacen ustedes en las clases de ciencias para lograr los aprendizajes de sus alumnos?</p>	<p>PROPUESTA DE ENSEÑANZA</p> <p>➤ <i>Para responder a esta pregunta podemos pensar en los contenidos recientes del Bloque III. Por ejemplo: La respiración (en primer grado), el modelo cinético de partículas (en segundo grado) y las reacciones químicas (en tercer grado).</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué estrategias didácticas emplean? ¿Qué actividades realizan sus alumnos? ¿Cómo organizan las actividades del aula y del laboratorio? 2. ¿Qué características y necesidades de sus alumnos toman en cuenta? ¿Cómo? 3. ¿Cómo preparan o planean sus clases? ¿Cuáles son los propósitos de la enseñanza de las ciencias? 4. ¿Qué elementos consideran en su planeación (propósitos, estándares, competencias, aprendizajes esperados, materiales)? 5. ¿Cómo evalúan los aprendizajes de los estudiantes? 6. ¿Cómo se dan cuenta de que sus alumnos han logrado los aprendizajes? 7. ¿Qué es el aprendizaje para ustedes?
	<p>CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué dificultades se presentan en la enseñanza de las ciencias? ¿Qué ocurre? ¿Qué incertidumbre enfrentan en la enseñanza de la ciencia? 2. ¿Se cumple con lo planeado en el Bloque / Bimestre o para cada sesión de clase? ¿Qué falta realizar? ¿Qué obstaculiza el avance? 3. ¿Qué piensan del programa de la asignatura? ¿Es claro? ¿Es muy amplio? ¿Qué problemáticas presenta? ¿Qué aspectos positivos se pueden considerar? 4. ¿Las reuniones con sus colegas (Consejo Técnico, Academias, Asesores Técnicos), apoyan su trabajo en el aula? ¿Cómo? ¿Qué hacen? ¿De qué forma? 5. ¿Los proyectos y las actividades que organiza la escuela apoyan o se relacionan con la enseñanza de las ciencias? ¿Cómo participan ustedes? 6. ¿Son suficientes las seis sesiones de clase a la semana para su asignatura? ¿Sus horarios de clase, el número de alumnos y el número de grupos que atiende representa una dificultad para lograr los aprendizajes? 7. ¿El laboratorio, las computadoras, proyectores, libros, materiales y otros apoyos de la escuela son suficientes para sus clases de ciencias? 8. ¿Consideran que su formación profesional (inicial y continua) es adecuada para atender su asignatura? ¿Cuáles son los conocimientos y experiencias más importantes para la enseñanza? ¿Qué hace falta? ¿Cómo se puede mejorar? ¿Se encuentran satisfechos de su ejercicio profesional?
	<p>LA CIENCIA DEL PROFESOR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Por qué es importante la ciencia en la educación secundaria? 2. ¿Qué es la ciencia para ustedes? 3. ¿Cuál es el propósito de la ciencia? 4. ¿Por qué son valiosos los conocimientos de la ciencia? ¿Por qué los conocimientos científicos se consideran verdaderos? ¿Los conocimientos científicos representan la realidad? ¿A qué certidumbre y a qué incertidumbre nos enfrenta la ciencia? 5. ¿Existe un método propio de la ciencia? ¿Cuál es el papel de la observación y de la experimentación en la ciencia? ¿Cómo trabajan los científicos? 6. ¿Cómo avanza la ciencia? ¿Cuál es el papel de las hipótesis, leyes y teorías? 7. ¿Qué aporta la ciencia a la sociedad? ¿Cómo se relacionan la ciencia y la tecnología? 8. ¿Qué aspectos de la ciencia destacan en sus clases?

ANEXO 4.5

Cuestionario. Representación del Contenido (ReCo) (Versión del Autor con apoyo en Talanquer, 2004; Garritz y Trinidad-Velazco, 2006).

Representaciones de los contenidos temáticos de ciencias

Asignatura: Ciencias: _____

Contesta las siguientes preguntas a partir del tema o contenido que desarrolla en este momento:

Propósito: Conocer los puntos de vista de los docentes sobre el desarrollo de un tema o contenido de ciencias	
1. Para usted, ¿cuál es la idea, tema, concepto o contenido central (más importante) en relación a “ <u>las características de los materiales</u> ”?	
2. ¿Qué intenta que aprendan los estudiantes?	
3. ¿Por qué es importante que los alumnos lo aprendan?	
4. ¿Qué más sabe usted de esta idea, concepto o contenido? *	
5. ¿Qué aspectos del entorno cotidiano son importantes para enseñar esta idea, concepto o contenido?	
6. ¿Qué dificultades o limitaciones existen para <u>enseñar</u> y <u>aprender</u> esta idea, concepto o contenido?	
7. ¿Qué conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos influyen en la enseñanza de esta idea, concepto o contenido?	
8. ¿Qué procedimientos (metáforas, videos, demostraciones, prácticas, estrategias) emplea usted para que los alumnos se comprometan con esta idea, concepto o contenido?	
9. ¿Cómo evalúa el aprendizaje de esta idea, concepto o contenido?	

**¿Puede organizar en un mapa conceptual las ideas más importantes sobre este tema o contenido seleccionado?*

AL REVERSO DE ESTA HOJA.

Escuela: _____

Docente o correo electrónico: _____

ANEXO 4.6

Guion de entrevista semiestructurada (Elaboración propia).

Preguntas básicas	Sentido
Presentación	A manera de inicio. Comunicar el propósito de la entrevista y plantear preguntas como: ¿Qué asignatura impartes? ¿Cuánto tiempo tienes de impartir esa asignatura?
1. ¿Qué es para ti la ciencia?	¿Qué hace diferente a la ciencia de otras disciplinas? ¿Cuál es el propósito de la ciencia?
2. ¿Cómo trabajan los científicos o cómo generan el conocimiento?	¿Existe algún método propio de la ciencia? ¿Cuál? ¿Por qué?
3. ¿Crees que existe una relación entre el investigador y el fenómeno que estudia?	¿Qué representan las hipótesis, las leyes y las teorías científicas?
4. ¿Crees que la ciencia evoluciona?	¿Cómo avanza o se desarrolla la ciencia? ¿Por qué? ¿De qué depende? ¿Debemos tener presente la Historia de la Ciencia? ¿Por qué?
5. ¿Qué considera usted que aporta la ciencia a la sociedad?	¿Existe otra relación entre la ciencia y la sociedad?
6. ¿Qué elementos importantes de la ciencia se encuentran en el programa de la asignatura que impartes?	¿Cómo aparecen? ¿En qué apartados del programa se encuentran? ¿Por qué la ciencia debe formar parte del plan de estudios?
7. ¿Qué aspectos de la ciencia enfatizas en la enseñanza de la asignatura que impartes?	¿Por qué es importante enseñar esos aspectos? ¿Cómo los plantea el programa de la asignatura?
8.- ¿Cómo preparaste la clase que observé?	¿Cómo se presenta en la planeación del bimestre? ¿Qué materiales se utilizan para preparar la clase? ¿Realizaste consultas?
9. ¿Qué estrategias y actividades desarrollaste durante la clase?	¿Cómo diseñaste las actividades para la clase? ¿Por qué esas actividades? ¿Cuál es la importancia de la actividad experimental para la enseñanza de la ciencia?
10. ¿Cómo evaluaste la actividad realizada?	¿Qué aprendió el alumno en la clase? ¿Qué otras formas de evaluación consideraste para la clase? ¿Qué se evalúa en los exámenes bimestrales?
11. ¿Qué aspectos de la ciencia se destacan en este tema y en las actividades realizadas?	¿Se destaca el conocimiento científico y su impacto social? ¿Se destaca el conocimiento científico y aspectos de la historia de la ciencia?
12. ¿Qué avances y obstáculos consideras que se presentan para el desarrollo de este tema o de la asignatura en general?	¿Qué avances consideras? ¿Por qué? ¿Qué obstáculos encuentras? ¿Por qué?
13. ¿Ha recibido asesoría, materiales o la visita de la Coordinación Técnica de Educación Secundaria?	¿Cómo ha sido la asesoría?

ANEXO 4.7

Guion para la observación de clase (Elaboración propia).

Observaciones

Qué dice, qué plantea, qué hace, como evalúa.	Interpretación / Comentario

ANEXO 4.8

Guion de análisis de documentos de la clase (Elaboración propia).

Documentos (Planeaciones, exámenes, cuadernos, trabajos)

Propósito: Examinar los propósitos, las actividades y las formas de evaluación propuestas, su relación con las creencias sobre la ciencia y la enseñanza y su vinculación con el Conocimiento Didáctico del Contenido que desarrolla el docente de ciencias.

Documento (marcar con x): Planeaciones () Exámenes () Cuadernos de los alumnos ()	Expresiones del Documento	Análisis / Comentarios en relación con las creencias sobre la ciencia, la enseñanza, las tensiones del docente:
Organización del documento		
Propósitos		
Actividades que propone el docente		
Formas de evaluación empleadas		

ANEXO 4.9

Participantes y técnicas de información (Elaboración propia).

No	Participantes	Secundaria	Técnicas aplicadas						
			Entrevista individual	Observación de clase	Documentos (Planeaciones, libretas exámenes)	Grupo Focal	Cuestionario (CORE)	PaP-eRs	Notas de campo
1	Adriana	A	x	x	x				x
2	Carlos	A	x						
3	Deyanira	A	x						
4	Sanjuanita	A	x						
5	Gerardo	A	x	x	x				
6	Juan Antonio	A	x	x	x				
7	José	A	x	x	x				
8	Martha	B	x	x	x				x
9	Violeta	B	x	x	x				
10	Santiago	B	x						
11	Gustavo	B	x	x	x	x	x		
12	Alicia	B	x			x	x		
13	Guadalupe	B	x	x	x	x	x		
14	Pilar	C	x	x	x				

No	Participantes	Secundaria	Técnicas aplicadas						
			Entrevista individual	Observación de clase	Documentos (Planeaciones, libretas exámenes)	Grupo Focal	Cuestionario (CORE)	PaP-eRs	Notas de campo
15	Martha María	C	x	x	x	x	x		
16	Reynaldo	C	x	x	x	x	x		
17	Rolando	C	x	x		x	x		
18	Iris	C	x	x	x	x	x		
19	Homero	D			x	x	x		x
20	Andrés	D			x	x	x		
21	Francisco	D			x	x	x		
22	Armando	D			x	x	x		
23	Alberto	D				x	x		
24	Verónica	E			x	x	x		x
25	Celia	E			x	x	x		
26	Jesús	E			x	x	x		
27	Lupita	E			x	x	x		
28	Maxi	E				x	x		
29	Silvia	F	x	x	x	x	x	x	x
30	Alejandro	F	x	x	x	x	x	x	
31	Martha Alicia	F	x	x	x	x	x	x	

No	Participantes	Secundaria	Técnicas aplicadas						
			Entrevista individual	Observación de clase	Documentos (Planeaciones, libretas exámenes)	Grupo Focal	Cuestionario (CORE)	PaP-eRs	Notas de campo
32	Carmen	G			x	x	x		x
33	Paco	G			x	x	x		
34	Braulio	G			x	x	x		

ANEXO 4.10

Categorías de análisis (Elaboración propia).

CERTEZAS			INCERTIDUMBRES
La ciencia del profesor	La propuesta de Enseñanza	Los conocimientos del profesor	Incertidumbres en la enseñanza
<p><u>Noción de ciencia:</u> Cómo definen la ciencia, cómo entienden el papel de la comunidad científica, cómo reconocen y valoran el conocimiento científico.</p> <p><u>Propósitos de la ciencia:</u> Los propósitos de la actividad científica, ciencia, para qué.</p> <p><u>Método de la ciencia:</u> Cómo consideran el proceso de producción del conocimiento científico.</p>	<p><u>Propuesta directa:</u> El docente ofrece el conocimiento y el alumno lo recibe. El profesor expone y el alumno debe aprender.</p> <p><u>Propuesta intermedia:</u> Es una forma similar a la anterior. El docente explica y el alumno aprende, pero el docente reclama de este último una cierta actividad para aprender mejor. Todo se resume que el alumno en forma activa se apropie del conocimiento.</p>	<p><u>Tema del programa:</u> El empleo del programa de las asignaturas para planear y organizar los contenidos o temas.</p> <p><u>Propósito:</u> Se refiere al propósito de enseñar un determinado contenido.</p> <p><u>Importancia para el aprendizaje:</u> Por qué es importante el tema para el estudiante</p> <p><u>Conocimiento disciplinar:</u> Observa los conocimientos del docente sobre un contenido</p> <p><u>Relación con el entorno:</u> Expresa del tema con el entorno para el proceso de enseñanza.</p> <p><u>Dificultades para la enseñanza:</u></p>	<p><u>Finalidades de la Educación científica:</u> La preocupación por objetivos de la educación científica.</p> <p><u>Profesionalismo docente:</u> La adquisición de competencias básicas y la promoción para su desarrollo profesional.</p> <p><u>Currículum de ciencias:</u> Refiere los procedimientos prescritos y los planteamientos del currículum.</p>

CERTEZAS			INCERTIDUMBRES
La ciencia del profesor	La propuesta de Enseñanza	Los conocimientos del profesor	Incertidumbres en la enseñanza
<p><u>Desarrollo de la ciencia:</u></p> <p>Cómo avanza la ciencia: las leyes, teorías, paradigmas.</p>	<p><u>Propuesta de construcción:</u></p> <p>El docente genera oportunidades para que los estudiantes construyan o reconstruyan el conocimiento escolar.</p>	<p>Conoce las dificultades y limitaciones para enseñar el tema.</p> <p><u>Conocimientos previos:</u></p> <p>Toma en cuenta los conocimientos previos, habilidades o actitudes de los alumnos que influyen en la enseñanza de un contenido</p> <p><u>Procedimientos de enseñanza:</u></p> <p>Considera los procedimientos, metáforas, videos, demostraciones, prácticas, estrategias que emplea el docente para enseñar un contenido</p> <p><u>Evaluación:</u></p> <p>Considera las estrategias que emplea el docente para evaluar un contenido.</p>	<p><u>Cultura institucional:</u></p> <p>La cultura escolar y las presiones institucionales</p>

ANEXO 5.1

Hoja de trabajo en una clase de práctica de laboratorio (RDC12)

Clave: _____

Química Bloque 5

Equipo 1: **Polímeros** "Practica de laboratorio"

La pelota saltarina

I. Escribe con tus palabras tus experiencias de la práctica:

1.- Lo que conozco:

2.- Lo que aprendí:

II. Refleja con dibujos el proceso para la elaboración de la pelota.

1	2	3
4	5	6

Polímeros
Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. El almidón, la celulosa, la seda y el ADN son ejemplos de polímeros naturales, entre los más comunes de estos y entre los polímeros sintéticos encontramos el nailon, el polietileno y la baquelita.

ANEXO 5. 2

Temas tratados por los docentes (Elaboración propia).

Conocimientos: Temas del programa de ciencias desarrollados por los docentes

Asignaturas	Ciencias I (énfasis en biología)	Ciencias II (énfasis en física)	Ciencias III (énfasis en química)
<i>Temas registrados y comentados por los docentes en las respuestas a los cuestionarios</i>	<p><i>Seres vivos</i></p> <p><i>Ecosistemas</i></p> <p><i>Sexualidad</i></p>	<p><i>Movimientos y fuerzas</i></p> <p><i>Materia</i></p> <p><i>Origen del universo</i></p>	<p><i>Sustancias Químicas</i></p> <p><i>El átomo</i></p> <p><i>Modelos atómicos</i></p> <p><i>Tecnología (Registro de Cuestionarios).</i></p>
<p>Contenidos del Programa de Ciencias 2011 (ubicación de los temas presentados por los docentes)</p>	<p>El valor de la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Comparación de las características de los seres vivos * Representación de la participación humana en la dinámica de los ecosistemas. * Valoración de la biodiversidad: causas y consecuencias de su pérdida (Bloque I). 	<p>La explicación del movimiento en el entorno:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Primera ley de Newton * Segunda ley de Newton * Tercera ley de Newton (Bloque II). <p>La estructura de la materia a partir del modelo cinético de partículas:</p>	<p>Clasificación de los materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos (Bloque II). <p>Estructura de los materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Modelo atómico de Bohr * Enlace químico

Asignaturas	Ciencias I (énfasis en biología)	Ciencias II (énfasis en física)	Ciencias III (énfasis en química)
	<p>Hacia una sexualidad responsable, satisfactoria y segura, libre de miedos, culpas, falsas creencias, coerción, discriminación y violencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> * La sexualidad como construcción cultural * Mitos asociados a la sexualidad * Infecciones de transmisión sexual * Métodos anticonceptivos <p>(Bloque IV).</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Propiedades de la materia * Presión * Temperaturas y escalas de medición * Calor y procesos térmicos * Cambios de estado <p>(Bloque III).</p> <p>El Universo:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Teoría de “La gran explosión” * Características de los grupos cósmicos * Astronomía y sus instrumentos de investigación * Interacción de la tecnología y la ciencia en el conocimiento del espacio <p>(Bloque V).</p>	<p>(Bloque II).</p> <p>Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química) <p>(Bloque III).</p> <p>Proyectos (Bloque V en las tres asignaturas de ciencias. Expresan relaciones de la ciencia, tecnología y sociedad).</p>

Concentra los temas tratados por los profesores, en la segunda fila se encuentran los temas registrados por los docentes expresados en forma breve. En la tercera fila se identifica la correspondencia con los contenidos y con los aprendizajes esperados señalados en los programas de las asignaturas. Por ejemplo, “seres vivos” forma parte del contenido “El valor de la biodiversidad”, en el cual se integran tres subtemas, como se puede apreciar en la tabla anterior.

ANEXO 5.3

Planeación de clase (RDP10)



Nuevo León Unido
Gobierno para Todos

Subsecretaría de Educación Básica
Dirección General de Desarrollo Curricular



Secretaría de Educación NL

FORMATO PARA PLANEACIÓN Secuencia 1

Escuela Secundaria #7 "Francisco Galván"	Asignatura: Ciencias I (Biología)	Grado 1º	Nombre del profesor (a) Prora. Silvana Muñoz D.
Bloque IV - La reproducción y la continuidad de la vida		Grupos: 1, 2, 3 y 4 Marzo - abril - Mayo	
Competencias que se favorecen: <ul style="list-style-type: none"> Toma de decisiones informadas para el cuidado y la promoción de la salud orientada a la cultura de la prevención. 			
Aprendizajes Esperados:	Estándares:	Contenidos:	
<ol style="list-style-type: none"> Explica cómo la sexualidad es una construcción cultural y se expresa a lo largo de toda la vida, en términos de vínculos afectivos, género, erotismo y reproductividad. Discrimina, con base en argumentos fundamentados científicamente, creencias e ideas falsas, asociadas con la sexualidad. 	<p><u>Estándar específico:</u></p> <p>1.1.15 Comprender elementos de género, afectivos, eróticos y reproductivos en la sexualidad humana.</p> <p><u>1. Conocimiento científico:</u></p> <p>1.6 Explica cómo se expresa la sexualidad en términos afectivos, de género, eróticos y reproductivos a lo largo de la vida y cómo favorecer la salud sexual y reproductiva.</p> <p><u>4. Actitudes asociadas a la ciencia.</u></p> <p>4.4 Manifiesta responsabilidad al tomar decisiones informadas para cuidar su salud.</p>	<p>TEMA: HACIA UNA SEXUALIDAD RESPONSABLE, SATISFACTORIA Y SEGURA, LIBRE DE MIEDOS, CULPAS, FALSAS CREENCIAS, COHERCIÓN, DISCRIMINACIÓN Y VIOLENCIA.</p> <p>SUBTEMAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Valoración de la importancia de la sexualidad como construcción cultural y sus potencialidades en las distintas etapas del desarrollo humano. Reconocimientos de mitos comunes asociados con la sexualidad 	
MODALIDAD DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> Secuencia didáctica <input checked="" type="checkbox"/> v 	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto <input type="checkbox"/> 	<p>MTRA. BLANCA AZUCENA GPE. SUBDIRECTORA</p>
Mapa de contenidos del subtema o subtemas a desarrollar.			
Sesiones Involucradas	Momentos de organización de actividades	Recursos didácticos	
1	<p>Actividades de inicio:</p> <p>¿Qué crees que comprende la sexualidad?</p> <p>¿Qué son para ti los vínculos afectivos, el erotismo, la</p>	<ul style="list-style-type: none"> Libro de texto P29 Libreta 	

TAREA PREVIA: Observa las imágenes de la pág. 192, reflexiona las preguntas y regístralas.

ANEXO 5.4

Diseño de prácticas (ROB7)

TEMA: LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA A PARTIR DEL MODELO CINÉTICO SEGUNDO GRADO
Nombre del alumno (a): Pedro

EXPERIMENTO 5: CAMBIO DE TEMPERATURA

Propósito: observar cómo cambia la temperatura de diferentes cuerpos

Material:
Vaso de precipitados 250 mL Agua
Vaso de precipitados 100 mL Hielo
Termómetro

Procedimiento:

- 1) Vierte agua en el vaso de precipitados de 250 mL hasta 50 mL.
- 2) Tritura un poco el hielo y colócalo en el vaso de precipitados de 100 mL.
- 3) Introduce el vaso con hielo dentro del vaso con agua.
- 4) Mide la temperatura del agua cuando el hielo se funde y anótala en la columna correspondiente, realiza la misma medición en el hielo fundido.
- 5) Mide las temperaturas del agua y el hielo y anótalas en el siguiente cuadro.

CONTENIDO	TEMPERATURA INICIAL	TEMPERATURA A LOS 5 MINUTOS	TEMPERATURA FINAL
AGUA	22°C	16°C	17°C
HIELO	3°C	6°C	17°C

6) Realiza una gráfica de temperatura contra tiempo de acuerdo a tus resultados

Establece tus conclusiones: La temperatura del agua baja cuando la del hielo aumenta.

/2

ANEXO 5.5

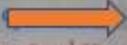
Actividad experimental (ROB8)

ACTIVIDAD PRÁCTICA EXPERIMENTAL # 12
"¿NEUTRALIZO LOS ÁCIDOS, O EVITO SU CONSUMO?"

NOMBRE DE LA ESCUELA			
ALUMNO (A)	GRADO TERCERO	GRUPO/EQUIPO	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL BLOQUE Y CONTENIDO BLOQUE IV ¿POR QUÉ EVITAR EL CONSUMO FRECUENTE DE LOS "ALIMENTOS ÁCIDOS"?			
• TOMA DE DECISIONES RELACIONADA CON LA IMPORTANCIA DE UNA DIETA CORRECTA			
APRENDIZAJES ESPERADOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan. • Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal. • Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable. 			
DESCRIPCIÓN U OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD			
Identificación de las propiedades de las sustancias que contrarrestan la acidez estomacal y análisis de las consecuencias del consumo excesivo de alimentos ácidos.			
MATERIALES A UTILIZAR	SUSTANCIAS A UTILIZAR		
<ul style="list-style-type: none"> • Cuchara • 3 frascos pequeños • Popote o gotero 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador hecho de col (repollo) morada • 5 cucharadas de jugo de limón • 5 cucharadas de refresco de color claro • Disolución hecha con 2 cucharadas de bicarbonato de sodio y 15 cucharadas de agua. 		
PROCEDIMIENTO O DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD (INCLUIR DIBUJOS O IMÁGENES ALUSIVAS)			
<p>Reunido con tu equipo, identifica la propiedad que debe tener una sustancia para contrarrestar la acidez estomacal.</p> <p>1. Comenten: ¿Qué característica debe tener una sustancia para actuar como antiácido?</p> <p>2. Realicen lo siguiente: <i>tiene que ser una base</i></p> <p>a) Identifiquen el carácter ácido o básico de cada material. Para ello usen el indicador de col morada.</p> <p>b) Mezclen la mitad de la disolución de bicarbonato de sodio con el jugo de limón. Identifiquen el carácter ácido o básico de la mezcla.</p> <p>c) Mezclen la otra mitad de la disolución de bicarbonato de sodio con el refresco. Identifiquen el carácter ácido o básico de la mezcla.</p> <p>d) Registren sus observaciones en la siguiente tabla:</p>			
MATERIAL	ACIDO	BASICO	NEUTRO
Jugo de limón	✓		
Refresco de color claro	✓		
Disolución de bicarbonato de sodio		✓	
Mezcla de jugo de limón y disolución de bicarbonato de sodio			
Mezcla de refresco y disolución de bicarbonato de sodio			

ANEXO 5.6

Cuaderno de los estudiantes

25 de Febrero de 2011  Amistad
Cuadro Comparativo de Acidos y Bases

Acidos	Bases.
Se cambia el papel tornasol de color rojo.	Se cambia el Papel tornasol de color azul.
Tiene sabor agrio.	Tiene sabor amargo.
Algunos son peligrosos	Son resbalasos.
Su pH es menor a 7.	Su pH es mayor a 7.
Tiene muchos iones H^+	Tiene pocos iones H^+

Neutralización:
Es la reacción química que se produce cuando se combinan un ácido y una base. Las propiedades ácidas y básicas de los reactivos se cancelan para dar como resultado otras sustancias con propiedades ácidas y básicas distintas (agua y sal).

ácido + base \longrightarrow sal + agua

ANEXO 5. 7

Conocimiento Didáctico del Contenido: Inventarios de conocimientos (Elaboración propia).

Componentes del CDC	Conocimientos		
	Silvia	Reynaldo	Martha
Tema	Cromosomas, genes y ADN	Calor, transferencia de calor y procesos térmicos	Propiedades y representación de ácidos y bases
Propósitos	Aprender valores y conceptos	Emplear correctamente el termómetro y comprender los fenómenos de convección y radiación	Identifica los ácidos y las bases y explica sus características
Importancia	El cuidado de la salud, la sexualidad y la reproducción	Desarrollar las experiencias de manejo de sustancias, instrumentos y aparatos de laboratorio	La química es muy importante porque establece relaciones entre los fenómenos y sustancias cotidianas
C. Disciplinarios	Cromosomas, ADN, genes.	Equilibrio químico Escalas termométricas Transmisión del calor	Características de los ácidos y las bases Modelo de Arrhenius Ecuaciones químicas
Relaciones con el entorno	La reflexión sobre la sexualidad y la reproducción	La actividad experimental es la forma de trabajo de las ciencias	Presentar ejemplos con sustancias cotidianas como jugo de limón,

Componentes del CDC	Conocimientos		
	Silvia	Reynaldo	Martha
			vinagre, leche, aspirina, bicarbonato.
Dificultades	El exceso de información libre en la Red	Los alumnos no comprenden los conceptos porque no saben realizar mediciones y tienen dificultades para emplear unidades de medida.	Los niveles de desarrollo de los estudiantes, los estilos de aprendizaje y el interés de los alumnos.
Conocimientos previos	Comprender los conceptos de sexo, género, sexualidad, costumbres y tradiciones	Empleo de gráficas para representar distintas magnitudes.	Hacer preguntas generadoras
Procedimientos didácticos	Manejo de diversos recursos. Entender el ADN como una escalera de caracol	Seguir los procedimientos de una práctica experimental	Seguir los procedimientos planteados en la práctica experimental
Evaluación	Elaborar el cariotipo de una persona	Resolver la hoja de práctica: preguntas, gráficas, dibujos y conclusiones	Elaborar un diagrama, responder las preguntas del libro de texto y hacer una campaña sobre el consumo de alimentos

ANEXO 5.8

Tiempos para el aprendizaje. Bimestres y tiempos para los Aprendizajes Esperados del año escolar 2016 – 2017(Elaboración propia).

Año escolar 2016 – 2017 (Inicio de cursos: 24 de agosto de 2016)	Bimestres	Número de semanas	Sesiones de ciencias (de 40 minutos cada una)	Aprendizajes Esperados en Ciencias I	Aprendizajes Esperados en Ciencias II	Aprendizajes Esperados en Ciencias III
10 al 14 de octubre	Periodo de aplicación de exámenes del 1er. Bimestre ³³	8 semanas	48 sesiones 1920 minutos 32 horas	12	15	17
5 al 9 de diciembre	Periodo de aplicación de exámenes del 2do. Bimestre	8 semanas	48 sesiones 1920 minutos 32 horas	12	13	20
13 al 17 de febrero	Periodo de aplicación de exámenes del 3er. Bimestre	8 semanas	48 sesiones 1920 minutos 32 horas	12	15	16
3 al 7 de abril	Periodo de aplicación de exámenes del 4to. Bimestre	8 semanas	48 sesiones 1920 minutos 32 horas	12	14	13

³³ En las siguientes dos semanas los docentes y las escuelas organizan las evaluaciones de cada estudiante y de cada grupo para la captura de evaluaciones e inasistencias en el sistema de cómputo de “Control Escolar” de la secretaría estatal.

Año escolar 2016 – 2017 (Inicio de cursos: 24 de agosto de 2016)	Bimestres	Número de semanas	Sesiones de ciencias (de 40 minutos cada una)	Aprendizajes Esperados en Ciencias I	Aprendizajes Esperados en Ciencias II	Aprendizajes Esperados en Ciencias III
7 al 13 de junio (alumnos de 3° grado) 19 a 23 de junio (alumnos de 1° y 2° grados) ³⁴	Quinto periodo de aplicación de exámenes bimestrales	8 semanas (alumnos de 3° grado) 10 semanas (alumnos de 1° y 2° grados)	48 sesiones 1920 minutos 32 horas (alumnos de 3° grado) 60 sesiones 2400 minutos 40 horas	4	9	4
Fin de cursos: 18 de julio de 2017	4 o 6 semanas posteriores a las evaluaciones finales	EN RESUMEN: 40 semanas (alumnos de 3° grado) 42 semanas (alumnos de 1° y 2° grados)	EN RESUMEN: 240 sesiones 9600 minutos 160 horas (alumnos de 3° grado) 252 sesiones 10080 minutos 168 horas (alumnos de 1° y 2° grados)	TOTAL: 52	TOTAL: 66	TOTAL: 70

³⁴ La diferencia en tiempos tiene el propósito de preparar los documentos finales de los alumnos de tercer grado de secundaria que finalizan la educación básica.

