

El cambio didáctico en la formación inicial de profesores de Química

El cambio didáctico en la formación inicial de profesores de Química

Estrategias para su desarrollo
en la reflexión sobre la práctica

Carlos Javier Mosquera Suárez



Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instancias que, con su colaboración y ayuda desinteresada, contribuyeron al desarrollo de esta obra:

A mi esposa Liana Victoria y a mis hijos Juan Pablo y Jaime Andrés, por su paciencia para aplazar tiempos en tanto avanza en proyectos académicos como el que se ilustra en esta obra.

A los estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que han hecho esfuerzos intelectuales y prácticos significativos para fortalecer su formación profesional como profesores gracias a su compromiso con la educación y con el desarrollo integral de las nuevas generaciones.

A los colegas investigadores en Didáctica de las Ciencias, que han hecho sugerencias significativas para el desarrollo de esta obra a través de nuestros conversatorios y demás encuentros académicos.

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por mantener su férrea voluntad de apoyo a las investigaciones en educación, en particular, a las investigaciones que se adelantan desde la Facultad de Ciencias y Educación sobre la formación de profesores.

A las instituciones educativas de nivel básico y medio del distrito capital, por su continuo interés por apoyar procesos de formación inicial y continuada de profesores y proyectos de investigación que redunden en el desarrollo profesional de los profesores y en la calidad de la formación y de los aprendizajes de los estudiantes.



UD
Editorial



© Universidad Distrital Francisco José de Caldas
© Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico
© Carlos Javier Mosquera Suárez
Primera edición, marzo de 2016
ISBN: 978-958-8897-93-6

Dirección Sección de Publicaciones
Rubén Eliécer Carvajalino C.

Coordinación editorial
Miguel Fernando Niño Roa

Corrección de estilo
Daniel Urquijo

Diagramación
Juanita Giraldo

Editorial UD
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Carrera 24 No. 34-37
Teléfono: 3239300 ext. 6202
Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

Mosquera Suárez, Carlos Javier
El cambio didáctico en la formación inicial de profesores de
química / Carlos Javier Mosquera Suárez. -- Bogotá : Univer-
sidad
Distrital Francisco José de Caldas, 2016.
224 páginas ; 24 cm.
ISBN 978-958-8897-93-6
1. Química - Enseñanza 2. Ciencias - Enseñanza 3. For-
mación profesional de maestros de química I. Tít.
378.12 cd 21 ed.
A1521524

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Todos los derechos reservados.
Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la
Sección de Publicaciones de la Universidad Distrital.
Hecho en Colombia

Contenido

Introducción	15
Capítulo uno	
Antecedentes de la formación de profesores de ciencias desde la perspectiva del cambio didáctico en el contexto del conocimiento didáctico de contenido	21
El contexto de la investigación en torno al <i>pedagogical content knowledge</i> (PCK) y al conocimiento didáctico del contenido (CDC)	21
Investigaciones desde la perspectiva del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en la enseñanza de la Química	23
Capítulo dos	
El cambio didáctico y el desarrollo de competencias profesionales docentes en profesores universitarios de Química	29
Visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica que se transmiten en la enseñanza	41
Capítulo tres	
La propuesta de investigación sobre la formación de profesores de ciencias desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor novato	55
El marco referencial sobre el conocimiento profesional del profesor	58
La naturaleza del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)	60
El conocimiento profesional deseable	67
Consideraciones sobre los profesores novatos	71

Capítulo cuatro

La metodología seguida en la investigación	77
Fundamentos de la investigación cualitativa	77
Cuestiones metodológicas particulares	80
Hipótesis, variables, indicadores de análisis e instrumentos utilizados en la investigación	82
<i>Instrumento inicial: cuestionario por diferencial semántico</i>	85
Instrumento permanente (a): observaciones de clase – grabaciones	87
<i>Instrumento permanente (b): observaciones de clase - análisis cualitativo mediante el uso del software ATLAS.ti *</i>	88
<i>Instrumento final: cuestionario de escala liker</i>	90
Consideraciones sobre los equipos colaborativos de trabajo	91
Características del programa de actividades seguido en la intervención	92

Capítulo cinco

Análisis de resultados, conclusiones

y recomendaciones	97
Resultados	97
<i>Docente Novato 1</i>	98
<i>Docente Novato 2</i>	108
<i>Docente Novato 3</i>	121
<i>Docente Novato 4</i>	131
<i>Docente Novato 5</i>	141
<i>Docente Novato 6</i>	149
<i>Docente Experto</i>	159
<i>Análisis general de los resultados</i>	169
Conclusiones y recomendaciones	171

Anexos	181
---------------	------------

Referencias bibliográficas	211
-----------------------------------	------------

Índice de tablas

Tabla 1. Marco referencial para el conocimiento de los profesores	59
Tabla 2. Etapas de la investigación	81
Tabla 3. Categorías, indicadores y consecuencias contrastables	84
Tabla 4. Características de la población	84
Tabla 5. Descripción general de los instrumentos usados	85

Índice de figuras

Figura 1. Propósitos del CDC	62
Figura 2. Modelo integrador del CDC	65
Figura 3. Modelo transformativo del CDC	66
Figura 4. Diversas facetas del conocimiento didáctico	67
Figura 5. Tipos de conocimientos que contribuyen al CDC	68

Introducción

En las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX, la atención de la investigación didáctica se centró primero en el “conocimiento del profesorado” y, poco después, en lo que “deben saber y saber hacer los profesores” o, dicho de otra forma, en determinar los componentes del conocimiento básico que debe tener un profesor para la enseñanza de su disciplina (Shulman, 1987). De este modo, se dio una nueva orientación a la formación del profesorado, en particular, en las didácticas destinadas específicamente a la formación de profesores de educación secundaria.

La investigación dirigió entonces su mirada al desarrollo del conocimiento profesional del profesorado (Abell, 2007) y, al mismo tiempo, a la transposición didáctica de los contenidos que conducen a buenas prácticas docentes en la enseñanza de una disciplina (Bolívar, 2005).

Dentro de los contextos educativos actuales, y principalmente en las investigaciones recientes en didáctica de la Química, un aspecto que cobra gran importancia es el estudio de las concepciones docentes, pues estas se convierten en la base de las acciones profesionales en el quehacer dentro del aula.

Como cualquier otro individuo, el docente convive permanentemente y genera de forma constante y progresiva distintos tipos de creencias, actitudes, conocimientos y saberes que afectan su desempeño como persona, ciudadano y, obviamente, como profesor. Esto lo ubica como un profesional que, fundamentado en su experiencia y formación, genera no solo creencias, sino también actitudes hacia la ciencia y su enseñanza. De otra parte, tomando como referencia conocimientos pedagógicos y didácticos, puede mantenerse o propiciar cambios en las prácticas educativas.

Por supuesto, el propósito es que los docentes innoven permanentemente, de modo que se encuentren a la altura de las circunstancias cada vez más cambiantes, incluso en el ámbito de lo educativo. En esta perspectiva, para que sean óptimos procesos de innovación y se logren saltos cualitativos hacia la investigación con el propósito de alcanzar cambios didácticos eficaces y motivantes para el propio

profesorado, es apropiado involucrar los resultados de la investigación contemporánea en la didáctica de las ciencias en ámbitos como la comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la formación de actitudes científicas, el desarrollo de estrategias que favorezcan al conocimiento científico escolar, la identificación y el desarrollo de concepciones alternativas e ideas previas, la evaluación y relación de los problemas socioambientales con la didáctica de las ciencias, entre otros, que contribuyan a desarrollar un sistema didáctico conformado por cambios conceptuales en torno a la ciencia, la epistemología de las ciencias y la didáctica de las ciencias y por cambios actitudinales y metodológicos que, en suma, contribuyan a establecer principios, predisposiciones y prácticas docentes más eficaces para favorecer la mejora en la motivación, en las habilidades de pensamiento y de acción y en las estructuras teóricas tanto de las enseñanzas de los profesores como, en perspectiva, de los aprendizajes de los estudiantes.

Las concepciones de los profesores le dan sentido a esta práctica, pues la actuación del docente depende de manera directa de sus ideas, creencias, niveles de aceptación o rechazo y formas de decisión. Se establece entonces un puente que vincula el *plano cognitivo* (actitudes) con el *plano cognoscitivo* (saberes), dando como resultado unas metodologías de acción, propias de un *plano práctico*.

Sin embargo, la investigación en la línea de formación de profesores de ciencias demuestra que, a pesar de los desarrollos en el campo didáctico, la falta de coherencia interna entre lo que el profesor sabe con todo aquello que hace (relación del plano cognoscitivo y práctico) es evidente en nuestra realidad educativa. Lo anterior quizás debido, entre otros factores, a la poca atención que se da al desarrollo de las actitudes del profesor en los programas de formación inicial y permanente. Por tal motivo, es importante asumir la posibilidad de cambios didácticos entendidos como sistemas complejos y abiertos que involucran conceptos, actitudes, metodologías y contextos de manera constante, simultánea y recíproca.

La propuesta formulada por Lee Shulman, en 1986, conocida como “conocimiento pedagógico del contenido” (PCK, por sus siglas en inglés: *pedagogical content knowledge*), favoreció el desarrollo de una corriente de investigación dirigida al estudio de diferentes tipologías de conocimientos de los docentes y sus interacciones, lo cual ha permitido a su vez potenciar las relaciones entre actitudes y saberes, indispensables para ponerlas en acción a nivel profesional. Sería posteriormente en otros trabajos sobre educación (Marcelo, 1992; Bolívar, 1993; Mellado, 1994) que se abriría esta línea de investigación en países hispanoparlantes conocida como *conocimiento didáctico del contenido* (CDC).

En este contexto, se presentan aquí fundamentos teóricos centrados en la investigación contemporánea en la didáctica de las ciencias, en particular, en el campo de la formación de profesores, desde los cuales se diseñó una estrategia de intervención dirigida a caracterizar el CDC de profesores de Química en formación inicial y en ejercicio. A partir de los resultados obtenidos, se proponen explicaciones en torno a cómo se construye el CDC, a partir del tratamiento de situaciones problema susceptibles de abordar en procesos de enseñanza de la Química y con la participación de profesores en formación inicial (novatos) y en ejercicio (expertos), en equipos colaborativos de trabajo.

La obra espera dinamizar debates teóricos e impulsar innovaciones educativas que propicien en el profesorado cambios didácticos con alto nivel de conciencia. Por ello, es relevante en este trabajo identificar concepciones de los profesores acerca del CDC, así como examinar las razones y características de los cambios de estos conocimientos a medida que se adentra en procesos de comunicación dialógica entre profesores expertos y novatos y que las discusiones sobre las previsiones o experiencias de la práctica se fundamentan teóricamente con mayores niveles de rigurosidad.

Por consiguiente, se espera que esta obra sea un referente para fomentar la discusión sobre la formación de profesores, el impacto social de esta línea de investigación y las posibilidades —y necesidades— de identificar alternativas para favorecer el desarrollo profesional de los profesores, con el propósito de consolidar la actividad docente como una actividad intelectual y como una práctica social indispensable para el desarrollo de las personas y las comunidades.

La reflexión sobre la renovación de las prácticas escolares viene dinamizándose en gran medida en las innovaciones producidas a partir de las investigaciones contemporáneas en la didáctica de las ciencias. Se habla, por ejemplo, de la evaluación del currículo, la comprensión de procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la caracterización de estrategias que favorezcan el desarrollo del conocimiento científico escolar y la *formación de profesores* (Mosquera, 2008).

Es en esta última línea de investigación que centraremos nuestra atención, pues variados debates académicos buscan el desarrollo de explicaciones y la construcción de innovaciones para lograr que los profesores tomen conciencia de la importancia de la autorregulación y del desarrollo profesional progresivo en el sentido de relaciones complejas y dinámicas en cuanto a su *ser*, su *saber*, su *saber-hacer* y su *hacer*, para lo cual es necesario reflexionar sobre la propia práctica y sobre la necesidad de fundamentar dicha práctica en desarrollos progresivos de las ciencias,

la historia y la epistemología de las ciencias, de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y de sus implicaciones en contextos culturales.

Se pretende que los docentes nóveles y expertos estén a la vanguardia sociocultural y tecnológica propia de las aulas de clase y generen actitudes que les permitan vincular las emociones de los sujetos, reconocer las complejidades propias de la escuela y de las políticas educativas, impulsar la participación personal y colectiva de todos los actores de la comunidad educativa, hacer parte de procesos de formación inicial y permanente acompañados de procesos de evaluación coherentes con estas intencionalidades y formarse bajo procesos que vinculen la acción, la reflexión y el trabajo cooperativo.

Todo esto hace necesario la implementación de nuevas estrategias de formación de profesores, apoyadas en modelos de intervención didáctica alternativos a los habituales que centraban su atención, en la mayoría de los casos, en la formación intensiva de las disciplinas bajo el supuesto de que “para enseñar, basta con saber la disciplina que se enseña”. Son diversos en concepciones y número los resultados de las investigaciones que muestran cómo este principio no favorece el aprendizaje significativo de los estudiantes y, ante todo, el interés de los estudiantes por aproximarse al conocimiento que muchos hombres y mujeres han elaborado —y elaboran— desde la perspectiva de las ciencias como alternativa para comprendernos mejor y para solucionar problemas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida. En tal sentido, tendencias educativas contemporáneas fundamentadas en la filosofía constructivista han potenciado el desarrollo del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación orientada, lo cual ha abierto el camino para comprender la formación como cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales. Este modelo ha sido llevado al campo de la formación de profesores de ciencias integrando la propuesta del *cambio didáctico* del profesorado hacia la ciencia y hacia la enseñanza de las ciencias (Mosquera y Furió, 2008).

Las características de este modelo de formación, de acuerdo con desarrollos recientes de la investigación en didáctica de las ciencias, tienen en cuenta ideas, intereses, visiones del mundo, destrezas, actitudes, experiencias previas, imágenes de la ciencia y de la actividad científica, necesidades educativas de contextos determinados, así como las necesidades formativas de los profesores. Por ello, es necesario iniciar por el reconocimiento explícito de las ideas espontáneas que los profesores manifiestan.

Como lo afirma Mosquera (2009), una investigación desde la didáctica de las ciencias sobre formación de profesores, dirigida hacia la consecución de cambios didácticos, no basta con limitarla a que los profesores conozcan nuevos modelos metodológicos. Se requiere, por el contrario, que el profesorado intervenga

activamente y proponga prácticas docentes alternativas a la luz de nuevas orientaciones disciplinares. Ello implica que es el propio profesorado el que debe identificar y cuestionar de forma argumentada su actividad docente habitual para dar cuenta de las necesidades de cambios.

Estos procesos de conocimiento y autorregulación que puedan generar los profesores centraron la atención de un proyecto de investigación adoptado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas titulado “Estrategias para el fomento de cambios didácticos en profesores de Química en formación inicial y en ejercicio, a partir de reflexión sobre la práctica”, el cual se planteó el siguiente problema de investigación:

¿Cómo se favorece el cambio didáctico a través del incremento del conocimiento didáctico de contenido (CDC) a partir del tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química en equipos colaborativos de trabajo de profesores novatos y expertos?

Para dar solución al anterior problema, se establecieron tres planteamientos problemáticos auxiliares:

- ¿Cuáles son las características epistémicas, científicas y didácticas subyacentes en profesores de ciencias expertos y novatos?
- ¿Cómo cambia el CDC de los profesores novatos de Química a través de su inmersión en el tratamiento de problemas en la enseñanza de esta?
- ¿Qué tan próximos están, luego de la participación en equipos colaborativos, los CDC de los profesores de Química novatos y expertos respecto al CDC deseables de referencia?

¿Cuál es el nivel de coherencia que tienen entre sí las concepciones caracterizadas en profesores expertos y novatos?

A lo largo de esta obra, se presentan argumentaciones y evidencias que dan cuenta de posibles respuestas a estas preguntas.

Capítulo uno

Antecedentes de la formación de profesores de ciencias desde la perspectiva del cambio didáctico en el contexto del conocimiento didáctico de contenido

Para iniciar, se presenta la agrupación de estudios sobre la formación de profesores desde la perspectiva del conocimiento del profesor considerando el contexto de la investigación en torno al *pedagogical content knowledge* (PCK), el *conocimiento didáctico de contenido* (CDC) y las investigaciones de CDC en la enseñanza de la Química.

El contexto de la investigación en torno al *pedagogical content knowledge* (PCK) y al conocimiento didáctico del contenido (CDC)

Indagar sobre el conocimiento de los profesores como tema no es una preocupación reciente. Grossman, Wilson y Shulman (1989) nos recuerdan que, dentro de las investigaciones llevadas a cabo en torno al denominado *paradigma perdido*, se intentaban establecer relaciones entre el conocimiento del profesor y el rendimiento de los alumnos. Algunas variables consideradas en estas primeras investigaciones incluían desde el número de cursos realizados en las etapas formativas hasta los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas. Como estos autores afirman, los investigadores llegaban a conocer cuánto conocían los profesores, pero no cómo estaba organizado, justificado o validado ese conocimiento.

Más recientemente, la investigación catalogada en sus orígenes como de “pensamientos del profesor” ha abordado desde una perspectiva cognitiva (Marcelo, 1987; Peterson, 1988) el estudio de los procesos de razonamiento, juicio y toma de decisiones que contribuyen al desarrollo de la conducta docente. Esta línea de investigación se ha planteado “explorar la naturaleza, forma, organización

y contenido del conocimiento de los profesores” (Grossman, Wilson y Shulman, 1989, p. 25).

Se han utilizado diferentes conceptos para referirse al conocimiento del profesor: “conocimiento del oficio” (Brown y McIntyre, 1986), “conocimiento práctico personal” (Clandinin, 1985), “paradigmas funcionales de los profesores” (Crocket, 1983), “conocimiento práctico” (Elbaz, 1983), “teorías implícitas de los profesores” (Hunt, 1985) y “conocimiento profesional y reflexión en la acción” (Schön, 1983), de acuerdo con la revisión realizada por Butt, Raymond y Yamagishi (1988).

De otra parte, la investigación sobre el pensamiento del profesor ha identificado algunos componentes del conocimiento del profesor:

- Elbaz (1983) incluye cinco categorías del conocimiento práctico: conocimiento de sí mismo, del contexto, del contenido, del currículo y de la enseñanza.
- Leinhardt y Smith (1985) categorizan el conocimiento del profesor en: conocimiento del contenido y conocimiento de la estructura de la lección.
- La investigación “The Knowledge Growth in Teaching” dirigida en Stanford por Lee Shulman define siete categorías de conocimiento del profesor: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico, conocimiento de currículo, conocimiento de los alumnos y del aprendizaje, conocimiento del contexto, conocimiento didáctico del contenido y conocimiento de filosofía educativa, fines, y objetivos.

El tipo de investigación que generalmente se ha llevado a cabo dentro del paradigma del pensamiento del profesor se ha centrado más en los aspectos cognitivos que trascienden las particularidades de las materias o asignaturas concretas (Wilson y Shulman, 1987).

Carter (1990) ha clasificado esta línea de investigación en tres grupos. En primer lugar, sitúa los estudios sobre el procesamiento de información y comparación expertos-principiantes. Esta línea ha centrado su atención en los procesos mentales que los profesores llevan a cabo cuando identifican problemas, atienden aspectos del ambiente de la clase, elaboran planes, toman decisiones y evalúan cursos alternativos de acción. Al principio, la investigación se centró en el estudio de la planificación y toma de decisiones de los profesores y, en la actualidad, el interés se centra en el estudio de las diferencias entre profesores expertos y principiantes.

En una segunda línea, aparecen los estudios sobre el conocimiento práctico del profesor, que “se refiere de forma amplia al conocimiento que poseen los profesores sobre las situaciones de clase y los dilemas prácticos que se les plantean

para llevar a cabo metas educativas en estas situaciones” (Carter, 1990, p. 299). Se incluye en esta línea lo relacionado al conocimiento práctico personal y el conocimiento de la clase.

Por último, en orden cronológico, Carter (1990) sitúa las investigaciones sobre el conocimiento didáctico del contenido para referirse a aquellos estudios en los que se analiza específicamente el conocimiento que los profesores poseen respecto al contenido que enseñan, así como la forma como los profesores trasladan ese conocimiento a un tipo de enseñanza que produzca comprensión en los alumnos.

Los trabajos relativos al conocimiento didáctico del contenido (CDC) han crecido significativamente en los últimos años (Garritz, 2006). No obstante, todavía es necesaria mucha más investigación sobre esta línea, particularmente en determinados temas de ciencias y sobre el propio CDC como modelo en sí mismo. Al igual que sucede en otras didácticas específicas, el CDC se usa en didáctica de las ciencias, por un lado, como modelo para describir e interpretar el modo en que los profesores en formación inicial y principiantes aprenden a interpretar y transformar el contenido de un tema en significados comprensibles para un grupo de estudiantes en el aula (Van Driel, Verloop y De Vos, 1998).

Por otro lado, aunque el CDC parece ser idiosincrásico de cada profesor, varias investigaciones sobre el CDC de profesores de ciencias defienden la posibilidad de hacer algunas generalizaciones potencialmente útiles para la formación de otros profesores de ciencias (Garritz, 2007; Loughran, Berry y Mulhall, 2006; Van Driel, Verloop y De Vos, 1998).

Desde el punto de vista del diseño de una investigación, se han sugerido distintos procedimientos, métodos e instrumentos de recogida de datos para intentar sacar a la luz y describir el CDC del profesorado. Baxter y Lederman (1999) los clasifican en tres tipos principales: procedimientos inferenciales y convergentes (por ejemplo, cuestionarios de elección múltiple y abiertos), mapas conceptuales y representaciones gráficas y evaluaciones por métodos múltiples (Van Driel y De Jong, 2001) o mixtos (Chatterji, 2004).

Investigaciones desde la perspectiva del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en la enseñanza de la Química

Clermont, Krajcik, y Borko (1993) realizan una exploración de la naturaleza del crecimiento del CDC que ocurre en profesores de ciencias de nivel medio que participan en un taller intensivo de capacitación sobre enseñanza usando demostraciones para dos conceptos básicos en Física y Química: la densidad y la presión del aire.

Estos autores encuentran que el CDC de los profesores de ciencias puede crecer a través de talleres intensivos orientados a desarrollar habilidades. Sin embargo, aunque hubo un crecimiento en los repertorios representacionales y adaptacionales de estos profesores, en otros dos aspectos del CDC parece haber ocurrido mucho menos avance, esto es, en el conocimiento asociado con la evaluación crítica y del contenido y con la selección instruccional. Estos hallazgos indican que el CDC es un sistema de conocimiento complejo y sugieren que sus diferentes componentes pueden mostrar diferentes velocidades de crecimiento en una actividad de capacitación.

Clermont, Borko y Krajcik (1994) examinan el CDC de profesores de Química, tanto con experiencia como principiantes, que usan como estrategia la enseñanza por demostraciones, ya que esta se considera un componente importante del repertorio pedagógico de los profesores de ciencias y es un área que no está bien desarrollada. Los hallazgos sugieren que los profesores con experiencia, comparados con los noveles, poseen un mejor repertorio adaptacional y representacional para la enseñanza de conceptos fundamentales en Química. También parecen ser más conocedores de la complejidad de las demostraciones químicas, cómo dicha complejidad puede interferir con el aprendizaje y cómo las demostraciones químicas más simples pueden promover mejor el aprendizaje de conceptos.

Veal (1998) realiza un estudio sobre la evolución del CDC de futuros profesores de Química de secundaria sobre aspectos de termodinámica y sus resultados se ubican básicamente en:

- Los futuros profesores desarrollan diferentes tipos de CDC: general, de dominio específico y de tópico específico, los cuales difieren en sus propósitos, usos y aplicaciones (Veal y Makinster, 1999). La velocidad y el grado de desarrollo de cada uno de estos tipos de CDC se encuentra en función de su formación y experiencia anterior.
- El desarrollo del CDC de tópico específico ocurrió antes del de dominio específico.
- Las futuras profesoras demostraron y desarrollaron un entendimiento fundamental de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que servirá como base para el desarrollo de un CDC de dominio específico mayor.

Van Driel, Verloop y De Vos (1998) realizan un estudio empírico enfocado al CDC de un tópico específico: el equilibrio químico. Allí incluyen, además, una revisión de la literatura sobre el CDC de los profesores con respecto a la enseñanza en general y en el dominio de la educación en ciencias. Encuentran que las estrategias de enseñanza identificadas en el estudio no son útiles en un sentido universal, sino

se refieren exclusivamente al tópico involucrado; aún más, como los profesores enseñan tópicos específicos, estas estrategias adicionan un elemento único y valioso al conocimiento básico educacional.

Dawkins y Butler (2001) analizan el CDC de siete estudiantes del profesorado de ciencias del segundo año universitario respecto al concepto de mol. Encuentran que las estrategias empleadas por ellos para la enseñanza tienen marcada influencia de los libros de texto de Química, en los cuales no siempre se manejan los conceptos como los manejan los científicos (no usan, por ejemplo, el término “cantidad de sustancia”). Así mismo hallan que un entendimiento claro del concepto no necesariamente implica que se usen las estrategias más adecuadas para la resolución de problemas relativos a la proporción entre masa y moles.

De Jong, Van Driel y Verloop (2005) realizan una recopilación de los estudios llevados a cabo con un enfoque sobre el conocimiento básico de los profesores de Química, centrándose sobre el conocimiento de la disciplina y el conocimiento de contenido didáctico, esto es, los dos tipos de conocimiento que están determinados por la naturaleza del tema específico enseñado. Estos autores resumen la variedad de aspectos del CDC de los profesores de Química de la siguiente manera:

- Los profesores de Química con insuficiente CDC de temas específicos pueden, en ocasiones, realizar demostraciones de temas específicos que pueden reforzar las concepciones alternativas de los estudiantes.
- Un excelente conocimiento de la disciplina, el conocimiento de cómo aprenden los estudiantes y el conocimiento de representaciones alternativas son requisitos para la selección y el uso de explicaciones analógicas apropiadas y efectivas.
- La selección de una estrategia para la enseñanza de cálculos estequiométricos, por parte de los profesores de Química, no es con frecuencia muy adecuada desde la perspectiva del aprendizaje del estudiante.

De Jong, Van Driel y Verloop (2005), en su último trabajo, analizan el crecimiento del conocimiento de contenido didáctico relativo a la relación macro-micro en la enseñanza de la Química en doce profesores en formación durante el primer semestre de su año formativo como posgraduados. Evalúan su conocimiento de la materia, su experiencia docente con respecto a temas específicos, el conocimiento de las concepciones y las dificultades de aprendizaje estudiantil y su participación en talleres de trabajo específicos.

Treagust y Mamiala (2003), en un trabajo reciente sobre este tema en el bachillerato, se analizan mediante ejemplos cinco tipos de explicaciones que emplean los

profesores durante sus clases introductorias de Fisicoquímica y de Química orgánica, acerca de los tres niveles de representación usados en la Química: el macroscópico, el submicroscópico y el simbólico. Las explicaciones identificadas son:

- *Analógicas*: un fenómeno o experiencia familiar se emplea para explicar algo poco familiar.
- *Antropomórficas*: a un fenómeno se le dan características humanas para hacerlo más familiar.
- *Relacionales*: se usa una explicación que es relevante dada las experiencias personales de los aprendices.
- *Basadas en problemas*: una explicación demostrada a través de la resolución de algún problema.
- *Basadas en modelos*: se utiliza un modelo científico para explicar un fenómeno.

Talanquer, Novodvorsky, Slater y Tomanek (2003) han trabajado vigorosamente en la Universidad de Arizona para poner a punto cursos de formación de profesores para la educación en ciencias. Han incorporado un curso de tres créditos con el nombre de “Métodos de enseñanza del contenido”, que versa precisamente sobre el CDC específico del área de concentración del futuro profesor (Biología, Química, Física o Ciencias de la tierra).

En el contexto colombiano, las Facultades de Educación en Ciencias han ido desarrollando algunos proyectos de investigación en relación con el conocimiento didáctico del contenido. Los antecedentes en Colombia más representativos se han adelantado en investigaciones llevadas a cabo en la Universidad Pedagógica Nacional. Estas son:

- a. “Estudio sobre el conocimiento didáctico del contenido de los profesores de Química en relación con la combustión”, por Ariza y Parga (2008).

En este estudio, se considera en primer lugar la importancia de la selección y secuenciación del contenido que se va a enseñar por parte del profesor en relación con la historia y la epistemología de la Química, para diseñar lo que Mora y Parga (2007) han denominado *tramas histórico/epistemológicas* (THE) como componentes intermediarios del diseño curricular. Para el caso particular de la combustión, se tiene en cuenta la rivalidad de las teorías del flogisto y el oxígeno.

Posteriormente, se preguntan sobre el conocimiento histórico y epistemológico del profesorado, sobre el valor y la importancia que le dan, considerando también los contenidos metacientíficos o metadisciplinarios (propios de la his-

toria y epistemología de la Química) en el diseño curricular antes mencionado, en el que los profesores podrán explicitar, comunicar y estructurar su pensamiento acerca de la ciencia antes de ser enseñado.

Se encuentra que la THE tendrá sentido al articularse con una trama de contenido (que relaciona los conocimientos psicológicos del aprendizaje y el contexto), no a la manera de un concepto estructurante (Mora y Parga, 2008) que requiere de un alto nivel de inclusividad y abstracción para ser llamado estructurante (Aduriz, Izquierdo y Estany, 2002), sino de una trama de conceptos relacionados con la combustión. Ariza y Parga (2008) afirman que se considera la trama de la combustión porque está relacionado con la Química, con la Biología y la Física, así como con contextos sociales, técnicos y cotidianos (relaciones CTS); en tal sentido, se hace interdisciplinar, al igual que para la comprensión de los estudiantes podrá facilitar su desarrollo cognitivo al relacionar el concepto no solamente con fenómenos científicos, sino porque es susceptible de ser analizado desde problemas sociales (por ejemplo, la combustión y los problemas ambientales).

A partir del análisis de los THE establecidos por los profesores de Química presentes en el estudio, Ariza y Parga concluyen que es necesaria la investigación del conocimiento didáctico del contenido curricular en Química si se quiere mejorar la calidad de la enseñanza y la profesionalización docente; además, que las THE y las tramas de contenido evidencian la construcción de un CDC en el profesorado y con ellas se podrá mejorar en el estudiantado la comprensión de temas que, por lo general, se abordan en forma aislada, descontextualizada y sin sentido.

- b. “El conocimiento didáctico del contenido en Química: integración de las tramas de contenido/histórico-epistemológicas con las tramas de contexto/aprendizaje”, por Mora y Parga (2008).

A partir del análisis del contenido de diversas fuentes de información en relación con las tramas de contenido, tramas de contexto y CDC, Mora y Parga (2008) muestran una panorámica general y un marco conceptual de un campo disciplinar reciente que puede contribuir al desarrollo profesional del profesor de Química a partir de distintos indicadores explicitados desde los trabajos de varios grupos centrados en el desarrollo de “gradientes evolutivos” de las ideas del estudiantado y profesorado. Además, concluyen:

- En relación con el conocimiento didáctico del contenido, se demostró que el concepto ha permitido contribuir a entender la didáctica de las disci-

plinas (Química, en este caso) como un campo disciplinar dedicado a la enseñanza de los contenidos, aunque no ha tenido un desarrollo tan óptimo si se compara con las investigaciones a nivel de conocimiento sobre la disciplina. El CDC permite procedimientos de formación inicial y permanente del profesorado que pueden ser interpretados desde distintas visiones como las de transformación, transposición e integración, ya que el CDC posibilita diálogos entre el conocimiento disciplinar, histórico y epistemológico con el conocimiento psicopedagógico y contextual.

- En relación con las formas de identificar el CDC, se constató, en primer lugar, algunas propuestas reconocidas que consisten en articular el diseño, la acción y la reflexión del profesorado como medio de evaluación y desarrollo profesional docente, por ejemplo, aquellas que articulan los repertorios de contenido (ReCo), con los repertorios de experiencia profesional didáctica (ReEpd), que se preocupan por las distintas variables que afectarían el aprendizaje constructivista de los contenidos; en segundo lugar, aquellas centradas en y preocupadas por la formación de competencias o desempeños del estudiante (EpC), para lo cual se muestran gradientes de evolución de las ideas del estudiantado en cuatro niveles y, para ello, el profesorado diseña el currículo en torno a hilos conductores, temas generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación continua; y en tercer lugar, se presentan los ámbitos de investigación profesional docente (AIP) mediante los cuales se muestran tres niveles de desarrollo profesional docente.
- En relación con el diseño de tramas evolutivas del aprendizaje de los estudiantes en Química general, se proponen las tramas didácticas previas al diseño de unidades de enseñanza como un proceso de articulación de las tramas disciplinares e histórico-epistemológicas con tramas psicopedagógicas y contextuales, con el fin de mejorar la relación enseñanza-aprendizaje en el estudiantado de Química, mostrando un ejemplo concreto para el caso del concepto estructurante del cambio químico.

Lo anterior muestra cómo, si bien las investigaciones sobre el conocimiento didáctico del contenido no son nuevas, al menos en el contexto colombiano aún son muy incipientes. Esta ha sido una de las razones del interés por investigar esta alternativa de formación de profesores de ciencias pero adicionando un carácter diferenciador: indagar sobre las posibilidades de desarrollo del CDC desde la perspectiva teórica del *cambio didáctico*.

Capítulo dos

El cambio didáctico y el desarrollo de competencias profesionales docentes en profesores universitarios de Química

Una de las líneas de investigación de interés en la didáctica de las ciencias experimentales tiene que ver con la formación inicial y continuada de profesores de ciencias. Desde ella, una cuestión relevante es la reflexión argumentada sobre todo aquello que se considera significativo en relación con lo que han de saber y saber hacer los profesores de ciencias (Gil, 1991).

El auge y la expansión de resultados de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales nos llevan a considerar con toda atención la problemática asociada con la formación de los profesores de ciencias, pues es indudable que en ellos recae la puesta en práctica de dichos resultados. De hecho, poco conseguiríamos para la mejora de la enseñanza y, por ende, para la formación de personas con mejores actitudes y conocimientos en ciencias si no se conectan apropiadamente los resultados de la investigación en enseñanza de las ciencias con la práctica docente.

Las tesis constructivistas que fundamentan buena parte de la investigación y de la innovación en la didáctica de las ciencias experimentales consideran el aprendizaje de las ciencias como cambios, muchas veces radicales y fuertes, respecto a ideas, representaciones, actitudes y prácticas previas, muchas veces referidas en el lenguaje y en los esquemas de acción utilizados. Consideramos, en consecuencia, que el aprendizaje del cuerpo de conocimientos de la didáctica de las ciencias por parte del profesorado de ciencias sigue la misma ruta. De aquí la importancia de considerar las ideas docentes previas de los profesores como punto de partida para favorecer aprendizajes sobre la enseñanza de la ciencia, entendidos como cambios didácticos.

Hoy es posible referirnos al desarrollo profesional del profesorado mediante la consolidación y puesta en práctica de competencias docentes (Zabalza, 2003); de

igual forma, desde perspectivas constructivistas en didáctica de las ciencias, nos referimos al aprendizaje como cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991). El logro de competencias docentes se asocia entonces con cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales en los profesores de ciencias, relacionados con el conocimiento teórico y práctico elaborado desde la investigación en didáctica de las ciencias y que pueden considerarse, en suma, como cambios didácticos.

La comprensión del cambio didáctico ha implicado interesantes debates en la línea de investigación en formación de profesores de ciencias y se han planteado las condiciones necesarias para su desarrollo desde la perspectiva de la epistemología docente y de su relación con la práctica docente (Bell, 1998; Carnicer y Furió, 2002; Tobin y Espinet, 1989; Briscoe, 1991; Porlán, 1989).

La epistemología personal docente la componen, por una parte, los aspectos conceptuales de las teorías sobre la ciencia y la enseñanza de las ciencias y, por otra, los aspectos actitudinales hacia las ciencias, hacia la enseñanza de las ciencias y hacia las implicaciones sociales de las ciencias (Pozo y Gómez-Crespo, 2000). Simpson, Kobala, Oliver y Crawley (1994) muestran cómo las actitudes conforman un plano cognitivo en tanto nos ayudan a comprender y hacer explícitas nuestras ideas, creencias, valoraciones y posturas para tomar decisiones. En suma, la epistemología docente integra aspectos cognoscitivos sobre el conocimiento acerca de la enseñanza y el aprendizaje, y aspectos cognitivos sobre lo que creemos y valoramos al planificar y predisponernos a enseñar.

La epistemología docente interactúa de manera interdependiente con la práctica docente y ambos aspectos de la actividad docente dan sentido a las competencias docentes que favorecen el desarrollo profesional de los profesores de ciencias. El continuo saber, saber hacer y hacer en los profesores de ciencias tiene que ver, en consecuencia, con los aprendizajes sobre los aspectos conceptuales, actitudinales y metodológicos en la enseñanza de las ciencias. Por consiguiente, un aprendizaje significativo y relevante en este caso acerca de la enseñanza de las ciencias supone adecuadas relaciones entre lo que los profesores de ciencias sabemos, lo que creemos acerca de lo que sabemos, las decisiones que tomamos a partir de lo que sabemos y creemos, y lo que en la práctica efectivamente hacemos. En general, configuran el *ser* del docente.

Como punto de partida para reconocer el cambio didáctico, debe considerarse y analizarse críticamente el pensamiento docente espontáneo de los profesores, pues al igual que los estudiantes, pensamos, sentimos y actuamos con ideas ya apropiadas

(ideas previas). Por tanto, es posible considerar un cierto paralelismo en la manera como aprenden ciencias los alumnos y la manera como aprendemos los profesores los conocimientos conceptuales y prácticos relativos a la enseñanza de las ciencias. Por tanto, desconocer los conocimientos y las prácticas docentes previas puede constituirse en obstáculos para el desarrollo de cambios didácticos. Si el desarrollo de competencias científicas es posible a través del cambio conceptual, actitudinal y procedimental de quienes aprenden ciencias, es lógico suponer que el desarrollo de competencias profesionales docentes se ve favorecido cuando se propician cambios didácticos respecto a concepciones y prácticas habituales de sentido común sobre la docencia.

Pero, ¿qué tan avanzada se encuentra la formación de los profesores de ciencias sobre los aspectos que fundamentan las concepciones y las prácticas sobre la enseñanza? En países como Colombia, muchos profesores, especialmente aquellos encargados de la formación inicial de profesores de ciencias, no han incurrido explícitamente en el campo de la didáctica de las ciencias, pues su formación inicial ha estado centrada en la formación en ciencias (Mosquera, 2001). Sin embargo, tal y como lo refieren Garrett, Satterly, Gil y Martínez-Torregrosa (1990), a pesar de que los profesores no posean conocimientos didácticos explícitamente elaborados, no debemos olvidar la experiencia que desde su vivencia como estudiantes han adquirido, así como su propia experiencia empírica docente. Por ello, no es posible pasar por alto la urgente necesidad de una formación inicial y continuada de profesores de ciencias que aproxime a los resultados de la investigación actual en didáctica de las ciencias, aprendiendo sobre este nuevo campo de conocimientos como precisamente el propio campo viene suponiendo ha de ser la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Mientras que la ciencia requiere de la investigación rigurosa, del planteamiento de problemas relevantes, del diseño de experimentos en muchas ocasiones con altos grados de desarrollo tecnológico, del análisis cuidadoso de resultados siguiendo tratamientos estadísticos e informáticos de alta complejidad, la enseñanza de la ciencia, por su parte, pareciera solo requerir del dominio de unas cuantas técnicas o métodos sobre el trabajo en el aula y sobre cómo mantener la atención de los estudiantes (Mosquera, 2001). Se corrobora así una idea espontánea de los profesores de ciencias bastante extendida y bien caracterizada por investigaciones precedentes. Se trata del supuesto de que enseñar es fácil. Con ello queda demostrado que, en su inmensa mayoría, los profesores de ciencias desconocen los avances recientes logrados en la investigación en didáctica de las ciencias y concretamente los del campo específico de la formación docente. En sentido positivo, vemos cómo la línea de investigación en formación de profesores puede aportar sensiblemente al desarrollo

de una educación científica para todas y todos (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2002) y, al mismo tiempo, favorecer el interés por seguir programas de formación científica o de formación como profesores de ciencias.

Si se trata de poner en práctica los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias con los profesores de ciencias, debemos suponer que las transformaciones significativas en las concepciones y prácticas de los profesores de ciencias contribuyen a vivenciar y fundamentar en los estudiantes formas alternativas de pensar, sentir y actuar. Seguramente, profesores de ciencias formados más cercanamente a las expectativas de lo que ha de ser la educación científica contemporánea podrían favorecer una enseñanza de las ciencias más próxima al sentido actual de “alfabetización científica” y, por tanto, más alejada a una idea de “preparación propedéutica”.

De aquí el interés de considerar como fundamental lograr contribuir a superar en los profesores la idea de que enseñar es fácil y que es cuestión de sentido común, que no exige rigurosidad, sino aplicaciones metodológicas aprendidas más por impregnación ambiental desde su experiencia como estudiantes (Gil, 1991). Por ello, la formación inicial y continuada de profesores de ciencias ha de ser consistente con los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias y ha de ser a la vez eficaz para el desarrollo profesional de los docentes. En tal sentido, es necesario integrar en un continuo-coherente las relaciones teoría-práctica, en las que se concibe al profesor como un aprendiz novato, tanto de las investigaciones, como de las innovaciones en problemas referidos a la enseñanza de las ciencias y en su participación activa en modelos conceptuales y metodológicos propios de la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, estos modelos alternativos empleados para la formación de profesores no solo han de apoyarse en el cuerpo de conocimientos didácticos, pues ha de considerarse también la puesta en práctica de nuevas formas de enseñar y aprender. Por tanto, la formación inicial y permanente del profesorado no puede reducirse a programas en los que se trasmitan nuevas ideas sobre el trabajo en el aula, ya que no estaríamos favoreciendo el desarrollo de perspectivas innovadoras en la enseñanza.

Una línea prioritaria que se viene desarrollando ampliamente tiene que ver con la formación inicial y continuada de los profesores de ciencias. Desde esta perspectiva, el profesor es considerado como un profesional de la educación y, para el caso particular del profesorado de ciencias, un especialista en el dominio de un cuerpo de conocimientos didácticos sobre la educación científica. Ya desde el *Handbook* editado por Gabel (1994), es posible encontrar un capítulo titulado “Research on Science Teaching Education”, en el cual se hacen referencias a investigaciones sobre la formación del profesorado de ciencias; igualmente, en el *Handbook* editado por Fraser y Tobin (1998),

se encuentra un amplio apartado —“Teacher Education”—, dedicado por completo a mostrar avances en las investigaciones sobre la formación inicial y continuada de los profesores de ciencias. En la obra editada por Perales y Cañal (2000), Porlán, Rivero y Martín del Pozo abordan aspectos importantes en la actualidad relacionados con investigaciones en formación de profesores; así mismo, en las memorias del segundo congreso de la ESERA (Behrendt, Dahncke, Duit, Gräber, Komorek, Kross y Reiska, 2001), hay un capítulo especial dedicado a estos temas: “Teacher Conceptions”.

Uno de los casos particulares que ha llamado la atención de los investigadores es el estudio de las preconcepciones docentes o lo que hoy en día denominamos concepciones docentes de sentido común. El desarrollo de la didáctica de las ciencias como cuerpo de conocimiento nos ha permitido paulatinamente evidenciar cómo hoy en día ya se encuentran en desarrollo nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los cuales emergen como alternativas a los modelos convencionales y procuran una enseñanza que apunta a cambios conceptuales simultáneos junto con cambios de naturaleza metodológica y actitudinal, mediados por la actividad constructiva consciente de los sujetos que aprenden. Como lo sugieren Linn (1987), Duschl y Gitomer (1991), Jiménez y Sanmartí (1997), Porlán (1998) y Gil et al. (1991), todo ello apunta a la necesidad de desarrollar y evaluar nuevos métodos de formación del profesorado de ciencias.

Desde entonces, encontramos investigaciones que hacen referencia al estudio de las concepciones científicas y didácticas del profesorado y su papel en la formación inicial y permanente. También Porlán (1998) propone la necesidad de diseñar y experimentar propuestas de formación del profesorado tomando como referencia los avances en nuevos modelos didácticos, de forma tal que, desde su experiencia docente, experimenten hipótesis curriculares que puedan superar problemas que plantea el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Munby y Russell (1998) hacen referencia a la importancia de la investigación en formación del profesorado de ciencias, entendida como la construcción de un conjunto de conocimientos básicos para enseñar; de igual forma, Porlán y Rivero (1998) hacen referencia a la formación del profesorado de ciencias basada en el conocimiento profesional del profesor. En términos similares, se refiere Izquierdo (1999) acerca del conocimiento profesional del profesor de ciencias y autores como Kyle, Linn, Bitner, Mitchener y Perry (1991), Furió (1994), Furió y Gil (1999) y Mellado y González (2000) refuerzan la idea de la formación del profesor basados en la metáfora del profesor como investigador.

La literatura en didáctica de las ciencias ha resaltado que uno de los principales obstáculos al cambio didáctico está en “lo que ya sabe” el profesor respecto al pro-

ceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de manera que, desde la perspectiva de una didáctica de las ciencias innovadora, contemporánea y de orientación constructivista, la investigación sobre el cambio en la actitud de los profesores de ciencias puede ser una alternativa prometedora que conduzca a la reorientación de los currículos para la formación inicial de los profesores de ciencias, así como para la revisión y recontextualización de los criterios y estándares de su formación continuada.

En efecto, si los profesores de ciencias elaboramos conscientemente concepciones explícitas sobre la ciencia y sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y, a su vez, comprendemos, identificamos y justificamos, nuestras actitudes y nuestros valores en la enseñanza y el aprendizaje, haciendo balances críticos, podemos alcanzar umbrales para identificar abiertamente la estructura de nuestra epistemología personal docente como paso fundamental para comprender sus obstáculos asociados y que pueden, en un momento dado, desfavorecer el desarrollo de prácticas docentes alternativas. En otras palabras, una investigación desde la didáctica de las ciencias sobre formación de profesores, dirigida además hacia la consecución de cambios didácticos, no basta con limitarla a que los profesores conozcan nuevos modelos metodológicos. Se requiere, por el contrario, que el profesorado intervenga activamente, sea consciente de sus propias limitaciones y desarrolle prácticas docentes alternativas a la luz de nuevas orientaciones disciplinares basadas en estudios críticos y rigurosos. Ello implica que es el propio profesorado el que debe identificar y cuestionar argumentadamente su epistemología docente habitual para dar cuenta de las necesidades de cambios y de nuevas expectativas sociales vistas desde la educación científica.

El reconocimiento de la estructura teórica de la disciplina que enseñamos los profesores de ciencias, incluidos sus aspectos históricos, epistemológicos, sociológicos y psicológicos, relacionados con diversas concepciones sobre didáctica de las ciencias, y al mismo tiempo, el desarrollo de actitudes positivas hacia la investigación y la innovación en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, nos permitiría, en general y en suma, comprender que nuestros comportamientos o esquemas de acción en el aula no son el resultado de una labor empírica ingenua y, por tanto, desprovista de organización teórica, sino que, por el contrario, se encuentra sustentada en paradigmas científicos, filosóficos y didácticos complejos, aunque en ocasiones implícitos, desde los cuales es posible explicar aún los modelos más tradicionales empleados por los profesores en la enseñanza de las ciencias.

Se espera entonces favorecer con esta investigación un cambio didáctico en profesores universitarios de Química, encargados de la formación inicial de profesores;

cambios que implican pasar de una epistemología personal y una práctica docente personal, basada en modelos hegemónicos y tradicionales de la enseñanza de la Química, a una epistemología y una práctica docentes más próximas a modelos de enseñanza de la Química de orientación constructivista, entre los cuales, y para el caso particular de la presente investigación, nos referimos al modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación dirigida.

Todo ello permitiría al profesorado de ciencias pasar a desarrollar y a actuar en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en coherencia con nuevas concepciones, nuevas actitudes y nuevas posibilidades de práctica docente, más cercanas a modelos de enseñanza que han resultado ser o, aparentemente, nos han dado mejores resultados para explicar y afrontar problemas asociados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, haciendo un repaso a esta problemática en Colombia, encontramos que aún el profesorado encargado de la formación inicial de profesores de ciencias y los profesores de ciencias desconocen los avances que, desde la didáctica de las ciencias, se han hecho en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y, por tanto, al no incorporar en su práctica y en sus concepciones docentes modelos teóricos y metodológicos distintos a los habituales, no suponen la enseñanza como un problema y, por tanto, esta se replica de manera acrítica y repetitiva.

No debemos olvidar que es desde los años ochenta que resurge la necesidad de reorientar los modelos de enseñanza en la educación científica, debido a la emergencia, por una parte, de diversas posturas contemporáneas sobre la naturaleza de las ciencias y, por otra parte, a los avances en las ciencias de la educación y en la psicología del aprendizaje, factores que condujeron al desarrollo de la didáctica de las ciencias como disciplina que da cuenta de la problemática asociada con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Martínez-Terrades, 1998). Estos factores conducirían al desarrollo de modelos constructivistas sobre la enseñanza y el aprendizaje, los cuales se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Lo que hay en el cerebro de quien aprende tiene importancia. La mente de los alumnos no es un recipiente vacío que se llena progresivamente con conocimientos a medida que van progresando en su experiencia como estudiantes; por el contrario, la eficacia de la enseñanza depende fundamentalmente de sus conocimientos previos y también de sus actitudes y concepciones sobre el mundo. Las ideas previas de los estudiantes, en este sentido, no solamente son de origen escolar, sino también de origen extraescolar, es decir, se explicitan por las experiencias propias del individuo, independientemente

de su grado de escolarización, y le dan luces para aproximarse a la interpretación de un problema, incluso desde el punto de vista de sentido común.

2. La evolución del conocimiento no es lineal y se conoce contra conocimientos anteriores (Bachelard, 1938). En el desarrollo mental de los estudiantes, se pueden apreciar estadios de pensamiento, sin embargo, estos estadios tienen estructuras lógicas diferentes que se traducen en modelos de razonamiento. La eficacia del aprendizaje está en gran medida definida por el nivel de desarrollo cognitivo del estudiante, el cual se potencia dependiendo de la naturaleza del conocimiento aplicado y de sus conocimientos o experiencias. Teniendo en cuenta que el conocimiento científico no progresa en forma acumulativa, sino más bien por rupturas paradigmáticas (Kuhn, 1962), por competencia entre programas de investigación (Lakatos, 1978) o por evolución y desarrollo de conceptos en nichos teóricos favorables (Toulmin, 1972), es comprensible suponer que el acto de aprender implica cambios débiles o fuertes entre formas de razonamiento, ya sea al contrastar puntos de vista desde el conocimiento cotidiano en relación con conocimientos científicos o, incluso, al contrastar puntos de vista entre diferentes teorías científicas. En general, con estas tesis se pretende explicar los paralelismos existentes entre los cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales que caracterizan el desarrollo de los conocimientos científicos, y los cambios en las formas de pensar, sentir y actuar que hemos de desarrollar al momento de apropiarnos nuevas formas de comprender la realidad debido al aprendizaje de conocimientos científicos.
3. Quien aprende construye activamente significados. Todo conocimiento es construido por el individuo cuando interacciona con el medio y trata de comprenderlo utilizando lenguajes cada vez más precisos. El conocimiento no es una simple internalización automática de la información que nos llega desde el entorno natural o social; es una construcción individual y social de las personas cuando buscamos hacer representaciones e interpretaciones adecuadas en relación con los fenómenos que estudiamos.
4. Aprender significativamente supone establecer relaciones. Los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se interrelacionan de múltiples formas. En el acto del aprendizaje significativo, las personas no conectamos acríticamente una nueva noción como una especie de “adición al glosario de términos”, sino que, por el contrario, generamos significados cuando somos capaces de conectar adecuadamente la información que tenemos con la nueva información

que estamos aprendiendo. Esto nos dice que los esquemas mentales ya existentes en los seres humanos pueden ser modificados y reorganizados dependiendo del nivel de aprendizaje. La apropiación de conocimientos no solamente se debe a los resultados de nuestras experiencias curriculares en la escuela, ya que también se da por nuestras experiencias cotidianas respecto a lo que ocurre en el mundo físico y vivo, objetos de estudio de la educación científica.

5. Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje. El aprendizaje requiere que los individuos potenciemos estrategias metacognitivas, es decir, que seamos conscientes de lo que aprendemos, de los cambios de orden conceptual, metodológico y actitudinal que vivenciamos al poder explicar una cierta porción de la realidad desde perspectivas diferentes, y ante todo, de la necesidad de desarrollar actitudes positivas hacia el conocimiento y el aprendizaje como alternativas para predisponernos de mejor forma en los procesos de aprendizaje.
6. El aprendizaje significativo requiere una serie de condiciones o situaciones problemáticas de interés. Para poder construir activamente significados a partir de cualquier experiencia, es absolutamente necesario que esta se vea influenciada por una serie de variables que permitan poner en cuestión nuestros esquemas conceptuales y metodológicos precedentes; en tal sentido, los factores que más importancia tienen en el aprendizaje son la propia autoestima del estudiante y su interés por desarrollar actividades de aprendizaje cada vez más significativas para ellos.
7. El aprendizaje significativo requiere una serie de condiciones. Además de las actitudes que el estudiante debe generar para un adecuado proceso de aprendizaje, también es necesario que se hagan esfuerzos por aprender nuevos conocimientos, lo que quiere decir que se requiere consciencia para comprender que nuestras ideas previas pueden, en un momento dado, ser contradichas. Buscar contradicción entre conocimientos, ideas, creencias y metodologías previas en relación con nuevos conocimientos, ideas, creencias y metodologías, es un factor importante que se requiere en el aprendizaje significativo. En general, es preciso tener en cuenta que, entre más rica sea la red cognitiva de los estudiantes, mayores serán las posibilidades para que ellos puedan construir mejores y nuevos significados.
8. Los conocimientos que se aprenden no solamente son de naturaleza conceptual. Es importante clarificar los contenidos de conocimiento científico que deben ser aprendidos en un proceso de enseñanza y aprendizaje teniendo

en cuenta que los contenidos en la ciencia no son solamente conceptuales, sino también metodológicos y actitudinales, ya que esta expresión del conocimiento humano no es solamente un conjunto de teorías y, en ellas, principios, leyes y conceptos, sino una forma particular de proceder y actuar ante el mundo. Ello implica que nuestra interacción con la realidad no sólo se da con herramientas teóricas, sino también, y simultáneamente, con metodologías específicas dependientes de los modelos teóricos empleados (son la aplicación concreta de las teorías) y con predisposiciones derivadas de los modelos teóricos que orientan esta interacción y que determinan nuestras ideas, creencias, grados de aceptación o rechazo y tomas de decisiones.

En consecuencia, aprender ciencia va mucho más allá que aprender significativamente contenidos conceptuales, ya que también implica aprender para cambiar actitudes y metodologías. A este respecto, Bachelard (1938) afirmaba que aprender ciencia no es adquirir una nueva cultura experimental, sino cambiar de cultura experimental. Así las cosas, el aprendizaje de las ciencias no solo persigue modificaciones en lo que debemos saber sobre el mundo, sino también en lo que podemos y debemos saber hacer y hacer en relación con problemas determinados de interés desde las perspectivas de los conocimientos científicos.

Las ideas docentes de sentido común y explicitadas desde una epistemología docente cotidiana nos pueden ayudar a identificar algunos factores relacionados con lo que han de saber y saber hacer los profesores de ciencias y que, en el contexto de esta investigación, los describimos en términos de ejes de la actividad profesional del profesor de ciencias. Cuando nos referimos a estos ejes, estamos, de alguna manera, presentando una taxonomía de la estructura fundamental de lo que es en sí misma la epistemología del profesor de ciencias.

La epistemología docente está conformada por tres ejes indelegables en la profesión del profesor y que se corresponden entre sí a la manera de un sistema complejo. El eje conceptual corresponde al conjunto de conocimientos que un profesor, en este caso, un profesor de Química, ha de *saber* en relación con la disciplina que enseña y otras disciplinas conexas desde las cuales se investiga, empleando los paradigmas de la Química (Física, Biología, Matemática, etc.); también con conocimientos asociados para comprender la naturaleza de la Química a partir de conocimientos sobre la naturaleza de las ciencias (Filosofía e Historia de las ciencias); finalmente, en este eje, ubicamos el otro gran bloque de conocimientos necesarios en un profesor y que ha sido olvidado en muchos modelos de formación de profesores: se trata de los conocimientos asociados con la didáctica de las ciencias experimentales.

Así pues, en el eje conceptual, encontramos: a) las estructuras teóricas de conocimientos que el profesor debe saber, de forma tal que se trata de conocimientos que corresponden a relaciones de conceptos, principios, leyes y axiomas propios de las teorías científicas y que tienen sentido en la medida en que el profesor, de manera simultánea y conexa, también reflexiona usando para ello; b) conocimientos propios sobre la estructura interna de las teorías científicas, es decir, activando sus saberes en torno a la filosofía de la ciencia desde la cual se integran componentes como la epistemología y la historia de la ciencia. Estos conocimientos, imprescindibles para una práctica docente innovadora, están directamente relacionados con la reflexión sobre el origen, el desarrollo y la estructura del conocimiento científico y, por tanto, en forma general, sobre la naturaleza de las ciencias, que Izquierdo (1996) denomina “la nueva historia y filosofía de la ciencia”.

En el eje conceptual necesario para la actividad profesional de un profesor de ciencias, se establece entonces el andamiaje teórico que permite al profesor la fundamentación necesaria para comprender los conceptos y los principios generales de los paradigmas de la Química, elementos “visibles” de la ciencia que son su propio objeto de enseñanza, y también los conocimientos “implícitos” que dan cuenta al profesor de cómo los conocimientos científicos se han producido, cómo se han transformado, cómo son validados por parte de las comunidades académicas especializadas, cómo se suelen aceptar y rechazar. En general, se trata de la reflexión proveniente de los aportes de la Filosofía, la Epistemología y la Historia de la ciencia. Se trata de un bloque de conocimientos, indispensable en la estructura conceptual de la actividad profesional del profesor de ciencias, que habitualmente se ha ignorado y que explica, en buena medida, las razones de una enseñanza de las ciencias centrada casi exclusivamente en la transmisión de teorías y conceptos, cuya esencia filosófica corresponde a posturas empiristas y positivistas de la ciencia y sus soportes psicológicos al paradigma conductista y behaviorista.

El otro componente del eje conceptual corresponde al conocimiento del profesor de ciencias en relación con los saberes propios de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, saberes que dependen fundamentalmente de su conocimiento e implicación sobre los resultados que se han venido produciendo desde la didáctica de las ciencias experimentales. Al igual que sucede con el conocimiento químico, el cual a lo largo de su desarrollo ha requerido de interrelaciones con otros campos de conocimiento, la didáctica de las ciencias, además de su desarrollo intrínseco, ha venido ampliando sus relaciones transdisciplinarias e interdisciplinarias con otros campos de conocimiento interesados en resolver problemas educativos y particularmente de la educación científica, tales como la Psicología cognitiva, la Sociología y la Pedagogía.

El segundo gran eje de la actividad profesional del profesor de ciencias es el actitudinal, el cual nos da cuenta de las predisposiciones de un profesor hacia la enseñanza de las ciencias. Nos da pautas para reconocer lo que debemos *ser*, *saber hacer*, *querer saber* y *querer hacer* los profesores de ciencias. Desde este eje podemos a) comprender el conjunto de ideas y creencias que el profesor manifiesta y asume en relación con la investigación y la innovación en la enseñanza de las ciencias. De igual modo, también nos ayuda a b) identificar el sistema de valores y principios que el profesor de ciencias explicita cuando define grados de aceptación o rechazo hacia sus actividades propias como enseñante o hacia las actividades que otros colegas desarrollan en el acto educativo, así como a valorar y, desde allí, a aceptar o rechazar resultados de la investigación y la innovación en educación científica. Finalmente, el eje actitudinal se constituye en patrón para c) comprender las decisiones que el profesor toma al diseñar, desarrollar y evaluar actividades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, las cuales nos permiten identificar y prever esquemas de acción que son, en últimas, los que nos ayudan a identificar en la práctica las concepciones que, sobre la ciencia, la naturaleza de la ciencia y la enseñanza de la ciencia utiliza el profesor para adelantar su *praxis* educativa.

Los dos ejes citados anteriormente (el conceptual y el actitudinal), es decir, la estructura conceptual del conjunto de conocimientos que el profesor debe saber y las actitudes y esquemas de acción que se pueden derivar de dichos conocimientos que nos dan cuenta de lo que el profesor debe ser, saber hacer, querer saber y querer hacer, corresponden a “la epistemología docente”. Dicha epistemología puede caracterizarse como una epistemología docente habitual o renovada según sean los fundamentos conceptuales y los esquemas de acción empleados por el profesor de ciencias.

La epistemología docente, bien sea habitual o transformada, o que se encuentre en camino de transformación, es la que sustenta en sí misma el tercer eje de la actividad profesional del profesor: su práctica docente. Así pues, si encontramos rutas curriculares fructíferas que favorezcan cambios en la epistemología docente, es decir, en las concepciones y en las actitudes del profesor de ciencias, probablemente nos sería más fácil coadyuvar a transformar las prácticas docentes de forma tal que contribuyan a mejores resultados en el aprendizaje de las ciencias, tanto en el orden cognitivo y metacognitivo (niveles de aprendizaje y estilos de razonamiento), como en el social y cultural (alfabetización científica).

Visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica que se transmiten en la enseñanza

Las ideas previas de los docentes en relación con la enseñanza y el aprendizaje resultan ser, en consecuencia, absolutamente necesarias para reconocer la estructura de la epistemología docente del profesorado, que como hemos indicado, no solamente hacen referencia a los conocimientos y concepciones sobre el conocimiento científico que manifiestan los profesores, sino también al conocimiento y a las concepciones que develan en relación con la enseñanza de las ciencias; concepciones que son justamente las que hay que poner en evidencia, explicitarlas permanentemente en un programa de formación de profesores como el que aquí se propone, para que sean los principales indicadores que den lugar a que los profesores comprendan hasta dónde han cambiado sus actitudes y sus concepciones con respecto a la actividad docente; actitudes y concepciones que deberían referirse necesariamente a replantear concepciones y posturas epistemológicas relacionadas con el conocimiento científico y con los conocimientos asociados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Como parte del inventario de ideas previas docentes elaboradas a través del desarrollo de diversas investigaciones dedicadas a la formación del profesorado, así como la explicitación de algunas de las concepciones contemporáneas en relación con aspectos conceptuales cruciales en educación científica, se hace necesario revisar, dentro de la estructura de la epistemología docente habitual, el supuesto por parte de los profesores universitarios de ciencias de que las principales necesidades formativas están centradas exclusivamente en conocimientos cada vez más rigurosos y más profundos de la propia asignatura que se enseña, es decir, que la principal necesidad formativa del profesor debería apuntar a tratar conocimientos disciplinares objeto de referencia en el acto educativo.

Poco se comprende la importancia de incorporar, en este bagaje de conocimientos necesarios para una práctica profesional de mayor calidad, conocimientos en didáctica de las ciencias, porque se supone que aprender o mejorar la práctica de la enseñanza de las Ciencias físicas, las Ciencias químicas o las Ciencias biológicas simplemente requiere de un conocimiento cada vez más riguroso de estas teorías, ya que se supone que enseñando bien, es decir, transmitiendo adecuadamente los conocimientos de estas disciplinas, se logran excelentes resultados en el aprendizaje de los estudiantes. Se olvidan las diferencias sustanciales entre la epistemología propia de los conocimientos científicos en relación con la epistemología propia de los conocimientos en educación científica, ya que si bien guardan estrecha relación entre ellos, no se pueden olvidar las diferencias debidas a los contextos, las finalida-

des y las características de las prácticas profesionales que implican la investigación científica propiamente dicha y la investigación específica dirigida al logro de aprendizajes de conocimientos científicos.

Trabajos precedentes como los realizados por Matthews (1998) demuestran cómo, en muchos casos, se puede encontrar que la organización y la secuencia curricular de los contenidos científicos que se enseñan son incoherentes e incompatibles con los desarrollos históricos de estos contenidos científicos. En general, se asumen secuencias de contenidos basadas en la simplicidad hasta alcanzar mayores niveles de complejidad, cuando efectivamente estudios históricos demuestran muchas veces que el desarrollo de conocimientos científicos no ha seguido una evolución lineal en búsqueda de mayores niveles de profundización y complejidad, como se muestra en muchas secuencias de contenidos en los currículos de ciencias.

Desde una perspectiva histórica y epistemológica, como fundamento para la organización de contenidos científicos desde un enfoque didáctico que supera la simple transmisión verbal de conocimientos, la enseñanza de las ciencias no debería reducirse a abordar temáticas con finalidades propedéuticas que van desde lo más simple hasta lo más complejo, para que una vez abordadas no vuelvan a ser tratadas, sino, por el contrario, a proponer la resolución de problemas de interés que pueden ser retomados en la medida que los estudiantes avanzan en sus ciclos de formación e integran conocimientos que probablemente impliquen retomar otros que históricamente se habían dejado olvidados o no se les había prestado la atención suficiente.

No debe olvidarse que el desarrollo de muchas teorías o de diversos conceptos científicos ha implicado el desarrollo de teorías o conceptos colaterales y que, en general, un programa de investigación científico no siempre se desarrolla de manera “pura”, pues se requiere de los avances hechos en el programa o en otros, en procura de resolver problemas para lograr la comprensión y respuesta exitosa ante un reto explicativo planteado por la ciencia. De igual forma, dado el proceso mismo de construcción permanente que caracteriza la ciencia debido a la constante actividad científica, los resultados logrados siempre tienen el carácter de provisionales, pues estos cambian en la medida que, al requerirse la resolución de nuevos problemas o al desarrollarse nuevos marcos teóricos, se reelaboran explicaciones, argumentaciones teóricas, modelos experimentales o innovaciones técnicas y tecnológicas. De aquí la importancia y uno de los valores más significativos de los aportes de las investigaciones en Historia de las ciencias a la didáctica de las ciencias.

Desde esta perspectiva, según concepciones habituales de la epistemología docente, sólo se necesitaría conocer adecuadamente los contenidos de la asignatu-

ra que se enseña, sus niveles de complejidad y transmitir lo mejor posible dichos contenidos (que casi siempre se reducen a los puramente conceptuales, dejando de lado los contenidos actitudinales y metodológicos que también hacen parte de las concepciones científicas). No se tienen en cuenta los desarrollos actuales de la epistemología de las ciencias y quizás, mucho menos, la estructura del desarrollo histórico de los conocimientos científicos. En consecuencia, no se hace necesario integrar los conocimientos científicos y sus perspectivas epistemológicas e históricas en el contexto del cuerpo conceptual propio de la didáctica de las ciencias, contexto desde el cual, a partir de investigaciones en el ámbito de la formación de profesores de ciencias, vienen demostrándose evidencias tanto teóricas como experimentales de la escasa efectividad que tiene la enseñanza de las ciencias centrada exclusivamente en la transmisión acrítica de contenidos conceptuales.

Teniendo en cuenta lo anterior, un programa eficaz de formación de profesores de ciencias debe determinar el conjunto de conocimientos, actitudes y habilidades prácticas que los profesores han de manifestar y explicitar para desarrollar cambios en cuanto a lo que venimos denominando como cambios didácticos, los cuales no son posibles de desarrollar si no se tiene en cuenta, como punto de partida, la epistemología docente y la práctica docente habitual que soporta tanto los conocimientos, como las destrezas básicas asociadas.

La práctica docente resulta entonces ser la manera más explícita de corroborar la epistemología docente de forma tal que esta, a su vez, se constituye en la base fundamental a nivel conceptual y a nivel actitudinal que da pie para comprenderla. Así las cosas, estos dos grandes bloques que configuran la actividad profesional del docente (epistemología y práctica) y que, por tanto, permiten identificar las competencias profesionales de un profesor de ciencias, no se estudian como dos elementos separados, sino, por el contrario, se relacionan a la manera de un sistema complejo. A partir de la comprensión de las actividades que los profesores programan, organizan y ejecutan en el aula de clase, es posible identificar concepciones, ideas, creencias y juicios de valor que sobre la ciencia asume el profesor, así como también es posible identificar sus concepciones, creencias y valores acerca de la investigación científica, de las relaciones entre la investigación científica y la investigación en el aula de clase como medio para el aprendizaje de las ciencias, del papel de la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias, etc.

Por supuesto que se comprende que un intento de transformación en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de ciencias, si bien puede ser alternativa de mejora en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias,

también debe dejar las puertas abiertas para considerar otros posibles aspectos de carácter institucional e, incluso, de políticas educativas que desempeñen un papel preponderante en este propósito. De hecho, consideramos aquí que una transformación significativa de cara a mejorar el aprendizaje de los estudiantes es un asunto que involucra la esfera de lo político, lo económico, lo social y lo científico.

Desde esta perspectiva, resulta importante reconocer que si bien la puesta en práctica de resultados de la innovación y de la investigación en educación científica en procesos de formación de profesores de ciencias cada vez desempeña un mayor aporte, también es claro que por sí solo este esfuerzo no será el único que deba hacerse para superar y corregir un conjunto de falencias en los procesos educativos. Por supuesto que una formación de profesores que tenga en cuenta los desarrollos actuales logrados desde la Filosofía, la Historia, la Epistemología, la Pedagogía y la Didáctica constituyen un aspecto fundamental para el éxito en el desarrollo profesional del profesorado y para reconocer la importancia estratégica que tienen en su calidad de formadores de ciudadanos, muchos de ellos quizás futuros formadores.

Como afirman Porlán, Rivero y Martín del Pozo (2000), el conocimiento profesional de los profesores influye poderosamente en la manera de interpretar y actuar en la enseñanza; de igual manera, este conocimiento, epistemológicamente diferenciado de otras formas de conocimiento, es el resultado de la elaboración e integración de diferentes saberes que pueden concebirse como un sistema de ideas en evolución. Desde esa perspectiva, justamente al considerar la estructura de la epistemología docente en la presente investigación, se considera la necesaria conceptualización y explicitación del conocimiento disciplinar que el profesor enseña, pero también de sus conocimientos e imaginarios acerca de la historia de las ciencias, de la filosofía de las ciencias y de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. El conjunto de ideas y creencias derivadas de estos conocimientos, los cuales conforman el plano cognitivo de las actitudes, hacen parte de la estructura de la epistemología docente.

Así, desde la perspectiva de Porlán, Rivero y Martín del Pozo (2000), se recoge la propuesta fundamental dada por estos autores, en el sentido que se trata de un conocimiento epistemológicamente diferenciado, pero también entendido como el resultado de la reelaboración y la integración de otros saberes. Finalmente, estos autores afirman que el conocimiento profesional de los profesores aborda actitudes y valores encaminados a la transformación del contexto escolar y profesional.

Puede encontrarse una equivalencia entre la manera como se orientan las concepciones de los alumnos desde una posición constructivista, con la manera de considerar las concepciones de los profesores como ejes orientadores de un

proceso formativo en lo que tiene que ver con la apropiación de conocimientos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Así las cosas, la epistemología docente convencional, de no ser tratada explícitamente en un programa de formación en didáctica de las ciencias dirigido a profesores, puede fácilmente constituirse en un obstáculo para el cambio didáctico. Por otra parte, la abundante investigación desarrollada hasta el momento muestra que la epistemología docente habitual se refuerza con el empleo de modelos de formación habituales que fundamentalmente yuxtaponen la formación científica disciplinar con la formación pedagógica (McDermott, 1990).

Otro componente de la epistemología docente tiene que ver con lo que Simpson, Kobala, Oliver y Crawley (1994) desarrollan como el conjunto de actitudes necesarias para comprender y relacionar las concepciones del profesorado. Por actitudes comprendemos aquí las predisposiciones de una persona hacia algo o hacia alguien, las cuales se manifiestan por lo menos a partir de tres componentes: a) la cognitiva, en lo que tiene que ver con el conjunto de ideas y creencias de una persona (para el caso particular del profesorado, este componente actitudinal se manifiesta por las ideas y creencias del profesor hacia el conocimiento que enseña, hacia la enseñanza, el aprendizaje, el currículo, la evaluación, etc., las cuales dependen de sus conocimientos sobre la ciencia, su epistemología y su historia, así como sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia); b) la valorativa, en lo relativo a los grados de aceptación o de rechazo de una persona hacia algo o hacia alguien (para el caso del profesorado, podría ser el grado de aceptación o de rechazo hacia una cierta metodología de enseñanza, hacia un contenido científico en particular, etc.) y c) la conativa, en lo que tiene que ver con las tomas de decisiones de una persona (para el caso del profesorado, las decisiones que lo conducen a llevar a la práctica una determinada metodología, una forma particular de evaluación de las enseñanzas y de los aprendizajes, etc.).

En síntesis, es el conjunto de concepciones sobre la ciencia y sobre la actividad científica así como de las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que, junto con las actitudes que el profesor manifiesta, explicitan la epistemología docente. El desarrollo profesional docente entonces se considera para el presente trabajo, y basado en trabajos precedentes como los desarrollados por Carnicer y Furió (2002), como el reconocimiento de las estructuras propias de la epistemología docente y de sus implicaciones directas en la práctica docente, lo cual constituye el referente fundamental, no solo para comprender la epistemología y la práctica docente habitual, sino para referenciar e identificar posibles caminos que conduzcan a cambios de epistemologías y de prácticas, más próximos a las es-

peradas por la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias. Así pues, los procesos llevados a cabo para facilitar transformaciones o recontextualizaciones desde epistemologías y prácticas habituales hacia epistemologías y prácticas innovadoras constituyen el desarrollo profesional del profesorado de ciencias.

El desarrollo profesional antes definido se propone en consecuencia ser concebido como un cambio didáctico que se entiende como cambio en concepciones, actitudes y esquemas de acción del profesorado; modificaciones que van desde las manifestaciones que puedan encontrarse habituales en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias hacia otras maneras de interpretar, desarrollar y finalmente explicitar lo que ha de ser el proceso propio de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En otras palabras, acorde con el paradigma del aprendizaje internalista, este se manifiesta cuando un individuo conscientemente transforma sus puntos de vista por otros que considera más fructíferos, para la solución de problemas de su contexto. Un cambio didáctico, aprendido internalistamente, implica cambios en la forma de pensar, sentir y actuar en un profesor, a través de los cuales puede solucionar problemas y aportar mejores alternativas para el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes.

Para ello, hay que recordar que la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias ha puesto de relieve la existencia de una epistemología personal docente, construida a través de la impregnación ambiental que el profesor ha apropiado a lo largo de su vida como estudiante y que, después, como profesor, mediatiza a través de actitudes y comportamientos explícitos en el trabajo de aula de clase. Esta epistemología personal docente puede constituirse en muchos casos como un obstáculo a cambios didácticos esperados, pero también puede considerarse como una oportunidad de desarrollo que puede justificar y, de alguna manera, fundamentar nuevas construcciones didácticas tal y como lo expresan Tobin y Espinet (1989) y Carretero y Limón (1996). Podría afirmarse que programas de formación de profesores apoyados en la simple información de nuevos conocimientos científicos, pedagógicos o didácticos y en la ilustración de nuevas metodologías no favorecen cambios didácticos, pues esta alternativa se cimienta en el paradigma externalista del aprendizaje, el cual supone que este se evidencia por cambios en las conductas de las personas, debidos a estímulos o a información externa, y que como lo han hecho notar varias investigaciones, en el sentido estricto de la palabra, no generan aprendizajes sino más bien acumulación de información que no favorece las transformaciones necesarias en una persona, tanto para superar sus creencias previas, como para solucionar de manera idónea problemas de interés y de su contexto.

De hecho, los cambios didácticos manifestados en cambios tanto en la epistemología personal docente como en la práctica docente efectivamente no son fáciles de lograr. Ya en trabajos precedentes como los desarrollados por Carnicer y Furió (2002) se indican las dificultades de esos cambios. Por ello, diversas investigaciones en el ámbito de la formación de profesores de ciencias han propuesto estrategias que faciliten cambios conceptuales (cambios en conocimientos, es decir, en el saber) respecto a los modelos de enseñanza habituales que practican los profesores. Sin embargo, también se precisa que solo los cambios conceptuales en el marco de los cambios didácticos no son suficientes: se requiere además el desarrollo de cambios metodológicos y cambios actitudinales. Los cambios metodológicos para favorecer nuevas aproximaciones hacia la metodología de producción de los saberes (cambios en la manera como nos enfrentamos a problemas y a la manera de solucionarlos, es decir, cambios en cuanto al hacer) y los cambios actitudinales para aproximarnos a nuevas predisposiciones hacia el conocimiento científico, hacia la actividad científica y hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (es decir, cambios en el ser, en el saber hacer, en el querer saber y en el querer hacer).

De esta manera, consideramos que los procesos de formación de profesores deberían organizarse sobre la base de las orientaciones de modelos didácticos asociados con la enseñanza de las ciencias por investigación dirigida. De manera equivalente al tratamiento para la enseñanza de conocimientos científicos desde una perspectiva constructivista, desde donde se considera la necesidad de cambios de naturaleza conceptual, metodológica y actitudinal, para los efectos en los procesos de formación de profesores desde la perspectiva constructivista del cambio didáctico, se esperan cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales hacia la enseñanza de las ciencias. Cambios conceptuales en lo que tiene que ver con las reorientaciones que el profesor asume en relación con nuevos conocimientos sobre la ciencia y la actividad científica, así como en relación con nuevos conocimientos sobre la enseñanza de las ciencias; cambios actitudinales en lo relativo a nuevas y mejores predisposiciones del profesorado hacia la enseñanza de las ciencias; y cambios metodológicos propiamente dichos, en lo que tiene que ver con nuevas orientaciones del profesor en el aula de clase, es decir, cambios alternativos en lo que respecta al hacer del profesor en el trabajo habitual del aula de clase.

Estas reestructuraciones en las concepciones del profesorado y en sus actitudes y prácticas docentes han de producirse de modo consciente para que efectivamente sean significativas e impacten en la naturaleza del trabajo docente. Ello implica que la formación inicial y permanente del profesorado no puede reducirse a programas en los que simplemente se transmiten nuevas ideas o nuevas alterna-

tivas de trabajo en el aula en relación con la enseñanza, el aprendizaje, el currículo o la evaluación, ya que seguramente no estaríamos favoreciendo propiamente reestructuraciones conceptuales, metodológicas y actitudinales propias de un cambio didáctico radical, tanto en la epistemología como en la práctica docente. Por el contrario, estaríamos abocados a tratar con el profesorado algunos conocimientos descontextualizados en relación con nuevas ideas sobre la enseñanza o con nuevas metodologías que no favorecerían realmente compromisos serios por parte del profesorado para afrontar la enseñanza de las ciencias desde orientaciones definitivamente diferentes a las que habitualmente realizan, y que muy seguramente no resultan ser consecuentes y fundamentadas con los resultados propios de la investigación contemporánea en formación de profesores en el ámbito de la educación científica.

En consecuencia, se considera al profesor como sujeto en formación actitudinal, que no sólo tiene creencias sobre la ciencia y la educación científica, sino también actitudes —muchas veces negativas— hacia la investigación y la innovación didáctica, las cuales siempre son susceptibles de ser cambiadas en programas de formación del profesorado. Así pues, programas de formación continuada de profesores de ciencias, coherentes con los resultados de la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias, han de procurar desarrollar efectivamente no solo cambios conceptuales en lo que tiene que ver con nuevos conocimientos asociados con las epistemologías contemporáneas sobre el conocimiento científico y con nuevos contenidos y nuevos conocimientos propios de la didáctica de las ciencias, sino que también deben promover cambios actitudinales y metodológicos en el profesorado hacia la didáctica de las ciencias. Las actitudes docentes, es decir, las ideas y las creencias, los grados de aceptación y de rechazo y la toma de decisiones en relación con la actividad docente (enseñanza, aprendizaje, currículo, evaluación, etc.) relacionan a manera de puente las concepciones (los conocimientos) con las metodologías (los esquemas de acción).

En este trabajo, se considera relevante destacar el paralelismo entre las posturas contemporáneas de la investigación y la innovación en didáctica de las ciencias, en torno al aprendizaje de las ciencias entendido como un conjunto de cambios de tipo conceptual, metodológico y actitudinal, en relación con lo que, para el caso del aprendizaje de experiencias innovadoras y de nuevas prácticas de enseñanza por parte de los profesores, podríamos denominar un cambio didáctico. En este sentido, se ha considerado la estructuración de un programa de formación permanente de docentes que se acerque al propósito de la investigación en formación de profesores en el contexto de la enseñanza por investigación orientada.

Esta propuesta supone trabajar con los profesores desde su autorreflexión crítica en la perspectiva de identificar, de manera consciente, sus concepciones, actitudes y prácticas habituales, hasta favorecer su inmersión en los resultados de la investigación y la innovación didáctica, evitando ante todo pensar en un programa de formación que solo transmite nuevos conocimientos didácticos a los docentes. Por el contrario, se trata de desarrollar con ellos una problemática relevante, encontrando colectivamente alternativas de solución a través de una investigación didáctica orientada que les permita, no solo irse aproximando a lo que desde la educación científica podría ser el diseño de actividades, sino también para que al mismo tiempo vayan apropiando la importancia que tiene la investigación en educación científica actual, los logros encontrados, el desarrollo de las líneas de investigación más relevantes en los actuales momentos y, ante todo, la confirmación del desarrollo de un conjunto de actitudes diferentes hacia la enseñanza en la medida de considerarla no simplemente como una actividad rutinaria y acrítica, sino por el contrario, como una actividad interesante que arroja importantes retos para el profesorado y que, en la práctica, podría hacerlos sentir agentes protagónicos importantes en el acto de enseñanza y aprendizaje, desplazándolos de la imagen habitual que los refiere únicamente a personas que se encargan de transmitir de la mejor manera posible una serie de conocimientos sin asumir la corresponsabilidad en cuanto al aprendizaje de sus estudiantes.

Desde la perspectiva de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por investigación dirigida, el problema fundamental consiste en procurar desarrollar cambios en la epistemología y en la práctica de docentes universitarios de Química, encargados de la formación inicial de profesores de Química, teniendo en cuenta las condiciones de un programa eficaz de formación de profesores (Furió y Gil, 1999). En tal sentido, las premisas básicas de la organización del programa de formación de profesores seguido en esta investigación son las siguientes:

1. Está planificado en conexión con los problemas que plantea la práctica docente.
2. Posibilita la construcción de un cuerpo conceptual alternativo en el profesorado que hace parte del proyecto.
3. En esta medida, dicho cuerpo conceptual corresponde al de la didáctica de las ciencias y, en particular, al de un modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida. Ello supone asimismo hacer una reflexión didáctica y epistemológica alternativa que permita sustentar los principios básicos del modelo de enseñanza y aprendizaje como investigación

dirigida, coherente con los nuevos aportes de la historia y la filosofía de las ciencias, considerados relevantes en la actualidad para el cabal desarrollo de un modelo como el que aquí se ha precisado desarrollar.

4. Por otro lado, dicho programa eficaz de formación de profesores ha de favorecer la reflexión didáctica explícita que cuestiona el carácter natural de la enseñanza que siempre se ha hecho; aquí se presenta la ocasión para poner en cuestión las concepciones, los comportamientos y las acciones docentes espontáneas que muchas veces actúan como obstáculos en la transformación de la enseñanza de las ciencias.
5. Procura desarrollar los contenidos del programa en forma de situaciones didácticas problemáticas abiertas, las cuales se debaten colectivamente en pequeños grupos en un clima de colaboración y cooperación constructivos.
6. Favorece vivencias de propuestas fundamentadas en la innovación didáctica, que muestran nuevas posibilidades de transformación de la docencia habitual y que son posibles para generar aprendizaje significativo en los estudiantes.
7. Favorece cambios positivos en las actitudes y en las prácticas docentes de los profesores, más próximas a las esperadas desde la investigación contemporánea en la didáctica de las ciencias de naturaleza constructivista.
8. Está diseñado para incorporar al profesorado en tareas de innovación e investigación en torno a los problemas didácticos planteados.

Trabajos como los adelantados por Gil, Furió y Gavidia (1998) han destacado explícitamente algunas de las causas de la poca efectividad de los programas seguidos en la formación inicial o continuada de profesores de ciencias. De igual manera, en un trabajo reciente (Campanario, 2002) se muestra cómo, a partir de las problemáticas planteadas en la formación permanente de los profesores universitarios de ciencias, es requisito necesario para quienes deseen acceder a la formación docente recorrer un proceso de formación pedagógica no necesariamente centrado en la simple transmisión de nuevas ideas en torno a los problemas de la enseñanza. En esa medida, Campanario cita algunas razones que avalan dicha necesidad:

1. Los programas voluntarios de formación no se ajustan a ninguna regulación general que determine y organice los objetivos y los contenidos. Así es que se constituye esto en una situación atípica, similar a la de alguien que se siente enfermo y acude a una instancia que se autoproclama capacitada para curar y allí recibe una medicina que depende no tanto de su patología, como del médico que lo atiende.

2. Los profesores que asisten a las actividades de formación han de estar altamente motivados por la calidad de su enseñanza. Estos profesores estarían más interesados y, en consecuencia, manifestarían unas predisposiciones más positivas en el sentido de querer mejorar algo que, en principio, entienden no se hace necesariamente del todo mal.

3. Finalmente, debe evitarse la tentación de crear una formación didáctica limitada a cursos generales sobre educación, desconectados de contenidos concretos y de la propia didáctica de las ciencias.

Haciendo una síntesis de trabajos relevantes sobre la formación de profesores en el ámbito de la educación científica, se pueden concluir algunas condiciones o necesidades formativas que reúnen un conjunto de estrategias significativas en cuanto a la formación de profesores desde la perspectiva de un programa eficaz de formación. Dicha síntesis indica que programas de formación de profesores de esta naturaleza han de tener las siguientes características:

a. Estar planificados en conexión con los problemas que plantea la práctica docente, es decir, dirigidos a comprender que los profesores de ciencias debemos, como diría Bachelard (1938), comprender que a veces no comprendemos. En general, podemos pensar que los profesores de ciencias nos enfrentamos ante situaciones que no podemos resolver con facilidad o que persisten negativamente a pesar de esfuerzos intencionados que podamos realizar para superarlos. Así pues, se hace necesario que, en un programa de formación de profesores, las inquietudes del profesorado sean debidamente tenidas en cuenta, clasificadas y explicitadas, de manera que pueda diseñarse un plan coherente para su tratamiento, usando como referentes las posibilidades teóricas que brinda la didáctica de las ciencias.

b. Es necesario que estos programas concedan especial énfasis al conocimiento y al cuestionamiento del pensamiento, a las actitudes y a los comportamientos docentes espontáneos para favorecer la reflexión didáctica que permita, entre otras cosas, cuestionar el carácter natural de lo que siempre se ha hecho. En este sentido, a la luz de los aportes de la psicología cognitiva y especialmente de los estudios sobre las concepciones alternativas, se hace importante comprender las intencionalidades de cambio en el aprendizaje de los estudiantes; de igual forma, se hace necesario conocer las condiciones, tanto actitudinales, como conceptuales y metodológicas, que los profesores manifestamos en torno a la enseñanza, con el fin de identificarlas, caracterizarlas y debatirlas mediante fundamentos desde el carácter natural de lo que siempre se ha hecho, y para empezar a pensar

seriamente en la necesidad de un cambio que arroje nuevas posibilidades de tipo metodológico, conceptual y actitudinal en torno a la enseñanza.

- c. Se procura que estos cambios se encuentren referenciados teóricamente en un cuerpo de conocimientos: los de la didáctica de las ciencias. No se trata de enseñar nuevas rutinas o nuevas estrategias metodológicas, sino, por el contrario, entendiendo que la actividad de un profesor de ciencias es una actividad profesional, se hace necesario que los profesores puedan mejorar sus enseñanzas y sus expectativas de desarrollo profesional, apropiándose de los elementos conceptuales desarrollados en la actualidad desde la didáctica de las ciencias experimentales.
- d. Desarrollar los contenidos del programa en forma de tratamientos de problemas didácticos que se debaten colectivamente en pequeños grupos en un clima de cooperación y colaboración constructiva; se trata de una estrategia metodológica básica de un programa de formación de profesores, centrada en el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, en la cual debe tenerse en cuenta el papel de los profesores que se consideran, en este caso, como investigadores nóveles de la didáctica de las ciencias. Por su parte, el director o los directores del programa de formación han de desempeñarse como líderes de equipos de investigación didáctica. En trabajos precedentes citados por Furió (1994), se muestra la importancia del trabajo de los profesores en equipos cooperativos que habrán de involucrarse en programas de investigación y cuyo objetivo es abordar y tratar situaciones problemáticas propias de la educación científica y, obviamente, como se ha referido con anterioridad, cuyos resultados se esperan que logren cambios en cuanto a aspectos conceptuales, metodológicos y actitudinales en relación con la enseñanza de las ciencias.
- e. En conexión con los principios anteriormente mencionados, es necesario que se favorezcan vivencias de propuestas fundamentadas de innovación y que realmente muestren posibilidades de cambios en la práctica docente habitual, así como habrán de favorecer aprendizajes significativos logrados a partir de la construcción de conocimientos. Así pues, se supone que un cambio explícito a nivel de práctica docente implica necesariamente un cambio implícito y subyacente a nivel de la epistemología docente. Se trata de que las posibilidades reales de innovación estén centradas en conocer nuevas maneras de abordar los conocimientos científicos, nuevas maneras de comprender el problema de la enseñanza de las ciencias, lo que significa necesariamente trabajar en la revisión de estructuras conceptuales previas acerca de la ense-

ñanza de las ciencias y del conocimiento científico, posiblemente abordadas y manejadas por los profesores más por impregnación ambiental que por un esfuerzo conceptual relevante, y que inciden en las acciones que emprenden a través de su práctica docente. Así pues, un factor clave en el desarrollo de un programa de formación de profesores de ciencias ha de ser el reconocimiento, por parte de ellos mismos, de investigaciones e innovaciones en la didáctica de las ciencias, que muestran las posibilidades reales de un cambio didáctico y las ventajas de un aprendizaje significativo, por parte de los estudiantes, de conocimientos generados por orientaciones radicalmente constructivistas.

- f. Finalmente, con todo esto se intenta favorecer la incorporación del profesorado a las tareas de investigación e innovación en torno a problemas didácticos planteados. No se trata simplemente de cursos de capacitación o simplemente de actualización docente, sino, por el contrario, de familiarizar y vincular a los profesores en el contexto disciplinar de la didáctica de las ciencias, lo cual, a título de hipótesis, se puede lograr a través de su participación activa y protagonista en un programa de investigación en educación científica como el mencionado anteriormente.
- g. En definitiva, un proceso de formación eficaz de profesores de ciencias debe propender por desarrollar no solo conocimientos científicos y didácticos sólidamente estructurados, aunque susceptibles a modificaciones permanentes (el saber del profesor), sino también conocimientos prácticos que le permitan proyectar y, en la medida de lo posible, desarrollar en auténticos trabajos de equipos docentes, adecuaciones curriculares, secuencias de contenidos y diseños de actividades que traten desde su iniciación, pasando por su desarrollo y síntesis hasta la programación, la intervención y el uso de la evaluación (el saber hacer del profesor). Asimismo, un programa de esta naturaleza debe esforzarse por promover actitudes docentes que favorezcan el desarrollo de ideas y creencias positivas sobre la actividad docente y permitan tomar decisiones fundamentadas sobre la enseñanza, acordes con la investigación y la innovación contemporánea en didáctica de las ciencias. Lo anterior con el propósito de fortalecer y hacer conciencia de la necesidad de poner en escena actuaciones sustentadas en predisposiciones positivas en relación con la actividad científica, con el currículo en ciencias, con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, con la evaluación en ciencias y, en general, con el papel de la educación científica (saber ser del profesor).

Así las cosas, tal y como lo sugieren Carnicer y Furió (2002), “desde un marco constructivista, el desarrollo profesional del profesorado se puede concebir como una

reestructuración de las creencias, las actitudes y los comportamientos del profesorado sobre la ciencia y la educación científica (cambio didáctico)”.

Es posible, en consecuencia, comprender que el profesorado de ciencias tiene como común hacer parte de un grupo profesional especializado en educación científica y, en consecuencia, es susceptible de comprenderse como colectivo de personas que aprenden permanentemente acerca de la enseñanza y ponen en práctica constantemente nuevas ideas, no solo sobre la enseñanza de las ciencias, sino también sobre aplicaciones para el trabajo en el aula. A partir de estas consideraciones, podemos referirnos usando la propuesta de Kuhn (1962) a una matriz disciplinar para comprender la educación científica; matriz que se estructura sobre conocimientos relativos a la enseñanza de las ciencias, logrados a partir de resultados propios de investigación e indagación en este ámbito del conocimiento y que como se ha destacado a lo largo de las últimas décadas de investigación en didáctica de las ciencias, se trata de conocimientos que no surgen de forma acrítica y neutral y, por tanto, no se reducen a nuevas tendencias y modas para enseñar ciencias.

Independientemente de la formación profesional base del profesorado, mediante un trabajo sistemático y riguroso apoyado en los avances en formación de docentes de las ciencias, se podrían consolidar auténticos equipos de profesores que desarrollan su práctica docente a partir de trabajos de investigación o innovación en didáctica de las ciencias y, para ello, es comprensible que esos trabajos deban asumirse a partir de posturas teóricas precisas, tanto sobre el conocimiento científico y la naturaleza del conocimiento científico, como sobre el conocimiento en educación científica. De este modo, las bases teóricas de estos conocimientos se constituyen en los ejes nodales para que el profesor incorpore nuevos trabajos y, fundamentalmente, nuevas posturas innovadoras en relación con los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias.

Capítulo tres

La propuesta de investigación sobre la formación de profesores de ciencias desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor novato

La evolución de los procesos educativos, así como su mejoramiento, se encuentran íntimamente ligados al profesor. Ninguna innovación educativa tiene posibilidades de subsistencia sin la inclusión, la participación y la proyección de los docentes.

La práctica de los profesores puede ser vista desde diversas perspectivas. Se puede analizar la práctica en función de modelos prefijados y estudiar el grado de acercamiento a los modelos considerados como ideales, aplicando en ocasiones el concepto de hipótesis de progresión. La práctica también puede ser fuente de problemas y preguntas para la teoría y el propio profesor, desde la visión de un profesional reflexivo (Schön, 1987), de un profesional investigador del currículo (Stenhouse, 1984), de la investigación-acción (Elliott, 1990), inserta en una investigación colaborativa (Climent y Carrillo, 2002) o, simplemente, situada en la perspectiva de la comprensión de la práctica, acercándola, no para valorar modelos de profesores, sino para caracterizar elementos que aporten una mejor comprensión.

Esta comprensión se realiza a través de un análisis cognitivo de la acción o práctica del profesor, porque el principal interés es acceder al pensamiento y a la acción docente. Según Shulman (1986), comprender la enseñanza presupone una comprensión del pensamiento y la acción del profesor, siendo esta comprensión plena, de acuerdo con Clark y Peterson (1986), cuando se estudien estos dos dominios en conjunto y cada uno de ellos se examine en relación con el otro.

Ante esta nueva visión de la educación científica, aparece un nuevo perfil de profesorado que exige una mejor preparación profesional. El profesorado debe

ser consciente de que la calidad de la enseñanza no sólo se debe a factores externos como la capacidad intelectual de los alumnos, razones socioeconómicas y materiales, masificación en las aulas, etc., factores estos que se suelen esgrimir con frecuencia para justificar el mayor o menor fracaso escolar; sino que la formación inicial y permanente juega también un papel fundamental en el proceso de la alfabetización científica.

Según Gil (1991), el profesor debe abordar nuevos retos: ¿qué ciencia enseñar? ¿Cómo hacerlo? El profesor de Ciencias, además de realizar las tareas técnicas, ha de elaborar los materiales curriculares necesarios para sus clases. En este sentido, una planificación exitosa de la formación inicial del profesorado debe ser la vía para conseguir desarrollar las siguientes actitudes en los docentes:

- a. Un conocimiento profundo de la materia por enseñar, no sólo en lo referente a leyes, conceptos, teorías, etc., sino desarrollar aspectos como:
 - Conocimiento de la evolución y construcción del conocimiento científico;
 - Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), y
 - Nuevos descubrimientos científicos que permiten a los profesores transmitir una visión dinámica de la ciencia.
- b. La didáctica de la ciencia debe ser el núcleo vertebrador de la formación docente. La misión de la didáctica será asociar los aspectos psicopedagógicos generales con los problemas más específicos que encierra la enseñanza de las ciencias.
- c. El profesor de Ciencias debe aproximarse a la investigación didáctica tanto en lo referente a la formación inicial, como en la formación permanente. La investigación debe impregnar la actividad docente cotidiana si se pretende que los profesores sean innovadores y críticos, de manera que lleven a la práctica las modificaciones curriculares que la evolución de la sociedad demanda.

El CDC se representa entonces como un conocimiento específico que va más allá del conocimiento de la disciplina en sí, dado que se extiende hacia la dimensión del conocimiento disciplinario para la enseñanza. El CPC es “una comprensión del profesor de cómo ayudar a sus estudiantes a entender un concepto específico” (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999).

Para Magnusson et al. (1999), el CDC contiene cinco componentes: orientaciones de la enseñanza de la ciencia, conocimientos curriculares, desarrollo histórico de la ciencia, conocimientos del contexto escolar y estrategias educativas.

En esta investigación se definen tres componentes fundamentales del CDC:

- La imagen de ciencia;
- La enseñanza y aprendizaje de la ciencia, y
- El contexto escolar.

Estos conocimientos se convierten entonces en los ejes que direccionan la metodología de este trabajo, cada uno analizándolo desde la perspectiva de aquello que escriben, dicen y hacen los profesores estudiados.

Como ya se ha mencionado, las teorías derivadas del CDC introducido inicialmente por Shulman hace casi un cuarto de siglo han generado, y siguen generando hoy, numerosas investigaciones innovadoras en educación, orientadas desde el ámbito de las didácticas específicas, como la didáctica de la Química. Este antecedente demuestra la importancia de caracterizar el CDC propio del docente, con el fin de reconocer y aplicar toda una serie de actividades para su uso en el aula. El CDC se incrementa cuando el profesor comprende cómo aprenden los estudiantes y cuando reconoce aquellos factores que inciden en la calidad del aprendizaje.

En esta investigación se consideran dos perspectivas de trabajo: por un lado, se procura identificar y, posteriormente, hacer consciencia en el grupo muestral de profesores acerca del CDC que manejan. En este aspecto, nos ha interesado identificar la proximidad o el distanciamiento que tienen los profesores en relación con un conocimiento deseable de referencia; posteriormente, se ofrecen herramientas para que los mismos profesores hagan visibles las implicaciones que generan sus conocimientos didácticos en sus prácticas educativas. Por otro lado, en la investigación se han propuesto procesos interesantes de innovación en la formación de profesores. Sobre la base de ese entendimiento, el reconocimiento y la autorregulación del CDC implican elegir el empleo de representaciones, estrategias y criterios para promover una enseñanza de calidad desde los procesos curriculares de formación inicial generados en las prácticas profesionales docentes del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En tal sentido, los objetivos que se trazaron para el desarrollo de esta investigación fueron:

- a. Contribuir con la línea de investigación que en formación de profesores de ciencias viene desarrollándose en el campo de conocimiento de la didáctica de las ciencias experimentales.
- b. Indagar las concepciones epistemológicas de profesores de ciencias en formación inicial y en ejercicio, con respecto a la ciencia que imparten.

- c. Identificar las principales características del CDC y sus aplicaciones dentro del campo de acción de la enseñanza de la Química.
- d. Identificar y caracterizar los CDC previos en profesores de Química novatos y expertos en el marco de la Práctica Profesional Docente del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- e. Construir un programa de actividades para abordar las situaciones problema en equipos colaborativos de trabajo a través de la metodología por investigación orientada.
- f. Generar espacios para el tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química en equipos colaborativos de profesores novatos y expertos.
- g. Determinar el cambio didáctico del CDC de los profesores de Química novatos y expertos a través de su inmersión en el tratamiento de problemas en la enseñanza de la Química.
- h. Implementar el uso de un *software* para el análisis cualitativo de datos textuales y de video (ATLAS.ti[®]) buscando una correcta correlación y triangulación de resultados.

El marco referencial sobre el conocimiento profesional del profesor

Al hablar sobre *conocimientos profesionales*, nos referimos a un cuerpo de conocimientos y habilidades necesarios para funcionar con éxito en una profesión particular. Este conocimiento está determinado por dos procedimientos comúnmente aceptados: a) análisis del trabajo o tarea y b) consenso de la comunidad de gente que es reconocida como profesional en un campo particular.

Al ubicarnos dentro del contexto docente, podemos hablar de los conocimientos profesionales como todos aquellos conocimientos usados en la práctica cotidiana, resultantes de la actividad diaria del profesor. Son, en otras palabras, *saberes prácticos* o *saberes profesionales*. El saber profesional incluye, por tanto, elementos teóricos y consta de reglas empíricas y experiencia práctica. Y aún hay otro aspecto del conocimiento teórico que juega también un papel, a saber: el metacognoscimiento sobre el contenido de la asignatura. En el *saber profesional* también se incluye, por tanto, teoría junto a la experiencia práctica.

Un ejemplo de un intento de definir los componentes del conocimiento profesional de los profesores se presenta en la tabla 1 tomada de Tamir (1988) y basada

en Shulman y Sykes (1986). Es necesario aclarar que el esquema presentado es solo un proyecto. Los detalles concretos dependen de las particularidades de cada área de conocimiento y del contexto y la cultura para la cual puede ser diseñada.

Tabla 1. Marco referencial para el conocimiento de los profesores

Criterio	Especificaciones	Conocimientos	Habilidades
Educación general	---	---	---
Actuación personal	¿Cómo miro, hablo, escribo, me muevo en clase?	---	---
Materia		Principales ideas y teorías de una disciplina particular	Uso correcto de técnicas
Didáctico general	Estudiante	Niveles de desarrollo	Tratamiento de distintos tipos de estudiante
	Currículo	Naturaleza, estructura y fundamento	Preparación de unidades didácticas
	Instrucción	Asignar turnos y tareas	Formulación de preguntas
	Evaluación	Procesos de evaluación	Formas de evaluar
Didáctico específico de la materia	Estudiante	Concepciones específicas comunes, errores conceptuales	Diagnosticar las dificultades conceptuales de un estudiante
	Currículo	Ideas previas	Diseño de instrumentos
	Instrucción	Uso de prácticas experimentales	Actuación dentro de las prácticas
	Evaluación	Naturaleza y composición de la evaluación	Cómo evaluar habilidades
Fundamentos de la profesión.	---	---	---

Fuente: Tamir (1988).

Para Bromme (1988), es necesario analizar los conocimientos profesionales de los profesores desde cuatro temas que nos permitirán más adelante conocer y definir la naturaleza de este conocimiento o saber práctico: a) *estatus lógico-científico*, en el que se relaciona el conocimiento teórico con el práctico; b) *investigación cognitiva*, en el que se le da un tratamiento a la información en relación con el trabajo en clase; c) *actuación del profesor*, en el que se analiza la percepción del profesor sobre la comprensión de los estudiantes; y finalmente, d) *las exigencias de la actividad profesional*, en el que se integran los conocimientos científicos y prácticos en el desarrollo de las clases.

Un formador de profesores es ya un profesional experto y experimentado. Probablemente ha estado activo como profesor y como formador de profesores durante

un importante número de años. Durante este tiempo, se habrán presentado muchas oportunidades de aplicación del conocimiento profesional y personal a una variedad de situaciones y contextos y bajo variadas circunstancias. Bastante a menudo, lo profesional y lo personal interactúan de tal manera que difícilmente pueden ser separados. Un problema importante de un formador de profesores es crear ocasiones que le permitan comunicar el conocimiento profesional de tal manera que se facilite el adecuado conocimiento personal a los profesores estudiantes.

Para alcanzar este fin, un formador del profesor debe tener un repertorio de experiencias de aprendizaje para los estudiantes que quieren ser profesores; experiencias diseñadas para enfrentar su estado actual del conocimiento profesional y personal. Este repertorio es usualmente acumulado por cada formador del profesor durante los años en los que está comprometido en la formación del profesor.

Obviamente, las experiencias de un formador de profesores individual están destinadas a ser limitadas. Por lo tanto, sería razonable sugerir que una colección de estudios de caso, escritos por formadores de profesores basados en el conocimiento profesional-personal, enriquecerán los recursos para la formación del profesor y facilitarán la adquisición de conocimiento profesional-personal de ambos: los formadores de profesores en su campo, esto es, formando profesores, y los profesores principiantes en su campo, esto es, la enseñanza en la escuela.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que no todo lo que se considera “conocimiento” es de igual naturaleza (Rué, 2009). Esta idea resulta especialmente útil para comprender el conocimiento teórico, actitudinal y práctico de los profesores. De hecho, entre procedimientos y teorías, hay, de acuerdo con Rué (2009), un largo camino. El conocimiento procedimental de los procesos implica *saber cómo*. Se trata de un conocimiento experiencial que implica el desarrollo de habilidades. El conocimiento conceptual hace referencia a modelos teóricos y relaciones entre dichos modelos; implica un *saber qué* que se concreta en temas vinculados a un conocimiento. El conocimiento actitudinal se refiere a principios y valores, implica un *saber por qué*, un *saber para qué* y un *querer saber* que nos predispone a formas de comprensión y de contextualización.

La naturaleza del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)

El origen del CDC se remonta a una conferencia que Shulman dio en la Universidad de Texas durante el verano de 1983, titulada “El paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza” (Shulman, 1999). Este paradigma resultó ser “el pensamiento del profesor sobre el contenido del tema objeto de estudio y su inte-

racción con la didáctica” (Berry, Loughran y Van Driel, 2008; Garritz, 2006; Garritz y Trinidad-Velasco, 2004).

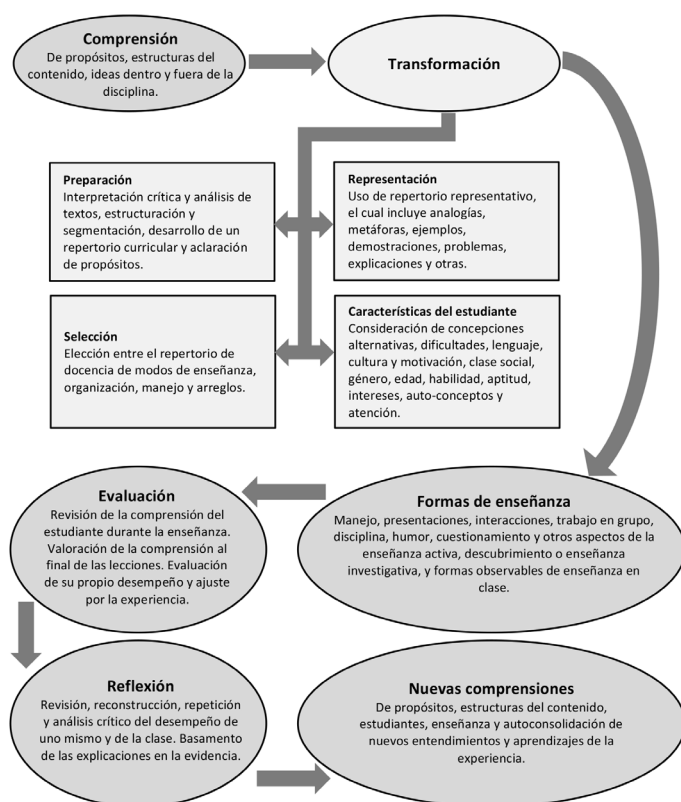
Lo que Shulman proponía era centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura. Para ello, hay que tener en cuenta que toda actividad educativa tiene como respaldo una serie de creencias y teorías implícitas que forman parte del pensamiento del profesor y que orientan sus ideas sobre el conocimiento, la construcción de su enseñanza y su aprendizaje (Abell, 2007; Porlán y Rivero, 1998). El CDC incluye las conexiones entre los conocimientos de la materia y los conocimientos didácticos del profesor. Esta interacción permite la transformación del contenido para su enseñanza, es decir, la transposición didáctica del contenido, que es el aspecto más original de la propuesta de Shulman, según Marcelo (1993).

Shulman (1987) también introdujo un *modelo didáctico de razonamiento y acción*, que fue caracterizado posteriormente, al extender el modelo a las ciencias sociales, como una teoría sustantiva mediante la cual un profesor “puede transformar la comprensión, las habilidades para desenvolverse o las actitudes y valores deseados en representaciones y acciones didácticas”. Así mismo, Shulman (1987) señaló que el proceso docente propiamente dicho se inicia cuando el profesor empieza con una planificación reflexiva de su actividad docente, desde las finalidades educativas, la estructura conceptual y las ideas del tema que va a enseñar, hasta el contexto educativo para llegar a comprender a fondo lo que debe ser aprendido por sus estudiantes. A continuación, reflexionó sobre cómo debe enseñar el contenido (selección y organización de los materiales por utilizar, así como de analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, explicaciones, etc.), tomando en consideración las mejores formas de representación del contenido y las características del razonamiento de sus propios alumnos, para plantear una forma de enseñanza, evaluación, reflexión y nueva comprensión para el futuro, con lo que se reiniciará otra vez un ciclo de reflexión. Por su naturaleza procesual, el modelo didáctico de razonamiento y acción requiere procesos de razonamiento del profesor sobre el contenido para la enseñanza que está en continua reestructuración. Su dinámica se ve enriquecida por el contexto en que sucede como resultado de las interacciones sociales que el acto educativo implica y los distintos momentos que caracterizan la práctica docente: planteamiento del tema, transposición didáctica de los contenidos, planificación, enseñanza, evaluación, revisión de los procesos, etc. (figura 1). En definitiva, el modelo didáctico de razonamiento y acción es un modelo dinámico y cíclico de reflexión y acción docente.

Según Shulman (1987), el *conocimiento base para la enseñanza* de un profesor debe incluir al menos siete diferentes categorías de conocimiento:

1. Conocimiento del contenido;
2. Conocimiento didáctico general;
3. Conocimiento curricular;
4. Conocimiento didáctico del contenido;
5. Conocimiento de las características, los aspectos cognitivos, la motivación, etc., de los estudiantes;
6. Conocimiento de los contextos educativos, y
7. Conocimiento de las finalidades educativas, los valores educativos y los objetivos.

Figura 1. Propósitos del CDC



Estos siete tipos de conocimiento fueron redefinidos por Grossman (1990) —colaboradora de Shulman— en cuatro grupos más generales:

1. Conocimiento didáctico general;
2. Conocimiento del contenido;
3. Conocimiento didáctico del contenido, y
4. Conocimiento del contexto.

Los estudios sobre el CDC ayudan a esclarecer la comprensión de cómo un profesor novato que “conoce una materia” se convierte poco a poco en “maestro de la materia” (Marcelo, 2001; Mulholland y Wallace, 2005). El interés por el CDC se debe, sobre todo, a que implica un conjunto de saberes que permite al profesor trasladar a la enseñanza el contenido de un determinado tema; esto es, hacer la transposición didáctica del conocimiento especializado de un tema a conocimiento escolar objeto de enseñanza y aprendizaje. Para Shulman (1987, p. 8 de la versión original en inglés; p. 11 de la traducción en castellano, 2005), el CDC representa “la mezcla entre el contenido y la didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses de los alumnos, y se exponen para la enseñanza”.

Es decir, el CDC es una combinación adecuada entre el conocimiento de la materia que se va a enseñar y el conocimiento pedagógico y didáctico relativo a cómo enseñarla (Marcelo, 2001). Así mismo, Shulman (1986) incluye en el CDC:

[...] las formas más útiles de representación [...], analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, es decir, las formas de representar y formular el tema que lo hacen comprensible a los otros [...] además de la comprensión de lo que hace fácil o difícil el aprendizaje de un tema concreto: las concepciones e ideas previas que los estudiantes de diferentes edades traen al aprendizaje.

De otra forma, es necesario prestar atención especial al modo de definir y comprender el contenido del tema por enseñar y la didáctica, así como a la relación entre ambos. Tal y como afirma Shulman (1999), “la enseñanza como transformación de la comprensión [del contenido de un tema] se apoya en la profundidad, calidad y flexibilidad del conocimiento del contenido y en la capacidad de hacer poderosas representaciones y reflexiones sobre ese conocimiento”.

En efecto, Shulman distinguió la primera vez solamente dos componentes básicos del CDC: el conocimiento que tiene un profesor de los estudiantes como aprendices y de la enseñanza de temas concretos. El primero incluye el conocimiento

detallado de las ideas previas de los estudiantes sobre un tema, las dificultades que surgen en la construcción de ciertos contenidos y en su aprendizaje, así como el interés y la motivación que pueden suscitar esos contenidos. Un buen conocimiento de los estudiantes permite al profesor interpretar mejor sus ideas y acciones, de tal modo que podrá organizar la enseñanza con más eficacia, enfocando las estrategias didácticas hacia mejores representaciones del contenido.

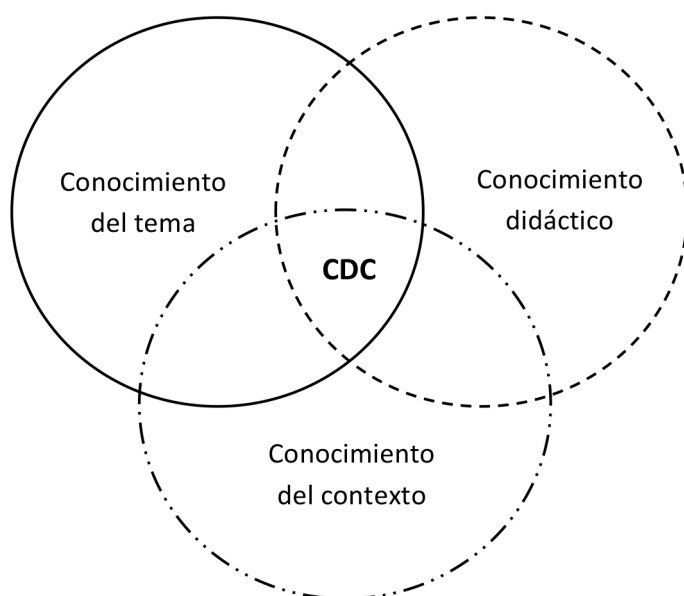
Por otro lado, el conocimiento suficientemente detallado de un tema facilita al profesor anticipar los componentes y las relaciones entre los contenidos que pueden presentar más problemas para su comprensión. Un buen conocimiento de la asignatura que se imparte significa saber que *algo es así*, comprender *por qué lo es* y saber *bajo qué circunstancias es válido* el conocimiento correspondiente: “Esto será importante en las consiguientes decisiones didácticas que consideren el énfasis curricular” (Shulman, 1986). No obstante, el conocimiento a fondo del tema será infructuoso si los puntos de vista de los estudiantes sobre sus contenidos no se tienen en cuenta. Asimismo, la relación entre el conocimiento significativo y la selección de estrategias de enseñanza debe considerar las diferencias entre las diversas materias que pueden ser objeto de enseñanza y aprendizaje.

De otra forma, cada disciplina tiene una dimensión didáctica que no está separada de su contenido, por lo que resulta imprescindible cambiar la atención desde los enfoques más genéricos hacia otros más específicos de la asignatura en la formación del profesorado, lo que supone reivindicar la importancia de las didácticas específicas en esta formación. El uso de actividades significativas de aprendizaje, que incluyan demostraciones, analogías, metáforas, etc., para ampliar la comprensión del contenido del tema, depende de las propias características del contenido, del dominio que el profesor tenga de este, del conocimiento previo del tema que tengan los estudiantes, entre otras cosas. Estas actividades pueden ayudar a los estudiantes a relacionar sus ideas previas con la nueva información recibida y, de esta forma, desarrollar nuevas ideas más adecuadas.

Asimismo, estos saberes también permiten al profesor tener mayor fluidez en su discurso e identificar aplicaciones del tema que conecten con la vida cotidiana de sus estudiantes. Posteriormente, como consecuencia de las investigaciones que Grossman (1990) llevó a cabo, este concluyó que los componentes del CDC también implican conocimiento del currículo y del contexto de aprendizaje, además de conocimiento sobre los estudiantes y las estrategias didácticas. El principal valor del CDC está en la posibilidad que tiene un profesor de integrar todos estos componentes, puesto que el CDC debe entenderse de manera holística.

Unos años después, Gess-Newsome (1999) desarrolló dos modelos teóricos para intentar explicar la formación del CDC: el *modelo integrador* y el *modelo transformativo*. El primero (figura 2) considera el CDC como resultado de la intersección entre la didáctica, el contenido y el contexto. Por el contrario, el segundo contempla el CDC como el resultado de una transformación del conocimiento didáctico, el contenido de la materia y el contexto (figura 3).

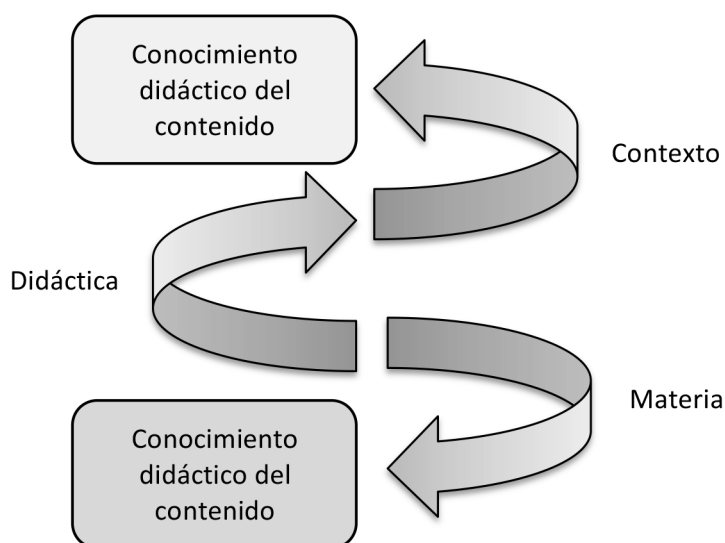
Figura 2. Modelo integrador del CDC



Fuente: adaptada de Gess-Newsome, J. (1999).

Para Gess-Newsome (1999), ambos modelos representan los extremos de un continuo en el que el modelo integrador expresa un marco en el que los conocimientos sobre el tema, la didáctica y el contexto pueden desarrollarse por separado para integrarse después en la acción docente, mientras que el modelo transformativo no se ocupa tanto del desarrollo de estos conocimientos, sino de cómo se transforman en CDC en la práctica docente, como conocimiento base para la enseñanza. Ambos modelos son un buen punto de partida para analizar los planes de formación del profesorado.

Figura 3. Modelo transformativo del CDC

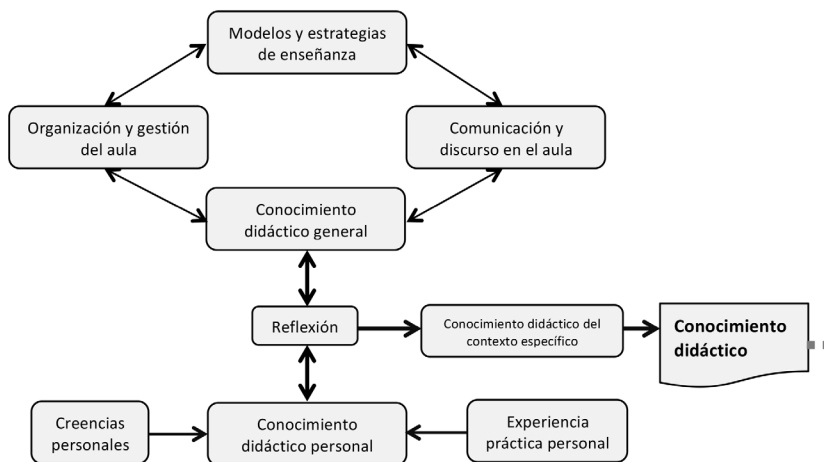


Fuente: adaptada de Gess-Newsome, J. (1999).

Por otra parte, Morine-Dershimer y Kent (1999) han discutido las fuentes del conocimiento didáctico y del CDC. La figura 4 muestra un esquema de las relaciones entre diversas facetas del conocimiento didáctico, que es uno de los elementos del CDC, mientras que las relaciones mutuas entre los distintos tipos de conocimiento que configuran el CDC pueden contemplarse en el esquema de la figura 5. A partir del modelo de Grossman (1990), ellos proponen cinco componentes del CDC en forma de conocimientos y creencias sobre:

1. Finalidades y objetivos que se pretenden con la enseñanza de las ciencias, que los autores denominan como orientaciones hacia la enseñanza;
2. Currículo;
3. Evaluación;
4. Comprensión de los temas de ciencias por parte de los estudiantes, y
5. Estrategias de enseñanza.

Figura 4. Diversas facetas del conocimiento didáctico



Fuente: adaptada de Gess-Newsome, J. (1999).

Puede observarse cierta similitud entre estos componentes del CDC y los aspectos señalados por Morine-Dershimer y Kent (1999). En ambos casos se destaca la importancia del conocimiento de la evaluación, los aprendices, el currículo y las estrategias de enseñanza.

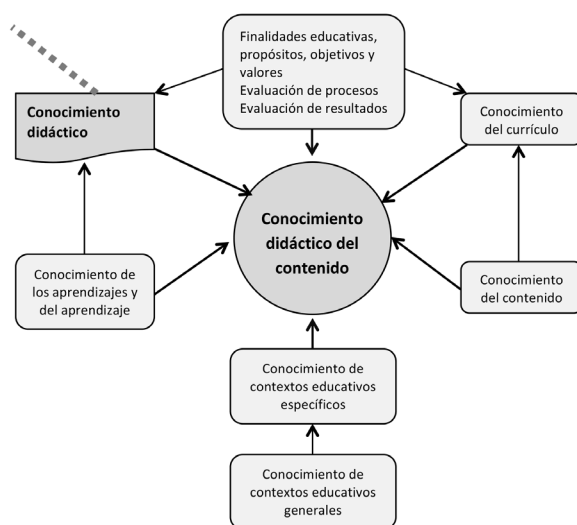
En resumen, el concepto del CDC en sí mismo y su relación con otros ámbitos del conocimiento del profesor han sido muy debatidos en la bibliografía, pero hay un acuerdo general en que el desarrollo del CDC está ligado sobre todo a la práctica docente y su reflexión. De este modo, se puede afirmar que los profesores que tienen éxito en la enseñanza del contenido de un tema específico probablemente han conseguido desarrollar un CDC adecuado del mismo contenido. Por tanto, la noción del CDC incluye la idea de que los profesores con éxito en la enseñanza del contenido de determinado tema tienen una especial comprensión del conocimiento de ese contenido y de la didáctica necesaria para su enseñanza.

El conocimiento profesional deseable

El modelo imperante en la enseñanza de la didáctica, antes y ahora, da a los teóricos la definición de los problemas, la selección de los métodos y los modelos de evaluación, y reduce a los prácticos a la aplicación ciega de sus teorías y supuestos (Benejam, 1999). De este modo, el impacto de la presunta superioridad de la teoría, unida a la poca consistencia de la práctica, han restado cualificación profesional al profesorado (Benejam, 1986).

El conocimiento profesional dominante entre el profesorado que se forma bajo un modelo hegemónico implica un bajo nivel de integración y organización de los conocimientos explícitos y provenientes de las disciplinas académicas y de la experiencia profesional. Por ello, se trata de comprender la naturaleza y las características de este conocimiento existente en el profesorado, con el propósito de elaborar alternativas que lo ayuden a mejorar y para que esté en capacidad de abordar problemas profesionales con rigor y capacidad crítica, reconociendo, valorando y mejorando sus pautas de actuación profesional y siendo consciente de los dilemas éticos que le plantea su intervención.

Figura 5. Tipos de conocimientos que contribuyen al CDC



Fuente: adaptada de Morine-Deshirmer, G. y Kent, T. (1999).

Este conocimiento profesional deseable, alternativo al mayoritariamente aceptado entre el profesorado, no puede ser definido como un saber académico puro; no puede ser sólo un conjunto de competencias técnicas, al referirse a procesos humanos; no puede ser la mera interiorización acrítica de la experiencia (Porlán y Rivero, 1998), al buscar la coherencia y el rigor; sino que se trata de un saber profesional cuya finalidad descansa sobre el impulso de aprendizajes en los alumnos, un saber de carácter complejo, integrador de otros muchos saberes: ¿de qué saberes?, ¿cómo se estructuran y organizan?, ¿cómo se generan y evolucionan?

A estas preguntas se han dado variadas respuestas normalmente vinculadas a los modelos de formación o a lo que podemos inferir a través de estos, aunque para

nosotros tal relación no es directa. Desde nuestra perspectiva, el conocimiento profesional alude al *qué* y los modelos formativos, al *cómo*, si bien no cabe duda que el conocimiento profesional deseable orienta la formación que se está promoviendo.

Así, Benejam (1986), en su diseño de plan de estudios para la formación inicial de los maestros, distingue entre preparación académica y profesional, estableciendo en la primera una serie de saberes disciplinares, relacionados directamente con la(s) materia(s) que va a enseñar el maestro, mientras que en la segunda incluye unos conocimientos específicos de las ciencias de la educación y, en particular, de las didácticas específicas y las prácticas (a las que otorga una importancia esencial). La integración de estos saberes coadyuvan a la aceptación de un código ético-profesional y a la formación de unas determinadas capacidades y actitudes personales. Por otro lado, Rozada (1997) afirma que “para formarse habrá que estudiar, reflexionar y actuar, interrelacionando los tres tipos de actividad sin incurrir en reduccionismos. Pero a partir de esta afirmación no es posible establecer ninguna tecnología a través de la cual haya de conseguirse esto”.

Hay, sin embargo, otras propuestas más concretas, sin que por ello necesariamente deban tener un carácter tecnológico, suscitadas básicamente a raíz del programa de investigación y formación de Shulman, centran su atención tanto en delimitar los componentes o partes de la estructura del conocimiento profesional, refiriéndose al contenido, como a las fuentes a partir de las cuales se elabora.

Si bien en el modelo inicial de Shulman sobre el conocimiento profesional se distinguen siete categorías del conocimiento base del profesor, convenimos con Marcelo (1993) que las investigaciones desarrolladas por sus colaboradores reducen a cuatro los componentes de este conocimiento en los que se organizan los saberes del profesor: 1) *conocimiento de la materia*, que incluye tanto su contenido como el de su estructura sintáctica y semántica; 2) *conocimiento pedagógico general*, compuesto por los conocimientos sobre los alumnos y el aprendizaje, la gestión de clase, el currículo y la enseñanza; 3) *conocimiento del contexto*, que hace referencia al *dónde* (la comunidad, el barrio, la escuela) se enseña y a *quién* (el alumno); y 4) *conocimiento didáctico del contenido*, que comprende las concepciones del profesor sobre para qué enseña una materia, el conocimiento de las dificultades de su comprensión por los alumnos, el conocimiento del currículo sobre tal disciplina, así como de las estrategias de su enseñanza.

Es este último conocimiento el que se ha identificado con las didácticas específicas y, por tanto, el que más se ha trabajado desde estas para valorar su contribución al desarrollo del conocimiento profesional; no obstante, según Marcelo (1993), este

conocimiento se construye a partir de lo que el profesor sabe sobre el contenido, así como del conocimiento pedagógico general y el conocimiento de los alumnos.

Las investigaciones que han intentado relacionar las concepciones del profesorado de ciencias y su práctica han seguido líneas teóricas dispersas, lo que implica que difícilmente se puede llegar a conclusiones generales que nos ayuden a identificar en qué sentido interacciona el pensamiento y el desarrollo de la enseñanza de los docentes.

Las concepciones mantenidas sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias han sido analizadas desde una perspectiva que se interesa por la implicación que suponen para la formación inicial y permanente del profesorado en esta área (Hewson y Hewson, 1989), aunque estas investigaciones no incluyen observaciones del desarrollo de la enseñanza ni analizan el modelo de conocimiento pedagógico del profesorado.

El pensamiento del profesorado sobre la ciencia y las implicaciones de sus acciones en la enseñanza ha sido estudiado a partir de técnicas de observación, entrevistas y análisis de materiales. Brickhouse (1990) defiende que una mejor y más completa formación científica del profesorado contribuye a una mejor enseñanza, aunque apunta que habría que estudiar la influencia del conocimiento sobre el contenido pedagógico en la práctica y ver cómo éste, a través de las actividades que se realizan en el aula, afecta al conocimiento científico que aprenden los estudiantes. En este sentido, Gil (1993) insiste en resaltar cómo la carencia de una formación científica adecuada incrementa las dificultades que presenta el profesorado a la hora de diseñar actividades innovadoras y de desarrollar un currículo adecuado de ciencias.

También se ha estudiado cómo la influencia del conocimiento pedagógico del profesorado y su relación con las concepciones epistemológicas (Porlán, 1989) a la hora de desarrollar la práctica docente afecta directamente el conocimiento profesional que el profesor va construyendo a lo largo de su labor educativa. Algunos estudios que sí han analizado la práctica de enseñanza del profesorado de ciencias a través de tareas académicas hacen hincapié en las demandas cognitivas que se exigen a los estudiantes y en las implicaciones curriculares del tipo de tareas académicas, pero no aluden a la influencia que el pensamiento del profesorado tiene en la manera de estructurar dichas tareas en el aula.

La importancia de las concepciones de los docentes y los estudiantes en el análisis de tareas académicas es recogida en otras investigaciones sobre “enseñanza de las ciencias”. Sanford (1985) propone un modelo de tareas en el que incluye análisis de observaciones, de entrevistas a profesorado y alumnado y de los materiales y documentos utilizados en el aula. Llega a la conclusión de que, para entender

cuestiones importantes de la enseñanza de las ciencias, se hace necesario un estudio contextual que contenga las múltiples dimensiones que se incluyen en el sistema de trabajo en el aula y que analice, a través de las tareas, las interrelaciones de las acciones y las percepciones de profesorado y estudiantes.

De las conclusiones que se derivan de las investigaciones que intentan profundizar en las interacciones que se producen entre el pensamiento del profesorado y la práctica de la enseñanza podemos destacar la necesidad de considerar: a) el “modelo pedagógico del profesorado” y b) la utilización de las observaciones en el aula como instrumento de análisis de las tareas escolares.

Por tanto, parece de vital importancia estudiar las concepciones teóricas del profesorado a través de un constructo que aglutine tanto su *saber teórico* como su *saber experiencial*. Por otra parte, es indispensable estudiar el contexto concreto donde se desarrolla la acción. Estos dos aspectos (pensamiento y acción) serán analizados a partir de las teorías implícitas del profesorado y del enfoque de tareas académicas como reflejo de la estructura y la organización del trabajo en el aula.

Estos saberes teóricos y prácticos del profesorado exigen el desarrollo de lo que bien podríamos llamar “competencias docentes” o “competencias profesionales del profesor” (Navío-Gámez, 2005), las cuales implican reflexiones argumentadas en relación con lo que sabemos los profesores en torno a cómo aprendemos las personas, cómo preparamos las clases, lo que esperamos de los estudiantes, cómo dirigimos las actividades, cómo tratamos a los estudiantes y cómo los evaluamos y nos evaluamos a nosotros mismos (Bain, 2007).

Consideraciones sobre los profesores novatos

La figura del docente puede ser abordada desde diferentes perspectivas; en este trabajo, asumimos que la docencia es una profesión de tipo intelectual que indaga sobre la naturaleza del conocimiento, así como su difusión y apropiación (Latapí, 2002).

En diversos estudios, se ha encontrado que “la labor de educar se sustenta en ciertas concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza que son producto de la cultura educativa en que dichos profesores y alumnos se han formado, a través de sus prácticas cotidianas en los centros” (Pozo, 2000). Los docentes son sujetos sociales y, por lo tanto, miembros de una comunidad educativa, por lo que resulta claro que el ejercicio docente no se puede reducir a simples ejecuciones técnicas o pedagógicas. Para entender el quehacer del docente, es importante identificar sus significados y prácticas en el aula, lugar en el que el conocimiento profesional se concreta.

Perrenoud (2004) plantea que, en el contexto actual —en el que aparecen como protagonistas la sociedad del conocimiento y la incertidumbre propiciada por ace-

lerados cambios en todos los ámbitos de actuación humana—, el docente se ve obligado a decidir en la incertidumbre y a actuar en la urgencia, así como a desplegar una diversidad de competencias sumamente complejas.

Para asumir estos retos con calidad, es necesario que el profesor se desenvuelva en una cultura profesional basada en el pensamiento estratégico y participe en una comunidad de discurso crítico orientada a la transformación de la docencia. No obstante, en un sinnúmero de experiencias de formación docente todavía prevalece la visión del docente como reproductor o aplicador de teorías y programas pensados por otros, ya sea que estos provengan de la tradición o de miradas innovadoras; unido a esto, los esfuerzos que se realizan institucionalmente para la formación pasan por alto el pensamiento pedagógico del docente, la realidad de su práctica y lo que este puede aportar a la didáctica. Asimismo, es habitual no considerar que los docentes transiten por diversos momentos o fases durante su trayecto de vida en la enseñanza.

Aunque la formación del docente transcurre en un continuo durante el cual se aprende a enseñar, se han encontrado que puede hablarse de, por lo menos, cuatro fases, según Feiman-Nemser (1983):

- a. De preentrenamiento:* alude a las experiencias personales previas en el ámbito de la educación, las cuales impactan de manera importante en lo que el docente piensa o hace en el terreno educativo. Se afirma incluso que la preparación formal no elimina el impacto de las experiencias tempranas, sobre todo de aquellas que el futuro profesor ha vivido como alumno de otros profesores.
- b. De preservicio:* en esta etapa, los futuros docentes reciben, en instituciones específicas para ello, una preparación formal para la enseñanza, tanto teórica como práctica.
- c. De inducción:* es esta una fase considerada como crítica e, incluso, denominada como de “*shock* de la realidad” o “etapa de supervivencia” en la que el docente inicia su aprendizaje práctico sobre cómo enseñar. Consiste en la iniciación del aprendizaje de la enseñanza durante los primeros años de docencia.
- d. De servicio:* en esta fase, que transcurre a lo largo de la vida profesional del profesor, se establecen actividades dirigidas al desarrollo profesional y al perfeccionamiento de la docencia.

Conforme los profesores ganan en experiencia, cambia su imagen del aula, de su propio rol y del de sus alumnos; al mismo tiempo, aprenden a codificar reglas y principios basados en su conocimiento práctico (qué hacer y cómo hacerlo; Feiman-

Nemser, 1983). Dicho de otra manera, van aprendiendo un abordaje estratégico de la docencia, en el sentido que se van apropiando de estrategias, que no son otra cosa que sistemas conscientes mediados por instrumentos simbólicos de origen social.

En la fase de formación inicial y de incursión temprana a las aulas como futuros profesionales de la enseñanza, los docentes suelen recibir, sobre la base de cualquier otro tipo de formación o experiencia previa, una preparación que los introduce al *saber* y *saber hacer* de la profesión de enseñar. En los programas de formación casi siempre se enfatizan los componentes psicopedagógicos generales, de conocimiento del contenido por enseñar y, con menor frecuencia, de didáctica específica.

No obstante, los docentes novatos se enfrentan a una serie de dilemas y situaciones problema cuyo abordaje no les resulta sencillo. Esto ha conducido a cuestionar si existe una desconexión entre la formación que se recibe en las escuelas donde se forma a los profesionales de la enseñanza y las exigencias que se les plantean a los prácticos en el terreno de la realidad (Schön, 1992).

En algunas investigaciones se ha concluido que los profesores principiantes enfrentan ciertos problemas específicos. Entre estos, aparece la dificultad para transmitir el conocimiento adquirido en su etapa de formación, la prevalencia de una concepción técnica de la enseñanza, la tendencia a una imitación acrítica de conductas observadas en otros profesores (sobre todo de aquellos que han sido *sus* profesores en el pasado) o la sensación de aislamiento de sus compañeros.

El profesor novato tiene que responder a múltiples y complejas demandas en su práctica en el aula y con frecuencia responde con esquemas asociados con su visión implícita de la enseñanza como resultado de su experiencia como alumno y a los modelos pedagógicos que internalizó en su pasado escolar (Rodríguez, 1995).

También se ha encontrado que el profesor novato tiene problemas con el manejo de la disciplina y el control del grupo, hay rigidez en la planeación didáctica que realiza y en relación con esta, la centra en cumplir el programa, se desenvuelve con un enfoque intuitivo y presenta conflictos con la institución escolar. Igualmente se reporta que, para muchos nuevos maestros, este comienzo en la labor docente se acompaña de mucho estrés, inseguridad o ansiedad, sobre todo durante los primeros tres años (Bullough, 1987; Roehrig, Pressley y Talotta, 2002).

Por todas estas razones, la satisfacción del profesor novato, como de cualquier otro profesor, es un aspecto a atender ya que afectará directamente los resultados de su actuación docente e investigadora. La satisfacción en la carrera docente, analizada en relación con la retención de los profesores noveles en la profesión, depende de los siguientes factores:

- a. *La satisfacción de las necesidades psicológicas de los profesores u ofrecimiento de apoyo emocional*: apoyo personal de tipo emocional ofrecido por mentores, expertos u otros profesionales de la institución. Independientemente de la preparación técnica, si a los docentes les falta seguridad personal, confianza en sí mismos o tienen la sensación de no tener control sobre ellos mismos o sobre el entorno, es poco probable su éxito como profesores.
- b. *La calidad y tipo de educación recibida*: la preparación, los modelos docentes y las experiencias vividas durante los estudios universitarios tienen relación directa con el interés en continuar en la carrera docente.
- c. *El compromiso inicial de los profesores noveles hacia la enseñanza*: las primeras actitudes y experiencias laborales y las circunstancias donde se desarrollan pueden ser referentes para entender sus futuras decisiones y deberían ser centro de especial atención del director/a del departamento.
- d. *Los programas de desarrollo profesional disponibles*: abarcan desde las primeras experiencias de prácticas hasta el tipo de formación pedagógica que se desarrolla en la universidad. Los profesores perciben grandes diferencias entre la idea preconcebida de lo que es enseñar y lo que realmente acontece. Veenman (1984) denominó *shock de realidad* al fenómeno que se da cuando las expectativas y experiencias reales de trabajo no son similares a las que el profesor se creó en la universidad. Este *shock* se presenta con bastante frecuencia en los profesores noveles que inician su carrera docente provocando sentimientos de inseguridad, angustia, incertidumbre, falta de confianza y la necesidad urgente e imperiosa de ser reconocido, aceptado e integrado por el grupo de iguales.

De manera relacionada con lo que acabamos de exponer, Moir (1990) identifica *cinco fases circulares* por las que pasan la mayoría de profesores noveles a lo largo de su primer año de docencia. Estas son: *anticipación, supervivencia, desilusión, rejuvenecimiento y reflexión*; de estas se desprende la importancia de que los profesores conozcan y reconozcan estas fases para favorecer su adaptación profesional.

Las iniciativas que se han llevado a cabo para prevenir y resolver los problemas del profesorado novato constituyen programas de apoyo e inducción profesional, tienen como objetivo favorecer la construcción del conocimiento profesional y del análisis de estos se desprenden tres consideraciones para la investigación:

- Es necesario formar, asesorar o apoyar a los profesores y, en especial, a aquellos que empiezan su carrera profesional para favorecer la construcción de una identidad profesional positiva.

- El tipo de formación o asesoramiento que reciben los profesores influye de manera directa en su conocimiento profesional; esto es especialmente cierto cuando el proceso de apoyo se enmarca y parte directamente de la práctica educativa cotidiana y tiene en cuenta los intereses y las concepciones de los protagonistas.
- Existe una correlación entre el desarrollo profesional y la posibilidad de favorecer, apoyar y guiar el proceso hacia una adaptación reflexiva y consciente a lo largo de su primer año de docencia. Así, de acuerdo con Martín (2005) y otros, entendemos que los procesos de formación o asesoramiento no son simplemente una opción enriquecedora de la iniciación a la práctica profesional, sino que constituyen una parte esencial del desarrollo personal y profesional del docente y una parte de la cultura de la escuela como comunidad de aprendizaje profesional.

Lo anterior implica desarrollar adecuados procesos de formación inicial que permitan el logro de buenos profesionales de la educación y la enseñanza. Según Perrenoud (citado por Cano, 2005), el profesor novato se caracteriza por los siguientes rasgos:

- Se encuentra entre dos identidades, en tanto que pasa de estudiante a profesional responsable de sus decisiones.
- Siente estrés y angustia, que disminuyen con la experiencia.
- Necesita mucha energía y tiempo para resolver problemas que el experimentado controla como una rutina.
- Gestiona su tiempo de forma insegura y se cansa.
- Se encuentra en un estado de sobrecarga cognitiva, haciendo *zapping* entre los problemas.
- Se siente solo.
- Duda entre seguir modelos aprendidos y seguir fórmulas pragmáticas vigentes en el ámbito profesional.
- No distancia su papel de las situaciones.
- Posee la percepción de que no domina los elementos básicos de la profesión.
- No entiende que la distancia entre lo que imagina y vive es normal.

En tal sentido, para formar profesores reflexivos desde su formación inicial, debe trabajarse con ellos en el análisis de situaciones profesionales comunes, la definición de prioridades, la realización de elecciones razonadas, teniendo en cuenta la

angustia y la poca experiencia de los estudiantes. Esta formación exige, cuando menos, las siguientes condiciones (Cano, 2005):

- La transposición didáctica y los referentes de competencias esencialmente orientados hacia las prácticas efectivas de enseñanza y su dimensión reflexiva.
- Un lugar importante para que adquiriera conocimientos de la práctica y sobre la práctica.
- Una formación a la vez universitaria y profesional.
- Una formación teórico-práctica en alternancia.

De aquí se deriva la importancia de estimular adecuadas relaciones entre profesores expertos y novatos para facilitar la renovación de conocimientos disciplinares, pedagógicos y didácticos en los primeros, y la formación como profesionales reflexivos en los segundos al articular mejor los conocimientos teóricos con conocimientos actitudinales y prácticos. En tal sentido, un aprendizaje de la didáctica basado en problemas es una muy buena opción para favorecer la formación inicial en profesores novatos y la formación continuada en profesores expertos. De hecho, ambos grupos de profesores son protagonistas en la construcción de conocimiento compartido en el aula, ya que ello permite enfrentarse a problemas reales (con sentido) para aprenderlos no solo resolviéndolos, sino reconociendo cómo se da el proceso de su resolución (Rodríguez-García, 2008). Esta interrelación exige organizar secuencias formativas facilitadoras del aprendizaje (Giné, 2005), las cuales implican tres grandes ejes: 1) el secuencial o temporal (explicitado en una sucesión de fases), 2) el de la acción o interactivo (que se concreta en dispositivos didácticos, materiales, gestión en el aula, etc.) y 3) el intencional o funcional (que explicita la finalidad propuesta y su relación con los dispositivos didácticos en cada fase).

Las secuencias antes anotadas y la perspectiva de aprender resolviendo problemas en interacción entre profesores expertos y novatos se ven fuertemente favorecidas organizando equipos de trabajo colaborativos. Como propósito, trabajando de forma autónoma, estos grupos intentan resolver problemas diarios del aula de clase. En este contexto, se hacen evidentes roles de apoyo y seguimiento a dinámicas de aprendizaje del grupo para cerciorarse de que se consiguen los objetivos de aprendizaje pedagógico y didáctico propuestos (Benito y Cruz, 2007).

Capítulo cuatro

La metodología seguida en la investigación

Fundamentos de la investigación cualitativa

La metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir *tantas cualidades como sea posible*. En investigaciones cualitativas, se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud: se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible.

Los orígenes de los métodos cualitativos no son nuevos, sin embargo, a partir del siglo XIX, con el auge de las ciencias sociales, sobre todo de la Sociología y la Antropología, esta metodología empieza a desarrollarse de forma progresiva. Sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial, hubo un predominio de la metodología cuantitativa con la preponderancia de las perspectivas funcionalistas y estructuralistas. No es sino hasta la década del sesenta que las investigaciones de corte cualitativo resurgen como una metodología de primera línea, principalmente en Estados Unidos y Gran Bretaña. A partir de este momento, en el ámbito académico e investigativo hay toda una constante evolución teórica y práctica de la metodología cualitativa.

Una primera característica de estos métodos se manifiesta en su estrategia para tratar de conocer los hechos, los procesos, las estructuras y las personas en su totalidad, y no a través de la medición de algunos de sus elementos. La misma estrategia indica ya el empleo de procedimientos que dan un carácter único a las observaciones. El investigador tiene un trato *intensivo* con las personas involucra-

das en el proceso de investigación, para entenderlas, y de esta forma, desarrollar o afirmar las pautas y los problemas centrales de su trabajo durante el mismo proceso de la investigación. Por tal razón, como lo afirma Mello (1998), los conceptos que se manejan en las investigaciones cualitativas en la mayoría de los casos no están operacionalizados desde el principio de la investigación, es decir, desde un principio, no están definidos los indicadores que se tomarán en cuenta durante el proceso de investigación.

Fraenkel y Wallen (1996) presentan cinco características básicas que describen las particularidades de este tipo de estudio:

1. El ambiente natural y el contexto que se da al asunto o problema es la fuente directa y primaria, y la labor del investigador constituye ser el instrumento clave en la investigación.
2. La recolección de los datos es mayoritariamente verbal y menos cuantitativa.
3. Los investigadores enfatizan tanto en los procesos como en los resultados.
4. El análisis de los datos se da más de modo inductivo.
5. Interesa saber cómo los sujetos en una investigación piensan y qué significado poseen sus perspectivas en el asunto que se investiga.

La investigación cualitativa se caracteriza porque en ella se estudia la calidad de las actividades, las relaciones, los asuntos, los medios, los materiales o los instrumentos en una determinada situación o problema. Procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular. A diferencia de los estudios descriptivos, correlacionales o experimentales, más que determinar la relación de causa y efectos entre dos o más variables, la investigación cualitativa se interesa más en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso en que se da el asunto o problema. Para el caso particular, el problema prevé determinar el incremento del CDC en el grupo de profesores estudiados.

La investigación en educación, como en cualquier otro campo del saber, tiene como principal finalidad la de colaborar a la indagación y crítica sistemática de los saberes adquiridos, avanzando así en el desarrollo del cuerpo teórico que la sustenta. En el intento por comprender la realidad actual de la formación de profesores y los fundamentos teóricos promovidos desde la Práctica Profesional Docente de Licenciatura en Química, la presente investigación se plantea como el estudio de la singularidad del programa de formación inicial de profesores de secundaria para la enseñanza de la Química, a partir de la observación y participación en el desarrollo de algunas etapas que los conforman.

El seguimiento y análisis de los programas de formación inicial del profesorado ha sido desarrollado desde la perspectiva de una investigación que se inscribe, como ya se ha mencionado, en el campo de la *metodología cualitativa*. Sobre la base de un diseño interpretativo, se llevó a cabo un estudio de caso en dos contextos de formación de profesores específicos: la formación inicial, que alude a los profesores novatos, y la formación continuada, referida a los profesores expertos.

Lo que se espera de una investigación cualitativa interpretativa es encontrar “descripciones abiertas” y “comprensiones mediante la experiencia”; para ello, el estudio de los actos y los significados que los actores adscriben a lo que sucede en un contexto social particular resulta ser muy significativo (Erickson, 1989; Stake, 1998).

Por medio de la observación, la participación y la interpretación de una realidad educativa concreta y compleja, como es la formación de profesores, nos acercamos a la comprensión de las exigencias que la sociedad —a nivel global— y el sistema educativo —a nivel más concreto— nos plantean en relación con la formación inicial y permanente de los futuros y actuales profesores de Química, en el marco de la Práctica Profesional Docente.

Observar, participar e interpretar una realidad educativa específica pueden ser consideradas acciones de indagación que se enmarcan en la llamada *investigación interpretativa*, la cual ha ido adquiriendo importancia en el campo de la investigación educativa, al mismo tiempo que ha ido avanzando en su definición y objetivos.

La decisión de llevar a cabo una investigación desde la perspectiva interpretativa, centrada en el estudio de caso, significó plantearse algo más que observar y describir. La idea central ha sido poder avanzar en la comprensión de lo que realmente ocurre en las aulas, estudiando el mundo de relaciones y percepciones que se van dando a través del tiempo. Desde esta perspectiva, es importante tener presente lo planteado por Escudero (1990), cuando señala que la investigación interpretativa:

No aspira a establecer leyes o principios que expresen relaciones de concordancia o causalidad. Pretende, más bien, descubrir pautas, patrones y regularidades que permitan comprender el sentido, el significado y la construcción personal y social que los sujetos mantienen en los contextos en los que funcionan.

En el plano personal, la elección por una perspectiva interpretativa del trabajo nos ha significado incursionar en un ámbito de la metodología de la investigación que hemos ido descubriendo en su estructura y en la riqueza de sus alcances, especialmente a través del análisis de investigaciones que se han desarrollado en el campo de la formación del profesor y, particularmente, en el estudio del conocimiento didáctico del contenido de profesores en Química.

Planteadas entonces desde un paradigma interpretativo, las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias naturales se preocupan, en primer lugar, por describir el contexto en el que se desarrolla una determinada experiencia educativa. Esta descripción es sólo un primer paso, ya que la finalidad última del investigador es la comprensión de la realidad educativa con todas sus singularidades y posibles generalizaciones.

Trabajar desde este paradigma implica profundizar en la comprensión de los fenómenos educativos intervinientes en la práctica profesional docente, particularmente de la Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. A través del estudio de casos particulares, nos encontramos frente a la oportunidad de dejar el diagnóstico simple y entrar en las razones de estas críticas. Como lo afirma Stake (1998), no solo es necesario identificar una realidad concreta frente al objeto de estudio, pues se requiere considerar la elección del tema de investigación, lo cual implica una voluntad de comprender esa realidad. Diseñado como estudio de caso, el programa de formación de profesores considerado en la presente investigación fue entendido como una unidad de estudio en sí misma, de tal manera que tanto profesores novatos como expertos fueron analizados individualmente. Es necesario aclarar que si bien se analizan a los sujetos por separado, las actividades por investigación orientada realizadas dentro de los equipos colaborativos de trabajo son las que, en última instancia, pueden favorecer el incremento del CDC de los profesores.

Por otra parte, Stake (1998) señala que es importante tener algunas premisas claras a la hora de decidir realizar una investigación con la metodología de estudio de casos. En primer término, la diferenciación que este autor hace entre “la investigación con estudio de casos” y “la investigación de muestras”. Una muestra no es un caso y, por ende, sus respectivas metodologías de investigación difieren sustancialmente entre sí. Este autor enfatiza que “el objetivo primordial del estudio de un caso no es la comprensión de otros. La primera obligación es comprender este caso” (Stake, 1998). Por lo tanto, al concluir que la presente investigación realizada sobre el CDC en profesores en formación inicial y en ejercicio corresponde a un estudio de casos, implica afirmar que lo que nos interesa es comprender el proceso de formación docente del Licenciado en Química en esta realidad y en su contexto determinado.

Cuestiones metodológicas particulares

Para dar entonces solución al problema principal planteado y, de igual forma, a los problemas subsecuentes que estructuran esta investigación, se definieron determinados criterios y etapas de análisis, a la luz de los antecedentes, marco referencial y, principalmente, los objetivos y la propuesta de trabajo por estudio de casos.

En la tabla 2, se encuentran especificadas las cinco etapas propuestas, así como los criterios para su cumplimiento.

Tabla 2. Etapas de la investigación

Criterios y etapas de análisis					
Etapas Criterios	Primera etapa de análisis	Segunda etapa de análisis	Tercera etapa de análisis	Cuarta etapa de análisis	Quinta etapa de análisis
	Estudio de antecedentes y construcción del marco teórico de interés para la investigación	Diseño de la estrategia metodológica para abordar el problema de investigación	Construcción, validación y estandarización de instrumentos	Recolección y triangulación de la información	Análisis, conclusiones y sugerencias
Unidad de análisis	Descripción del conocimiento didáctico del contenido (CDC)	Diseño de estrategia metodológica. Establecimiento de categorías de análisis, indicadores y consecuencias contrastables.	Diseño de instrumentos de recolección de datos	Aplicación de instrumentos y correlación de la información obtenida	Análisis cualitativo de la información obtenida
Propósitos	Identificar origen, fundamentos, características y aplicaciones del CDC.	Definir la metodología de investigación indicada para abordar el problema. Establecer las categorías de análisis, indicadores de análisis y sus consecuencias contrastables.	Generar instrumentos validados y estandarizados para la recolección de información	Identificación del CDC de los integrantes del grupo muestral y el incremento de este mismo a través de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo.	Favorecer el incremento del conocimiento didáctico de contenido (CDC) a partir del tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química en equipos colaborativos de profesores noveles y expertos.

Criterios y etapas de análisis					
Etapas Criterios	Primera etapa de análisis	Segunda etapa de análisis	Tercera etapa de análisis	Cuarta etapa de análisis	Quinta etapa de análisis
	Estudio de antecedentes y construcción del marco teórico de interés para la investigación	Diseño de la estrategia metodológica para abordar el problema de investigación	Construcción, validación y estandarización de instrumentos	Recolección y triangulación de la información	Análisis, conclusiones y sugerencias
Participantes	Investigadores	Investigadores	Grupo de investigación del proyecto "Estrategias para el favorecimiento de cambios didácticos en profesores de aplicación a profesores de Química en formación inicial y en ejercicio, a partir de la reflexión sobre la práctica"	Grupo muestral de profesores: profesores expertos y noveles, integrantes de la Práctica Profesional Docente del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química, presente en el Colegio Costa Rica IED.	Grupo de investigación del proyecto

Hipótesis, variables, indicadores de análisis e instrumentos utilizados en la investigación

A partir del estudio de antecedentes y de la construcción de un cuerpo teórico apropiado para la investigación, además del diseño de la estrategia metodológica escogida para abordar el problema, se planteó la siguiente hipótesis de investigación:

Los CDC de profesores de Química en formación inicial y de profesores de Química en ejercicio pueden favorecerse mediante cambios didácticos por inmersión en problemas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Química que se resuelven y se desarrollan en la práctica educativa mediante equipos colaborativos de trabajo.

Esta hipótesis se sustenta en los siguientes *supuestos de investigación*:

- Los cambios didácticos son posibles de lograr tanto en el trabajo con profesores novatos como con profesores expertos en la enseñanza de la Química.
- Los cambios didácticos en el profesorado de ciencias favorecen el desarrollo de CDC cuando los profesores abordan situaciones problemáticas del aprendizaje en equipos colaborativos

- La brecha conceptual entre profesores novatos y profesores expertos se reduce cuando intervienen en problemas educativos abordados en equipos colaborativos integrados.

La propuesta del modelo de aprendizaje como investigación orientada que aquí presentamos tiene en cuenta las aportaciones mencionadas y se basa en la comunicación dialógica entre profesores novatos y expertos, para que, de esta forma, se pueda reducir la brecha conceptual entre estos.

Nuestra visión concreta del proceso de enseñanza como investigación orientada considera el aprendizaje como *tratamiento de situaciones problemáticas* que los profesores pueden considerar de interés e incluye toda una serie de aspectos que, en forma de programa de actividades, orientan la solución de la situación problemática en un trabajo en equipos colaborativos. Con ello se espera dar solución al problema central, al favorecer la construcción de un CDC que procurarán posteriormente, con programas de actividades subsiguientes, aproximar a los profesores novatos y expertos a un CDC deseable de referencia.

La puesta en marcha de este proyecto se planteó mediante el desarrollo de un programa de actividades sustentado en tres variables:

- *Variable interviniente*: propuesta de investigación constituida en un programa de actividades desarrollado en equipos colaborativos de trabajo;
- *Variable dependiente*: cambios didácticos en los profesores noveles y expertos, y
- *Variable independiente*: el trabajo del profesor en el aula.

En esta investigación, como se había mencionado anteriormente, se definen tres componentes fundamentales del CDC que son tomados como nuestras categorías de análisis:

- a. Imagen de ciencia;
- b. Relación enseñanza-aprendizaje de la ciencia, e
- c. Implicaciones del contexto escolar.

Estas categorías se convierten entonces en los ejes que direccionan la metodología de este trabajo, cada uno analizado a partir del ser, saber y saber hacer del profesor.

La tabla 3 resume la información correspondiente a los indicadores, las categorías y las consecuencias contrastables tenidas en cuenta para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 3. Categorías, indicadores y consecuencias contrastables

Categoría	Indicador	Consecuencias contrastables		
1. Ciencia	1.1 Imagen de los científicos	Racionalismo	Empirismo radical - Empirismo moderado	Constructivismo
	1.2 Imagen de actividad científica			
	1.3 Imagen de progreso de la ciencia			
	1.4 Paralelo “ciencia convencional” y “otras ciencias”			
2. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia	2.1. Papel de las ideas previas	Modelo didáctico tradicional	Modelo didáctico tecnológico-espontaneísta	Modelo didáctico por investigación orientada
	2.2. Imagen de incremento de conocimiento			
	2.3. Conocimiento científico vs conocimiento escolar			
	2.4. Papel de la evaluación			
	2.5. Imagen de aprendizaje	Aprendizaje por apropiación formal	Aprendizaje por asimilación	Aprendizaje por construcción de conocimientos
	2.6. Imagen interdisciplinaria de los conocimientos			
3. Contexto Escolar	3.1. Diseños curriculares	Producto formal	Proceso tecnológico-espontaneísta	Proceso complejo
	3.2 Relación CTS-A			
	3.4 El papel del clima del aula			
	3.5 Políticas educativas			
	3.6 Contexto sociocultural			

Para satisfacer las necesidades de esta investigación, se trabajó con el grupo de Práctica Profesional Docente (2011-I) del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia), que se encontraba adelantando esta experiencia en el Colegio Costa Rica IED. La tabla 4 resume la información más importante del grupo intervenido.

Tabla 4. Características de la población

Criterio	No. De docentes	Características principales
Docente novel	Seis (6)	Docentes en Formación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química. Todos con una experiencia profesional inferior a los 3 años.
Docente experto 1	Uno (1)	Docente Titular de Química del Colegio Costa Rica IED. 20 años de experiencia.

Al tener en cuenta las características fundamentales de la investigación cualitativa y, particularmente, el estudio de caso, se definieron tres instrumentos (tabla 5) para la recolección y posterior triangulación de los datos. Estos instrumentos fueron aplicados en distintas fases, para lograr de esta forma un análisis longitudinal a través

de todo el tiempo de intervención en la institución educativa con los profesores novatos y expertos.

Tabla 5. Descripción general de los instrumentos usados

Etapas	Tipo de instrumento	Finalidad
Inicial	Cuestionario por diferencial semántico	Identificar y caracterizar los CDC previos en profesores de Química novatos y expertos, a partir de la postura tomada por cada uno de ellos frente a las sentencias presentadas que abarcan las categorías y los indicadores propuestos para la presente investigación.
Permanente	Grabaciones en video de las clases	Contar con un registro en video para analizar el quehacer de cada uno de los docentes. Estos, inmersos en sus trabajos cotidianos, actúan de acuerdo con sus concepciones. Se categorizan cada una de las clases grabadas y se determina el acercamiento gradual hacia posturas y prácticas innovadoras en la enseñanza de la Química. Estas se analizan a través del software de análisis de datos ATLAS.ti [®] .
	Equipos colaborativos de trabajo	Generar espacios para el tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química en equipos colaborativos de profesores novatos y expertos. Es la parte trascendental que produce los cambios actitudinales, conceptuales y procedimentales en el grupo de docentes con el que se trabajó. Es la base fundamental de este proyecto de investigación. A partir de la construcción de un programa de actividades, se abordaron las situaciones problema en la enseñanza de la Química. Estos fueron transcritos y analizados en ATLAS.ti [®] .
Final	Durante el desarrollo de los equipos colaborativos de trabajo, se comenzaron a evidenciar resultados graduales, igualmente, con las observaciones de clase. Por tal razón, el instrumento final correspondió a la sesión de clausura de los equipos colaborativos, a cargo del director de esta investigación.	

Instrumento inicial: cuestionario por diferencial semántico

Si bien una de las intenciones de esta investigación es determinar los CDC previos en profesores de Química en formación inicial y profesores en ejercicio, planteado como problema auxiliar, resulta evidente que un primer esfuerzo estuvo proyectado a determinar lo que los profesores novatos y expertos piensan y sienten sobre la tarea de enseñar.

El propósito fundamental fue establecer el estado inicial del conocimiento didáctico del contenido en los profesores estudiados, para tener, de esta manera, un punto de referencia que nos permita observar si se favorece o no el incremento del CDC a través de la intervención propuesta.

Así como hace ya varias décadas que el mundo educativo dejó a un lado la metáfora del recipiente vacío al pensar en la mente del estudiante, también el profesor,

inmerso en sus procesos de formación inicial y permanente, presenta unas ideas en relación con la ciencia, la imagen de los científicos, el papel de la evaluación, las políticas educativas o el clima del aula, entre muchos otros aspectos (referenciados en este proyecto de investigación como *categorías e indicadores*), adquiridos a través de su formación o de su experiencia.

Las experiencias cotidianas y los conceptos aprendidos, de forma articulada, van activando la construcción de conceptos y estructuras cognitivas en cada uno de nosotros. A través de la percepción y el aprendizaje, intentamos comprender y darle significado y sentido a aquello que nos rodea y con lo cual nos relacionamos. Son estos significados y sentidos los que constituyen nuestros “esquemas preexistentes de conocimiento” y, a partir de ellos, reconstruimos nuestros conocimientos científicos.

Pozo (1991) propone como mecanismos apropiados para detectar las ideas de los alumnos: a) la entrevista personal, b) las pruebas escritas y c) el diálogo socrático. Mientras la primera permite un encuentro más directo y la posibilidad de profundizar en la indagación, la segunda permite considerar grupos más amplios puesto que no se puede pretender entrevistar en profundidad sobre las ideas previas a grupos multitudinarios. La tercera modalidad se sugiere, al interior del contexto, “sala de clases”, como una manera de explorar en los conocimientos de los alumnos frente a temas o problemáticas específicas.

En este sentido, los instrumentos aplicados en esta investigación en la fase inicial corresponden a pruebas escritas, particularmente, cuestionarios por diferencial semántico, a través de las cuales se pretendió identificar las ideas previas docentes alrededor de las concepciones de ciencia, enseñanza y aprendizaje de las ciencias y el contexto escolar que manejan los profesores expertos y novatos.

El cuestionario consta de sesenta afirmaciones; cada una de estas tiene cuatro pares de adjetivos contrapuestos. El propósito es determinar el nivel de agrado o desagrado, interés o desinterés, facilidad o dificultad, entre muchas otras, que se produce en cada uno de los docentes en relación con las categorías de análisis. Cada una de las 60 preguntas responde a ciertos criterios establecidos previamente, para determinar así la postura desde la cual trabajan los profesores y, con ello, establecer el CDC inicial de profesores novatos y expertos.

Este instrumento fue desarrollado durante las reuniones del grupo de investigación y fue validado por sus profesores investigadores. En el Anexo 1 se encuentra el instrumento de diferencial semántico final que fue aplicado.

Este cuestionario por diferencial semántico indaga sobre las concepciones iniciales que tienen los docentes en relación con las categorías de la investigación ya

mencionadas: 1) ciencia, 2) enseñanza y aprendizaje de las ciencias y 3) contexto escolar. Las preguntas se presentan al azar y, en varias ocasiones, una pregunta satisface a dos o más indicadores. Asimismo, algunas afirmaciones se presentan de forma positiva y otras de forma negativa para correlacionar sus respuestas. En el Anexo 2, se encuentra la tabla de especificaciones en donde se escribe el número de preguntas y la categoría e indicador al cual obedecen.

Finalmente, el Anexo 3 muestra las tendencias de respuesta para cada uno de los ítems. Esta es la base para identificar el CDC inicial de los profesores noveles y expertos.

Instrumento permanente (a): observaciones de clase – grabaciones

Un primer acercamiento para comprender la realidad formativa del profesor en formación inicial y en ejercicio fue conocer cómo se tratan los contenidos programados y percibir el ambiente y la dinámica del proceso de aula; detectar igualmente las situaciones problema presentadas en la enseñanza de la Química.

La observación como técnica de recolección de datos es muy utilizada en las investigaciones de tipo cualitativo. Incluso, es señalada por Goetz y Lecompte (1988) como la principal técnica de recolección de datos en un contexto de investigación interpretativa y afirman que su utilización en el ámbito educativo ha ido en aumento.

Evertson y Grenn (1989) hacen mención al “marco de referencia” desde el que se efectúa la observación, dejando claro que no existe un tipo único de observación, ni una sola manera de enfocarla. Para estas autoras, el propósito de la investigación, junto con la perspectiva teórica del observador, son los elementos decisivos a la hora de diseñar el uso de esta técnica para comprender una realidad concreta.

Sin duda, si lo que se buscaba con esta investigación era favorecer la construcción de conocimiento didáctico de contenido (CDC) a partir del tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química, era fundamental integrarse a la experiencia de aula que viven los profesores estudiados.

La observación permitió obtener la información precisa para el trabajo en los equipos colaborativos. Asimismo, puso en evidencia las acciones concretas de los profesores novatos y expertos en las aulas de clase.

La metodología seguida fue la de ir registrando todo aquello que fuera relevante, desde nuestro punto de vista (pero con referencia a entramados teóricos de la didáctica de las ciencias) en cuanto a:

- Contenidos conceptuales-saberes o *plano cognoscitivo*.
- Contenidos metodológico-prácticos o *plano práctico*.
- Contenidos actitudinales o *plano cognitivo*.

Instrumento permanente (b): observaciones de clase - análisis cualitativo mediante el uso del software ATLAS.ti ®

Como se ha anotado en apartados anteriores, la estrecha relación existente entre las actitudes y los saberes (planos cognitivo y cognoscitivo) es la que finalmente determina las acciones y los hechos durante la práctica docente. El docente actúa a partir de sus preconceptos, concepciones, objetivos personales, entre otros muchos factores, y finalmente la suma de todas estas variables da características particulares a la acción docente. Además de las rejillas de observación de clase, tratadas en el apartado anterior, era necesario extraer la mayor cantidad de información posible de las diferentes grabaciones de clase de los docentes noveles y expertos.

Para ello, nos apoyamos en el *software* de análisis de datos ATLAS.ti ®. Este *software* hace parte de los denominados CAQDAS (Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software, en español, programa de análisis de datos cualitativos asistidos por ordenador), entre los que se destacan programas como The Ethnographer ®, Nud-ist ®, Nvivo ® y, por supuesto, Atlas.ti ®. La decisión final de optar por ATLAS.ti ® dependió principalmente de tres factores:

- La plataforma de este programa, además de texto, permite incorporar de forma simultánea audio y video; otros programas tienen restricciones dentro de una misma unidad para aplicar a diferentes formatos de documentos base. Además, ATLAS.ti ® permite incorporar grandes volúmenes de datos.
- Si bien no es el más “potente” entre los CAQDAS mencionados, las herramientas para su uso son de fácil manejo. La organización, el análisis y el almacenamiento de la información es segura y sencilla.
- Por último, gracias a la gestión del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital, se pudo contar con la última versión disponible en el mercado y con las licencias de funcionamiento respectivas.

ATLAS.ti ® es una herramienta informática cuyo objetivo es facilitar el análisis cualitativo de, principalmente, grandes volúmenes de datos. Puesto que su foco de atención es el análisis cualitativo, no pretende automatizar el proceso de análisis, sino simplemente ayudar al intérprete humano agilizando considerablemente muchas de

las actividades implicadas en el análisis cualitativo y la interpretación, como la segmentación del texto en citas, la codificación o la escritura de comentarios y anotaciones.

Los componentes de ATLAS.ti ® para el análisis de datos en esta investigación son:

a. Documentos primarios (“Primary Doc”)

Son la base del análisis, es decir, los *datos originales*. Como se mencionó con anterioridad, estos pueden ser en texto (*.rtf; *.doc; *.txt), en audio (*.wav, *.mp3, *.wma) y en video (*.avi, *.mpg, *.wmv). Para el caso particular de esta investigación, se hizo uso del formato de video, correspondiente a las grabaciones de clase. De igual forma, el texto incorporado en ATLAS.ti ® corresponde a las transcripciones del audio obtenidas de los equipos colaborativos de trabajo.

b. Citas (“Quotations”)

Las citas son fragmentos de los documentos primarios que tienen algún significado, es decir, son los segmentos significativos de los documentos primarios. Podemos entenderlos como una primera selección del material de base, una primera reducción de los datos originales.

c. Códigos (“Codes”)

Los códigos suelen ser la unidad básica de análisis. Habitualmente, el análisis se basará en ellos. Podemos entenderlos como conceptualizaciones, resúmenes o agrupaciones de las citas, lo que implicaría un segundo nivel de reducción de datos. Particularmente, para nuestros propósitos, los códigos corresponden a nuestros indicadores de investigación.

d. Anotaciones (“Memos”)

Las anotaciones o memos son comentarios de un nivel cualitativamente superior, puesto que son todas aquellas anotaciones que realiza el analista durante el proceso de análisis y que pueden abarcar desde notas recordatorias, hipótesis de trabajo, etc., hasta explicaciones de las relaciones encontradas, conclusiones, etc., que pueden ser utilizadas como puntos de partida para la redacción de un informe. Cada uno de los memos usados en esta investigación está directamente relacionado con un código (indicador de la investigación) y una cita particular (fragmento de video de observación de clase o parte del texto transcrito de los equipos colaborativos).

e. Familias (“Families”)

De la misma forma que los códigos pueden ser vistos como agrupaciones. Para nuestros propósitos, usamos las familias para agrupar los códigos (es decir,

nuestros indicadores); esto implica un nivel de jerarquización mayor. Nuestras familias corresponden a las categorías de la investigación.

f. Redes (“Networks”)

Es uno de los componentes más interesantes y característicos de ATLAS.ti[®]. Estas permiten representar información compleja mediante representaciones gráficas de los diferentes componentes y de las relaciones que se hayan establecido entre ellos. Las redes fueron usadas para los análisis globales del grupo de profesores noveles y expertos, y será abordado en capítulos posteriores.

g. Unidad hermenéutica (“H.U.”)

La unidad hermenéutica es el “contenedor” que agrupa a todos los elementos anteriores. Dicho de otra forma, es el fichero en el que se graba toda la información relacionada con el análisis, desde los documentos primarios hasta las redes. Nuestra unidad hermenéutica abarca todo lo relacionado con los instrumentos permanentes, y se llamó “CDC”.

Instrumento final: cuestionario de escala liker

Luego de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo y la aplicación del programa de actividades propuesto, se aplicó un instrumento final Tipo Liker. Este instrumento es una técnica ampliamente aplicada en la investigación de carácter cualitativa. Permite analizar los componentes cognoscitivos (conocimientos y creencias), afectivos (sentimientos) y procedimentales de los profesores novatos y expertos, con los cuales valorar los cambios didácticos logrados en el contexto de los conocimientos didácticos de contenido.

Este cuestionario consta de 60 afirmaciones y una escala de aceptación o rechazo al planteamiento realizado. La escala se construye en función de una serie de ítems que refleja una actitud positiva o negativa acerca de un estímulo o referente. Cada ítem está estructurado con cinco alternativas de respuesta: 1) Totalmente de acuerdo, 2) De acuerdo, 3) Indiferente, 4) En desacuerdo y 5) Totalmente en desacuerdo.

De la misma forma que se realizó con los demás instrumentos, cada una de las 60 afirmaciones responde a determinados criterios establecidos con anterioridad, para determinar así la postura final con la cual el grupo de docentes concluye su participación en el programa de actividades. Este instrumento fue desarrollado durante las reuniones del grupo de investigación y fue validado por diversos investigadores trabajando en otros contextos con profesores de ciencias. En el Anexo 4 se encuentra el instrumento de Tipo Liker aplicado en esta investigación.

Consideraciones sobre los equipos colaborativos de trabajo

De forma resumida, puede decirse que el objetivo fundamental es que los profesores en formación inicial y en ejercicio construyan con mayor facilidad un CDC y se reduzca la brecha conceptual entre profesores novatos y profesores expertos mediante la inmersión en problemas sobre el aprendizaje de la Química que se resuelven y se desarrollan en la práctica educativa mediante equipos colaborativos de trabajo.

En primer lugar, se proponen actividades que dan sentido al estudio de los fenómenos que se van a abordar y de este modo se trata de evitar que los profesores se vean inmersos en el tratamiento de una situación sin haber podido hacerse una primera idea motivadora y preliminar de la tarea.

Se hace énfasis en una *aproximación cualitativa* a las situaciones problemáticas, de forma que se puedan acotar en forma de problemas en los que se ha operativizado qué es lo que se busca. En este análisis de la situación problemática se proporciona a los profesores ocasión para que comiencen a explicitar funcionalmente sus concepciones.

En segundo lugar, se proponen actividades para que los profesores novatos y expertos emitan hipótesis y propongan posibles soluciones a las situaciones planteadas una vez precisadas. Estas actividades son una buena ocasión para que los docentes utilicen sus ideas previas, concepciones y conocimientos y las sometan a prueba. Allí se pone en juego la propuesta primordial de esta investigación: tanto docentes novatos como expertos, a través de una comunicación dialógica, aportan ideas, estrategias, propuestas de diseños experimentales, de actuaciones en el aula, entre muchas otras, que son las que finalmente permiten el fortalecimiento conceptual y actitudinal de estos profesores, para así favorecer el incremento del CDC del grupo trabajado.

Es conveniente remarcar que las estrategias de enseñanza precedentes *no constituyen un algoritmo* que pretende guiar paso a paso las actividades de los estudiantes, sino indicaciones genéricas sobre aspectos esenciales de la ciencia, la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y el contexto escolar, que permiten abordar en el aula una actividad abierta y creativa debidamente *orientada por el profesorado*.

Más concretamente, se pretendía que los profesores:

- Tomen conciencia de algunos de los principales problemas y dificultades que afectan a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
- Vivan propuestas fundamentadas de innovación educativa que muestren las posibilidades de transformar la docencia y generar entre el alumnado unas actitudes más positivas hacia la ciencia y su aprendizaje.

- Participen en la elaboración y discusión de temas concretos para la clase, los experimenten y evalúen sus resultados.
- Cambien el “pensamiento docente espontáneo” acerca de los problemas educativos, elaborado tras largos años de formación como alumnos, y que, ante la falta de alternativas concretas, suele llevar a reproducir en clase algunos de los defectos que ellos mismos padecieron.
- Se percaten de la coherencia existente entre los diferentes contenidos de didáctica tratados.
- Incrementen su dominio acerca de los principales contenidos (conceptuales, metodológicos y actitudinales) de sus materias, a través de un trabajo colectivo serio, continuo y profundo, a partir de materiales concretos.
- Conciban su trabajo como algo complejo pero también apasionante y dinámico, sujeto continuamente a revisión con el fin de mejorarlo.
- Adquieran la formación necesaria para asociar enseñanza e investigación didáctica.

Características del programa de actividades seguido en la intervención

El programa de actividades propuesto, realizado a través del trabajo en equipos colaborativos, se inserta en un contexto de preguntas y respuestas basadas en la comunicación dialógica entre los participantes, es decir, los profesores novatos y expertos. Es preciso que haya preguntas (para el caso de esta investigación, fueron denominadas como *núcleos*): no hay investigación orientada donde las necesidades no se hayan vivido y sentido hasta el punto de suscitar la duda y, por consiguiente, la indagación. Es necesario que los profesores sean conscientes de los problemas que se presentan cotidianamente en la enseñanza de las ciencias; que asuman su posición como integradores de los procesos propios de la escuela.

Las características del programa por seguir en la intervención, tanto con profesores novatos, como con profesores expertos, se apoya en la concepción de un propuesta de actividades de naturaleza constructivista, esto es, fundamentado para favorecer aprendizajes mediados por cambios didácticos en el sentido que estos propician transformaciones integrales en las concepciones, las actitudes y las prácticas de profesores hacia su actividad profesional en procesos de enseñanza y aprendizaje. En tal sentido, sus características son las siguientes:

- a. Se trata de un programa de formación basado en el modelo de enseñanza y aprendizaje centrado en la investigación orientada.
- b. Se trata de un programa de investigación dirigido a la formación didáctica de los profesores, que da énfasis al trabajo cooperativo desde la planeación hasta las actividades de síntesis en diferentes unidades didácticas (Pozuelos, 1997).
- c. Se trata de un programa que explícitamente intenta desarrollar en los profesores cambios didácticos entendidos como cambios conceptuales, cambios metodológicos y cambios actitudinales hacia la actividad científica y hacia la enseñanza de la Química. Se comprende, para los efectos de este programa, que los cambios didácticos se dan a nivel de cambios en la epistemología docente y cambios en la práctica docente. Los cambios en la epistemología docente tienen que ver con cambios conceptuales y con cambios actitudinales, y los cambios en la práctica docente se evalúan a través de cambios metodológicos, en este caso, en la enseñanza de la Química. En particular, se puede decir que los cambios conceptuales recogen a su vez cambios en las concepciones de los profesores, en cuanto a la ciencia y la actividad científica, al papel de la historia de la ciencia en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y a sus mismas concepciones; en el caso de la historia de la ciencia, se abordan no solo sus impactos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, sino también cómo esta se constituye en herramienta útil para desarrollar interpretaciones en torno a la filosofía de la ciencia.
- d. Se trata de un programa *eficaz* para la formación de profesores a la luz de los resultados de la investigación y la innovación contemporánea en didáctica de las ciencias (Carnicer y Furió, 2002), dado que este programa se estructurará con las siguientes características curriculares:
 - El programa está planificado para abordar las diferentes problemáticas en conexión con las situaciones cotidianas que se presentan para los profesores participantes en su práctica docente.
 - El programa procura conocer y cuestionar el pensamiento, las actitudes y los comportamientos docentes espontáneos con la perspectiva de favorecer la reflexión didáctica; con este se cuestiona el carácter natural de la enseñanza.

La participación de los investigadores fue parte primordial durante este proceso de aplicación. Generar los espacios, motivar a los integrantes del grupo, delimitar tiempos y orientar las discusiones fueron algunas de los aportes hechos durante el trabajo en los equipos colaborativos.

El programa de actividades, como se mencionó con anterioridad, consta de:

- a. *Núcleos problémicos*: preguntas orientadoras, base para el trabajo en los equipos colaborativos. Estos núcleos recopilan la información de los tópicos o temas que se trabajarán, y su función principal es la de integrar a la discusión todo aquello que saben, sienten, piensan o creen los profesores.
- b. *Tópicos y temas*: a partir del marco referencial y los antecedentes acá presentados, junto con el aporte de los profesores pertenecientes al proyecto marco de referencia antes nombrado, se definieron diez temas, perteneciente a diez tópicos, distribuidos en siete sesiones que consideramos de gran relevancia para el trabajo en los equipos colaborativos de trabajo. Estos tópicos responden además a los conocimientos y manejos básicos que debe tener un profesor para enfrentar la práctica docente.
- c. *Artículos de referencia*: al definir los tópicos y núcleos, se consideró trascendental apoyar el programa de actividades en los resultados recientes en investigación en didáctica de las ciencias. Para ello, se seleccionaron una serie de artículos que cumplieran con las características necesarias para trabajar con los equipos colaborativos. A partir de estos artículos, se construyeron síntesis que fueron las que se trabajaron con los docentes noveles y expertos. Los artículos de referencia fueron los siguientes:
 - Carrascosa, J., Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cuaderno Brasileiro de enseñanza de la Física*, 3, 157-181. Disponible en <http://www.oei.es/decada/>
 - Feixas, M. (2000). El profesorado novel: estudio de su problemática en la Universitat Autònoma de Barcelona. *Revista de Docencia Universitaria*. Disponible en http://revistas.um.es/red_u/article/view/11821/11401
 - Fernández, I, Gil, D. y Carrascosa, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 477-488.
 - Herrera, A. (2008). Uso de tramas conceptuales como estrategia para la enseñanza de la Química. En *Memorias CIIEC* (Coloquio Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, 2008). Disponible en http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_205_v2n3tobon.pdf
 - Martínez, C., García, S., Mondelo, M. y Vega, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 211-225.

- Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- Mosquera, C. J. y Furió, C. (2008). El cambio didáctico en profesores universitarios de química a través de un programa de actividades basado en la enseñanza por investigación orientada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 22, 115-154.

Capítulo cinco

Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

Resultados

A continuación se presentan los resultados y sus respectivos análisis obtenidos a través de la aplicación de los diferentes instrumentos y siguiendo la metodología sustentada anteriormente.

Estos resultados se presentan de forma individual, teniendo en cuenta para todos y cada uno de ellos la caracterización inicial de los profesores en cuanto a sus concepciones y actitudes, las observaciones en sus clases para valorar sus esquemas de acción en la práctica, su participación en las discusiones que, en torno a la didáctica de las ciencias, se dieron en los equipos colaborativos de trabajo y, por supuesto, el cambio didáctico evidenciado en ellos tomando como indicador los conocimientos de contenido didáctico que pudieron evidenciarse a lo largo y al final de la aplicación de la estrategia de intervención. Posteriormente, se hace un análisis general de los resultados.

a. Con relación al instrumento inicial: la caracterización inicial corresponde a los resultados obtenidos a partir del instrumento por diferencial semántico aplicado a los seis docentes noveles y al docente experto. Los nombres de los profesores se mantuvieron en reserva durante toda la investigación. Por esta razón, se cambiaron sus nombres.

b. Con relación a la observación de clases: se grabaron las clases de los seis docentes novatos y del docente experto, durante el segundo trimestre del año (entre marzo y mayo de 2011). Se realizaron dos grabaciones de clase por cada docente. Una de ellas en un momento inicial llamada “Permanente 1”, previamente a la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, y la otra en las

etapas finales de la investigación, denominada “Permanente 2”. Como se mencionó en apartados anteriores, estos se analizaron con ayuda del *software* de análisis de datos. Los reportes que se obtienen de este programa son llamados “*Query Scope*”. Para cada profesor, se cuenta con un *query scope* individual.

c. *Con relación a los equipos colaborativos de trabajo*: como se indicó en la descripción de la metodología seguida en el proyecto, se llevaron a cabo siete sesiones con los equipos colaborativos de trabajo. Las discusiones de los equipos colaborativos fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas. Estos documentos también fueron incorporados a la unidad hermenéutica de ATLAS.ti *. Los *query scope* fueron tomados por sesión de trabajo y para su análisis se tuvieron en cuenta las categorías e indicadores de la investigación; se consideró un nuevo código denominado “APROXIMACIONES AL CDC” en el que se tenían en cuenta comentarios que se acercaban a los fundamentos del conocimiento didáctico del contenido.

d. *Con relación al instrumento final*: los resultados finales se obtuvieron a partir de la aplicación del instrumento Tipo Liker; en este instrumento, se plantearon todos los ítems proyectando la postura más cercana al deseable de referencia acorde con la opción Totalmente de acuerdo. Se aplicó el instrumento a los seis docentes novatos y al docente experto (Docente titular de química del Colegio Costa Rica IED).

Docente Novato 1

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 1 con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

En cuanto a la imagen de los científicos, presenta una postura dual entre constructivismo y racionalismo. Por una parte, considera que pocas personas han aportado a la evolución de las ciencias y que lo han hecho a través de la fundamentación y teorización. Por otra parte, expresa enfáticamente que los científicos no son personas excepcionales o sobrenaturales, con lo cual muestra una imagen humanizada del científico. Es importante mencionar, sin embargo, que existen vacíos conceptuales en relación con los procedimientos y la forma de trabajo de los científicos.

Con relación a la actividad científica, muestra una postura próxima al empirismo, al reconocer y magnificar la importancia de la experimentación y el trabajo práctico para el desarrollo de los contenidos temáticos en las clases; sin embargo, sus concepciones no son claras pues sus herramientas son insuficientes para definir algunos aspectos de dicha actividad como su relación con la didáctica de las ciencias, estatus del conocimiento científico y subjetividad científica.

La falta de respuestas en la mayoría de los ítems hace imposible tipificar al Docente Novato 1 dentro de alguna corriente; sin embargo, se podría afirmar que no posee herramientas para plantear una imagen propia de la ciencia, su construcción y evolución, por lo que se infiere que sus concepciones ante la categoría Ciencia están en una etapa inicial.

El Docente Novato 1 no toma una postura frente al paralelo presentado entre la ciencia convencional y otras ciencias.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 1 con respecto a la Categoría de Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

En lo que se refiere a conceptos previos de los estudiantes, el Docente Novato 1 presenta una postura que primordialmente responde al modelo de enseñanza por investigación orientada, desde el cual plantea que el estudio de las ideas previas es el mejor punto de partida para desarrollar un contenido y que los estudiantes incrementan mejor y más rápidamente sus conocimientos si estos se relacionan con conceptos que ellos ya poseían. Sin embargo, muestra un porcentaje considerable de incertidumbre frente a este mismo tema, por lo que se puede decir que si bien sabe que las ideas previas de los estudiantes son el punto de partida, no tiene claro qué hacer con estas ideas en el proceso.

En cuanto al incremento de conocimiento, no evidencia una postura definida mostrando componentes de todos los modelos planteados: investigación orientada en lo referente al planteamiento y resolución de problemas como estrategia para construcción del conocimiento, el reconocimiento del papel del trabajo de laboratorio y el contacto con la realidad y en cuanto a la importancia de la relación que puedan hacer los estudiantes del conocimiento adquirido con su entorno propio y sus conocimientos preexistentes. Muestra una tendencia tecnológica y/o espontaneísta en lo que se refiere a la interacción que debe existir entre las estrategias de enseñanza planteadas por el docente y la forma de aprender que poseen los estudiantes; también responde a este modelo en lo que se refiere a los procesos de seguimiento del incremento del conocimiento (evaluación continuada). Por otra parte,

se muestra tradicionalista en cuanto al papel que juegan el docente y su explicación y el estudiante y su actitud receptiva.

Las preguntas referentes a las definiciones de conocimiento científico y conocimiento escolar mostraron que no toma una postura definida, lo que puede ser un indicador de que no tiene una idea clara de la interacción y, aún más allá, de la diferenciación del conocimiento de la ciencia erudita y el conocimiento científico escolar.

Del mismo modo, al preguntar por la evaluación al Docente Novato 1, su postura no es definida, tiene una pequeña tendencia al modelo tecnológico espontaneísta pero, en general, parece no tener herramientas para definir el papel de la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En cuanto a los procesos llevados a cabo por los estudiantes para lograr el aprendizaje de los conceptos, su postura no es clara, pues si bien muestra una mayor tendencia a ver el aprendizaje desde un modelo de construcción de conocimientos en cuanto al papel de la experimentación en el aprendizaje de las ciencias, la generación de explicaciones espontáneas por parte de los estudiantes frente a un fenómeno, la interpretación de las explicaciones dadas por el profesor, las relaciones que el estudiante hace de los conceptos al momento de aprenderlos, la diversidad de ritmos y formas de aprendizaje, su postura se torna favorable al modelo de aprendizaje formal en lo que se refiere a la aplicación del método científico en la enseñanza de las ciencias y al tratamiento de las concepciones alternativas de los estudiantes. La incertidumbre del Docente Novato 1 volvió a aparecer al no tomar posición alguna frente a la interdisciplinariedad de las ciencias.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 1 con respecto al Contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

Su posición frente a los diseños curriculares no es clara. En relación con los objetivos y su jerarquización dentro de las prácticas educativas, manifiesta un enfoque complejo pero contradictorio en relación con la organización de temas en el aula, pues su postura es formal. Asimismo, al considerar que un tema se aprende solo si el alumno está atento en clase, lo ubica dentro del formalismo radical.

Al referirnos a las relaciones CTS-A, el Docente Novato 1 presenta un marcado enfoque complejo. Considera importante el trabajo práctico y el trabajo de laboratorio para el aprendizaje de la Química, motiva al estudiante y genera intereses personales en este al considerar la diversidad del aula y, finalmente, establece puentes entre los conceptos y las realidades que vive el estudiante.

En relación con el papel del clima del aula, su postura no es clara puesto que presenta rasgos combinados y poco definibles, aunque presenta una cierta inclinación hacia el enfoque complejo, al valorar el contacto con la realidad y el trabajo práctico para mejorar la enseñanza.

En lo referente a políticas educativas, no tomó ninguna postura, por lo tanto, se puede deducir que son tan pocos sus conocimientos sobre las leyes que rigen la educación que prefiere no tomar partida frente a la incidencia que estas tienen en el quehacer docente. El Docente Novato 1 ve el contexto sociocultural desde una perspectiva acorde con el enfoque complejo, con lo cual pone de manifiesto que reconoce la complejidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en los que intervienen múltiples factores internos y externos. Además, reconoce la diversidad de los estudiantes en cuanto a lo cultural, social y económico y la incidencia que este fenómeno tiene en la enseñanza.

Observación de clase

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti®, se observó en el Docente Novato 1, en relación con:

- *El papel de las ideas previas*: que realiza una actividad sencilla para introducir a los estudiantes al tema que se abordará en clase (determinación de las ideas previas). Estos opinan y tienen ideas claras sobre lo que se va a tratar, por lo que el docente decide comenzar con la programación hecha.
- *El conocimiento científico frente al conocimiento escolar*: que hace una interesante comparación entre el concepto químico trabajado y conceptos cotidianos comunes a los estudiantes desde los cuales se puede llegar a entender mejor el tema trabajado.
- *El papel de la evaluación*: que usa la evaluación, no como un proceso formativo para la autorregulación de los aprendizajes de los estudiantes, sino como un método de represión y/o premio para los estudiantes menos y más favorecidos, respectivamente.
- *La imagen de aprendizaje*: en vista de que el uso de determinados marcadores discursivos puede reflejar una idea o concepción específica de los profesores, para este caso, que la expresión “lo que estamos viendo” refleja una postura de aprendizaje por asimilación que posee el Docente Novato 1. Su forma de actuar en el aula y la manera en que el docente novel desarrolla la clase evidencian una postura espontaneísta. Si bien no se sitúa totalmente como un

tradicional, puesto que establece conexiones con el grupo y facilita la interacción de los estudiantes en clase, tampoco permite que estos construyan conocimiento o que se motiven totalmente por el aprendizaje de la Química.

El Docente Novato 1 explica un ejercicio práctico, pero lo presenta como un problema tipo. Es explícito al decir que, a partir del ejemplo que él propone, se deben desarrollar por igual los ejercicios posteriores. No le da la opción a los estudiantes para que se orienten hacia la resolución de problemas que los motiven y los haga responsables de su proceso de aprendizaje.

- *Los diseños curriculares:* que, a pesar de que maneja el tema, duda mucho y titubea frecuentemente. Al parecer, la preparación de la clase no es la adecuada.
- *El clima del aula:* que, a pesar de que el ambiente del aula es en general positivo, hay varios estudiantes que se encuentran distraídos y no permiten en algunas ocasiones desarrollar la clase normalmente. El docente novato hace caso omiso a esta situación.
- *Las políticas educativas:* que hace alusión al escaso tiempo que tiene para abordar el tema propuesto en la clase. Esto, como producto de la organización escolar. Asume una postura discordante con esta situación y se ve obligado a “correr” con la explicación del tema.
- *El contexto sociocultural:* que, durante la solución de los problemas tipo que se están trabajando en el aula de clase, discrimina a aquellos estudiantes que no tienen un material específico (particularmente una calculadora). El Docente Novato 1 continúa con su explicación y no tiene en cuenta que este aspecto va a perjudicar a algunos estudiantes. Uno de ellos dice: “Es que todos somos pobres”. El profesor hace caso omiso a esta afirmación y no propone alternativas para movilizar los aprendizajes, a pesar de esta situación.

Con base en los resultados de la observación de clases, es posible decir que el Docente Novato 1 no evidenció ninguna postura frente a las ciencias y su desarrollo. En cuanto a la enseñanza, es de resaltar que tiene presentes las ideas espontáneas de los estudiantes en el desarrollo de la clase; si bien no las utiliza en las actividades posteriores de la clase, relaciona los conocimientos de las ciencias con conocimientos cotidianos de los estudiantes; además, utiliza la evaluación como un mecanismo de control y no como un proceso continuado y autorregulado. La visión de aprendizaje que pone al descubierto en sus prácticas no es definida pues en ningún caso mostró una inclinación hacia el modelo de aprendizaje por construcción de conocimientos. Finalmente, en cuanto a las implicaciones del contexto escolar,

no muestra un papel fundamental en su práctica, se preocupa primordialmente por los contenidos de Química dejando de lado los complementos metacientíficos.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

Al observar al Docente Novato 1 en contextos cotidianos de clase, en ningún momento acerca los aspectos disciplinares a las características de la ciencia, particularmente con aquello relacionado con el progreso de la ciencia, la imagen de los científicos y de la actividad científica. Ello puede ser evidencia de una postura de tipo racionalista o de desconocimiento de concepciones científicas que afectan la enseñanza.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Las primeras participaciones que encontramos en el Docente Novato 1 en relación con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias aparecen hasta la sexta sesión del equipo colaborativo de trabajo. Sus anteriores participaciones no fueron tenidas en cuenta dentro de las categorías de referencia. Hasta la última reunión, el Docente Novato 1 demostró gran dominio del tema referido y lo asoció en buena medida con su progreso durante la participación en el programa de actividades.

En relación con esto, el Docente Novato 1 reconoce, de forma autorregulada, que existió un gran cambio en su desempeño al aceptar que su postura inicial se enmarcaba dentro de un modelo tradicional y, después de todo, el proceso de intervención recurre a métodos alternativos, buscando que los estudiantes se acerquen al aprendizaje por construcción de conocimientos. Esto es evidenciado cuando el Docente Novato 1 afirma: “Ya dejamos [...] esos hábitos libresco [...] ya no solo nos estamos basando en la teoría, sino que ya hemos intentado aplicar guías de laboratorio y estamos [...] enseñando en el laboratorio porque también la teoría se puede aplicar allí”.

Igualmente, manifiesta sus intenciones por modificar las tendencias tradicionalistas por enfoques más prácticos que involucren, de igual forma, la historia y la epistemología de la ciencia, así como varias disciplinas para la enseñanza de temas particulares. Reconoce que, aunque podría ser más “fácil” trabajar desde una tendencia por aprendizaje formal, es importante proponer un contexto de corte histórico: “Nosotros muchas veces hemos intentado cambiar la parte tradicionalista [...] pero de pronto la visión ahistórica es la que hay que mejorar mucho, porque nosotros vemos la Química y no le estamos poniendo el contexto histórico que debe tener”.

Categoría Contexto escolar

En relación con el contexto escolar, inicialmente el Docente Novato 1 da importancia a la influencia de factores externos que afectan a la educación; considera, por una parte, que se culpa al tiempo y a la organización escolar que limita los espacios para no innovar, terminando bajo un modelo de enseñanza tradicional: “Eso y uno llega a dictar la clase y pues no hay espacio para que ellos participen y eso se da con el tiempo”.

Después de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, su postura cambia de forma progresiva, acercándose más a concebir la educación como un proceso complejo: “Bueno, yo creo que, en cuanto a la motivación interna en los estudiantes, tienen que ver muchos contextos [...] aunque es muy difícil dependiendo de todos los contextos que están sobre [...] entonces a nosotros nos toca mediar eso porque entonces nunca vamos a lograr que se ::: pues que se autorregule independiente”.

De esta manera, comienza a reconocer que es indispensable que el docente favorezca la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias y que sus actividades en el aula deben ir más allá de la enseñanza memorística y sistemática de unos contenidos científicos desarticulados y desligados de las realidades sociales de los estudiantes.

Finalmente, un problema que el novel reconoce es su actitud frente a un grupo de estudiantes cuando estos no están atentos o dispuestos para la clase de ciencias: “Una falencia que he tenido es [que] no sé la parte de cómo [manejar] el comportamiento. O sea uno tiene muchas ganas [...] de dar la clase pero no se sabe cómo manejar el grupo”.

El denominado “manejo de grupo” es uno de los inconvenientes notorios y comunes en los docentes noveles. Particularmente, el Docente Novato 1 reconoce que le causa gran dificultad tener un nivel de control sobre el comportamiento y la actitud de algunos estudiantes en sus clases.

Aproximaciones al CDC

Otro aspecto de importancia en la participación del Docente Novato 1 en los equipos colaborativos de trabajo es el reconocimiento que tiene hacia otros conocimientos importantes (además del conocimiento disciplinar). Al principio de las intervenciones, esta opinión es bastante incipiente y parece ubicar a los otros conocimientos como conocimientos subsidiarios e inferiores jerárquicamente a los conocimientos científicos. Al respecto opina: “Uno debe dominar la disciplina bien porque es una de las falencias de pronto más común en la clase [...] el dominio

de las ciencias también debe ser muy integral, o sea, la parte social psicológica de aprendizaje pedagógica también uno debe saber de [esos términos] no solo saber la ciencia por que cae pues cae en el error de no ::: de ser muy lineales”.

Por último, reconoce que las actitudes de los profesores son fundamentales para llevar a cabo un exitoso proceso de enseñanza: “Yo creo que, en últimas, motivarnos y querer un poco más nuestra vocación y ::: a mirar estrategias para que nosotros no terminemos siendo los desmotivados”.

Instrumento final tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 1 con respecto a la categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

La postura de este docente en cuanto a la imagen de los científicos es muy distante del modelo constructivista; sus ideas son muy difusas y contradictorias. Definitivamente se encuentra en una posición que no es acorde con el deseable de referencia. Desde su postura, rechaza el hecho de que los científicos hagan revisiones de su propio trabajo y el de sus colegas, además desconoce que los científicos sean personas pertenecientes a un contexto cultural y que sus investigaciones sean permeadas por este hecho.

Su visión se acerca un poco más a la visión constructivista de las ciencias en lo que se refiere a la actividad científica; sin embargo, aun muestra dudas en relación con la imagen colectiva del trabajo científico y en el hecho de que la ciencia ha sido una creación en constante desarrollo impulsada por diversos hombres y mujeres interesados por la investigación científica. Por lo demás, su postura es como ya se dijo cercana al ideal; desde allí apoya la idea de que el investigador impregna un poco de subjetividad en la observación. Así mismo se aproxima a la idea de que la experimentación científica es una herramienta de gran utilidad tanto en el desarrollo de las ciencias, como en su enseñanza.

En cuanto al progreso de las ciencias, de nuevo la postura del Docente Novato 1 se distancia considerablemente de la visión constructivista de las ciencias; así, apoya la idea de que las ciencias han evolucionado mediante la acumulación de teorías y, consecuentemente, nunca han presentado rupturas de diferentes modelos teóricos. En síntesis, la evolución de las ciencias ha sido lineal y armónica y ninguna de las teorías ha rivalizado con otras predecesoras o contemporáneas.

Este docente rechaza enfáticamente la idea de la didáctica como una disciplina científica, con lo cual muestra que solo aquello que implica una aplicación rigurosa

de un método científico rígido y parametrado se puede catalogar como científica. Contradictoriamente, reconoce que las condiciones culturales particulares de los estudiantes hacen aportes a la construcción de las ciencias escolares. Esta ambivalencia deja entrever la falta de coherencia en su idea de construcción de las ciencias y del paralelo entre las llamadas ciencias convencionales y otras ciencias.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 1 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

En términos generales, la visión de este novel con respecto al papel de las ideas previas no es alejada del modelo de enseñanza por investigación orientada; sin embargo, conserva bastantes dudas sobre el origen de las concepciones alternativas de los estudiantes y de la acción de estas concepciones en la observación de fenómenos y de situaciones particulares de las ciencias.

Su imagen del incremento de conocimiento es muy variada, y si bien se acerca al modelo de enseñanza por investigación orientada, alberga ciertas dudas y tendencias que le alejan un poco de esta postura. De esta forma, reconoce que, gracias a la historia, se hallan puentes entre las ciencias y los aspectos culturales, sociales y políticos que se han visto relacionados con la construcción del conocimiento científico. También reconoce que es necesario tener en cuenta los ritmos de aprendizaje de los estudiantes en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, no está convencido de que los contenidos por desarrollar en la clase de ciencias sean seleccionados basándose en las capacidades de aprendizaje de los estudiantes.

Este docente delimita las diferencias entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar, reconociendo que poseen fines diferentes; gracias a esto, manifiesta que no es favorable la inclusión de un lenguaje de alta científicidad y, mucho menos, la inclusión de científicos puros, para la enseñanza de las ciencias. Complementariamente, reconoce que los espacios cotidianos en los que se desenvuelven los estudiantes aportan muchos de los conocimientos que ellos expresan en la escuela; por ello, al diferenciar entre conocimiento científico y conocimiento científico escolar, hay manifestación de aproximaciones al modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada.

Respecto al papel de la evaluación en el proceso de enseñanza de las ciencias, a pesar de estar cercano al modelo didáctico de investigación orientada, se evidencian dudas pues no hay un total acuerdo con que la evaluación sea un proceso que permita, tanto al docente, como al estudiante, realizar acciones de autorregulación provechosa para las dos partes. Además, manifiesta dudas en la inclusión de los estudiantes en la planificación de las actividades y los procesos evaluativos. Por

otra parte, afirma que la evaluación es un proceso complejo y permanente y que el primer paso de este proceso es el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes. Sumado a esto, reconoce que las pruebas de estado no son un limitante u obstáculo para la enseñanza de las ciencias.

Su visión del aprendizaje está enmarcada primordialmente en el modelo de construcción de conocimientos; sin embargo, al igual que en muchos otros indicadores, muestra dudas en su postura, pues no toma partida en cuanto al papel de la observación en el aprendizaje y en la posibilidad de acercar los conocimientos a los intereses personales de los estudiantes para hacerlos más significativos. La visión de interdisciplinariedad de los conocimientos del Docente Novato 1 se acerca bastante a la imagen correspondiente al aprendizaje como proceso complejo. A partir de esta, sustenta que los profesores deben manejar conocimientos de diferentes disciplinas que apoyen el conocimiento científico, le permitan enriquecerlo y hacerlo más articulado y contextualizado; de la misma forma, apoya con sus posturas las ideas de integrar los conocimientos científicos a la solución de situaciones problema que se le presenten al estudiante en otras asignaturas o en otros conceptos.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 1 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

Muestra interés por la construcción de los diseños curriculares, ya que da gran importancia al hecho de planificar detalladamente las actividades llevadas a cabo por los estudiantes y por el docente. Sumado a esto, sostiene que el docente debe dar a conocer y negociar con los estudiantes los objetivos de cada unidad didáctica para que tanto uno como otro sean partícipes del diseño curricular. Hasta este punto, su postura es acorde con la de un currículo construido dentro de un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores; sin embargo, se distancia e incluso es un poco contradictorio al dudar de la posibilidad de adecuar los contenidos a la enseñanza según los ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

El Docente Novato 1 reconoce que es interesante la inclusión de las relaciones de las ciencias con la tecnología y que se deberían usar en la enseñanza de las ciencias; además, reconoce que los contextos sociales en los que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden aportar herramientas para la construcción de conocimiento científico. Por otra parte, muestra poco interés en el hecho de incluir los fenómenos naturales y las problemáticas ambientales en las clases de ciencias; a pesar de esto, en términos generales, su postura se inclina hacia el modelo deseable que es la visión de las relaciones CTS-A como un proceso complejo.

El clima del aula no es prioritario para este docente, pues no toma una postura frente al hecho de que la motivación del estudiante juega un papel decisivo en el aprendizaje de las ciencias. Además, en esta oportunidad, y en contraposición con indicadores anteriores, rechaza la idea de que, en los procesos de enseñanza y aprendizaje, intervienen múltiples factores que afectan o favorecen la construcción de conocimiento científico. A pesar de esto, su postura se inclina ligeramente por la visión de “proceso complejo” al reconocer que los profesores poseen conocimientos, saberes y creencias que influyen en la enseñanza.

Al igual que en otros indicadores anteriores, su visión tiende ligeramente al deseable, que en esta oportunidad es la visión de proceso complejo en todo lo referente al contexto escolar. En esta oportunidad, al referirse al papel de las políticas educativas en la enseñanza de las ciencias, apoya la idea de que una buena planeación puede superar problemas de tiempo, espacios y recursos dejando de lado, además, la idea de que las políticas institucionales van en detrimento de la enseñanza de las ciencias. Tampoco ve las pruebas de estado como un obstáculo en la construcción curricular y en el aprendizaje de las ciencias.

En el contexto sociocultural, solo reconoce en algunas ocasiones la necesidad de que el aprendizaje se haga significativo acercándolo a las vivencias de los estudiantes, pues en otros ítems que se refieren a lo mismo muestra su rechazo. Con esto deja entrever que su imagen no es clara. Concede a las condiciones socioeconómicas el fracaso en procesos de formación científica, todo esto ubica a este docente bastante lejos de la visión del proceso complejo y, consecuentemente, del deseable de referencia.

Docente Novato 2

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 2 con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

Demuestra una fuerte tendencia constructivista (no en su totalidad) en cuanto a la imagen de los científicos. Reconoce que no hay un estereotipo de científico preestablecido y que muchas personas independientemente del género y otras características han hecho aportes al desarrollo de las ciencias. Presenta una visión multivalente de la actividad científica que no brinda la opción para categorizarlo, pues manifiesta opiniones contradictorias frente a una única concepción de ciencia.

Se marca una ligera tendencia empirista en cuanto demuestra un cierto nivel de aceptación a la visión convencional del método científico.

Aunque no tiene una postura clara frente al progreso de las ciencias, se inclina por el empirismo. Reconoce, sin embargo, que la ciencia no se desarrolla en etapas plenamente delimitadas y que también es necesaria la teorización para el aprendizaje de las ciencias. Frente al paralelo ciencia convencional y otras ciencias, su postura es racionalista al no limitar la validez de las ciencias a la experimentación y a la exclusividad del conocimiento científico para ciertas organizaciones de élite. Sin embargo, no considera como ciencia otros conocimientos como los indígenas y ancestrales.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 2 con respecto a la categoría de Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

En cuanto al papel de las concepciones preexistentes en los estudiantes frente a un concepto por desarrollar, el Docente Novato 2 muestra una competencia entre el modelo de investigación orientada y el modelo espontaneísta para la utilización de dichas concepciones. Por una parte, muestra inclinación por el modelo de investigación orientada en lo que se refiere a tomar como punto de partida lo que el estudiante ya conoce del concepto; también se sitúa en este modelo para expresar sus concepciones frente a la interpretación que hacen los estudiantes de los fenómenos del mundo y de las explicaciones del docente. Sin embargo, su tendencia se inclina por el modelo espontaneísta al momento de referirse a la cuestión de qué hacer con esos conocimientos previos, que aunque los sugiere como el inicio del proceso, no tiene claras las estrategias que se van a utilizar para hacer que evolucionen.

Asume el modelo de enseñanza por investigación orientada para interpretar el proceso por el que se produce el incremento del conocimiento; así, apoya postulados que proponen hacer más cercanos los conocimientos escolares a las vidas cotidianas de los estudiantes, implementar la resolución de problemas reales relacionados con la ciencia para optimizar el aprendizaje de la ciencia; también reconoce la flexibilidad y articulación de las ciencias como una herramienta para la enseñanza. Sin embargo, su visión de la interacción del profesor con el estudiante en el proceso de aprendizaje es de corte tradicional.

Su visión de la relación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar está direccionada principalmente por el modelo espontaneísta. Desde este modelo, plantea la importancia de involucrar al estudiante en su proceso de formación dado el convencimiento de que el contenido verdaderamente importante para ser

aprendido por el estudiante ha de ser expresión de sus intereses y experiencias y se halla en el entorno en que vive. Sin embargo, desde esta visión, se desvirtúa el papel de los aprendizajes previos que posee el estudiante. Consecuentemente, según esta visión, el estudiante construirá su conocimiento escolar basándose exclusivamente en su interpretación del conocimiento científico.

En cuanto a las características y finalidades de la evaluación, no evidencia una postura definida, pues sus concepciones son difusas entre los modelos tecnológico, espontaneísta y por investigación orientada. Su visión de los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes se sustenta principalmente desde un modelo de construcción de conocimiento, con lo que deja entrever que concibe el aprendizaje como un proceso complejo y no como una simple memorización de conceptos. Infiere que los procesos de aprendizaje de las ciencias que involucran las concepciones preexistentes, las prácticas experimentales y la interpretación que hacen los estudiantes de la información presentada por el docente y por otras fuentes son un buen camino para lograr un aprendizaje científico relacionado con la realidad del estudiante y para desarrollar destrezas para resolver problemas de la vida cotidiana.

Otra perspectiva de su visión del aprendizaje es consecuente con el modelo de asimilación, ya que si bien no ve el aprendizaje como una simple memorización, solo pone de manifiesto la necesidad de llevar los contenidos a un contexto próximo al contexto real del estudiante, sin generar espacios para que el propio estudiante cree sus conocimientos. La visión del Docente Novato 2 sobre la interdisciplinariedad de los conocimientos y la influencia de este fenómeno en el aprendizaje está sustentada en el modelo de aprendizaje por asimilación; por lo tanto, el hecho de que el conocimiento sea puesto en un contexto próximo al estudiante es más determinante que la relación que se puede generar entre múltiples disciplinas frente a un mismo concepto.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 2 con respecto al Contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

Aunque su postura no está completamente definida, pues presenta rasgos formales y espontaneístas, al afirmar que únicamente se puede aprender ciencias si los temas están perfectamente organizados de modo acumulativo y al reconocer tan solo una parte de la interacción enseñanza-aprendizaje en la realidad del aula, presenta una ligera inclinación al enfoque complejo al aceptar métodos alternativos como la resolución de problemas y reconocer la diversidad del aula para generar actitudes favorables hacia la Química.

De otra parte, presenta una postura dual entre el enfoque formal y el complejo, con una inclinación favorable a este último, al hacer referencia a las relaciones CTS-A. Considera importante el contacto con la realidad para el aprendizaje científico escolar; de igual manera, afirma que el aprendizaje científico es significativo cuando el alumno tiene un interés personal relacionado con lo que aprende. Entra en contradicciones al no tener claro las actuaciones del profesor frente a la diversidad socioeconómica y las diferencias de ritmos de aprendizaje de sus estudiantes.

En relación con el papel del clima de aula, se evidencian características duales entre el enfoque complejo y el tecnológico, principalmente. Para el Docente Novato 2, no es importante reconocer la diversidad en el aula de clase ni tampoco considera su actitud dentro de la clase como una posibilidad o no de aprendizaje. Por su parte, la evaluación sigue siendo un mecanismo de represión; no obstante, empieza a acercarse a la idea de que el trabajo práctico, la realidad de los contextos de sus estudiantes y la proposición de actividades de investigación dentro del aula estimulan el aprendizaje de la Química. Su visión sobre la influencia de las políticas educativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustenta en un enfoque complejo; apoya la idea de que el conocimiento no se construye espontánea y autoritariamente, sino que, por el contrario, se construye colectivamente a través de la comunicación, la negociación y la democratización. Reconoce las políticas educativas no como una dificultad para la innovación sino como una herramienta que permite optimizar las actividades de enseñanza de las ciencias.

Su postura frente al papel del contexto sociocultural en el incremento de conocimiento de los estudiantes no es clara. Presenta rasgos complejos, espontaneístas y tecnológicos. Este último enfoque tiene más fuerza para determinar una dinámica basada en la programación detallada y secuenciada de actividades empíricas que el profesor orienta.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti®, se observó que el Docente Novato 2, en relación con:

La imagen de los científicos: a través de un ejemplo de clase, intenta explicar la forma de trabajo de los científicos a través de la historia, pero su participación es tan corta que no logra trascendencia en medio de la clase.

El papel de las ideas previas: en ningún momento se interesa por conocer las ideas previas o concepciones alternativas de sus estudiantes. Comienza con la temática propuesta para la clase, con una descripción pobre y limitada del concep-

to estructurante por tratar. Intenta acercarse a las ideas previas de sus estudiantes. Para el caso particular, hace referencia a un concepto teórico que implica relaciones numéricas (magnitudes y unidades), pero su actitud es pasiva y desorganizada, lo que conduce a perder la motivación de sus estudiantes; entonces, la participación de los estudiantes es poco asertiva y despreocupada. Finalmente, las opiniones de sus estudiantes, aunque son pocas, son ignoradas y no las tienen en cuenta para el posterior desarrollo de la clase.

El incremento de conocimiento: comienza la explicación de un tema nuevo para sus estudiantes sin aproximarlos a ningún referente histórico o sociocultural. Al basarnos en el hecho de que es un concepto nuevo, no proporciona un ambiente para que el estudiante se acerque a su comprensión; en cambio, asume una visión exclusivamente algorítmica del concepto; para este caso, “densidad”. Se infiere a partir del comportamiento del novel que intenta acumular una serie de conceptos y temas.

Su actitud y manejo de la clase evidencian una postura totalmente inclinada a la acumulación de conceptos, sin que esto implique aprendizaje. Además, usa términos confusos para sus estudiantes, conceptos nuevos que nunca son explicados y se aleja del tema principal, sin que esto esté aportando al desarrollo de la clase.

El papel de la evaluación: tiene una gran confusión en los conceptos que intenta explicar a sus estudiantes. El Docente Novato 2 no pareciera tener claridad en la información que suministra, o bien, la preparación de clase fue escasa y esto hace que se le note confundido e, incluso, asustado.

La imagen de aprendizaje: limita el aprendizaje de las ciencias a la acumulación de conceptos y únicamente tiene en cuenta la cuantificación de relaciones (algoritmización) entre los conceptos. De manera explícita, afirma que, para aprender ciencias, únicamente es necesario conocer y manejar relaciones numéricas. Hay una actitud incipiente hacia una evaluación formativa, al preguntar de forma constante si los conceptos están siendo entendidos. Sin embargo, no se da la respectiva atención a las dudas o confusiones presentadas, por lo que su actitud inicial hacia la evaluación pierde todo sentido.

El Docente Novato 2 relaciona el tema trabajado en clase con aspectos prácticos de laboratorio, integrando de esta forma la teoría a la práctica. Sin embargo, aunque sus observaciones y relaciones son buenas, son algo escasas. Su desarrollo del tema y su actitud frente a la clase fue totalmente tradicional. Su explicación es netamente teórica, sus aplicaciones prácticas son confusas, no involucra al estudiante en el proceso y no hay una retroalimentación de las temáticas.

La interdisciplinariedad de los conocimientos: intenta establecer relaciones entre el concepto trabajado y la cotidianidad de los estudiantes para acercarlo a la ciencia; pero las conexiones realizadas no son claras, ni motivantes para ellos.

Los diseños curriculares: su manejo conceptual frente al tema es deficiente. Se confunde con los términos usados. Confunde los conceptos que intenta explicar a sus estudiantes. Este docente novato no parece tener clara la información que suministra, o bien la preparación de clase fue escasa y esto hace que se le note confundido e, incluso, asustado.

A partir del tema trabajado en clase, el Docente Novato 2 intenta ampliar su explicación desarrollada bajo un esquema enteramente transmisivo, con ejemplos que complementen y faciliten a los estudiantes la comprensión del tema trabajado. Sin embargo, el ejemplo que usa no es el indicado, puesto que maneja magnitudes de forma inequivalente, es decir, desacertadas en relación con la realidad. Por otra parte, en el mismo ejemplo trabajado, el Docente Novato 2 incorpora conceptos y elementos nuevos que quizás por el modo como se presentan, terminan por confundir más a los estudiantes.

La relación CTS-A: intenta establecer relaciones entre el concepto trabajado y la cotidianidad de los estudiantes para acercarlo a la ciencia; pero las conexiones realizadas no son claras ni motivantes para ellos.

El clima de aula: no tiene en cuenta que los espacios, los tiempos y las otras condiciones dentro del aula de clase afectan el desarrollo de las temáticas y, por tanto, su comprensión por parte de los estudiantes.

A partir del análisis de la clase Permanente 2 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Novato 2, en relación con:

La imagen de la actividad científica: usa los contenidos que se trabajan en la clase práctica de laboratorio para que los estudiantes se acerque al trabajo científico. Brinda la oportunidad que ellos mismos relacionen los materiales, los procedimientos y los resultados para acercarse a los conceptos teóricos que se involucran en la clase. Sin embargo, debido a la falta de motivación que presentan algunos de los estudiantes, se interrumpe el proceso y de nuevo opta por seguir una metodología demasiado estricta.

El paralelo “ciencia convencional” y “otras ciencias”: para el desarrollo de su clase, hace uso de una lectura que referencia aspectos de ciencia de tipo ancestral (particularmente, métodos usados por los egipcios en el arte de la momificación); relaciona entonces estos aspectos con los trabajados por la llamada “ciencia convencional” en la práctica de laboratorio realizada.

El incremento de conocimiento: maneja términos, conceptos y concepciones que no son fácilmente entendibles y al notar que sus estudiantes pierden la atención a la clase, brinda la opción para que ellos pregunten u opinen al respecto.

El papel de la evaluación: asocia el término *evaluación* a una simple calificación teórica. La usa a manera de represalia o castigo para los estudiantes que no obedecen sus indicaciones, más que una forma de motivar y realimentar los contenidos en Química.

El clima de aula: se enfrenta a algunos inconvenientes que afectan el transcurso normal de la clase: los estudiantes llegan tarde, no tienen los materiales necesarios para llevar a cabo la práctica de laboratorio y, finalmente, no prestan atención a las indicaciones dadas por él. A este, por su parte, se le nota afectado por esta situación y, en principio, no sabe cómo manejar los aspectos mencionados para poder empezar con el trabajo propuesto. Después de unos minutos, logra recuperar la atención y motivación del grupo, estableciendo nuevas reglas y nuevas metodologías para continuar con la clase.

El Docente Novato 2 no puede trabajar con todo el grupo, así que aísla a algunos estudiantes y dedica su atención a otros, perjudicando de esta manera a aquellos menos favorecidos. En el Permanente 1, mostró inclinación por visiones constructivistas de las ciencias, sin embargo, sus recursos no permitieron que su postura prevaleciera. En el Permanente 2, su visión constructivista se mantuvo, pero en esta oportunidad encontró más sustentos teóricos y herramientas subsidiarias de la enseñanza como la historia y la contextualización del conocimiento; gracias a esto, su postura siempre se mantuvo en el constructivismo.

Sus cambios en cuanto a los procesos de enseñanza y aprendizaje no fueron tan visibles como los de la imagen de las ciencias; sin embargo, su postura tradicional se desplaza hacia una postura más contemporánea al plantear relaciones dialógicas con sus estudiantes; además, contextualiza los conocimientos científicos al hacer relaciones con entornos cotidianos de los estudiantes. En cuanto a su visión de las implicaciones del contexto escolar, no manifiesta un cambio significativo, dejando esta parte del conocimiento profesional rezagado en relación con la imagen de ciencia y de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

El Docente Novato 2 evidencia, mediante la aplicación de nuevas unidades didácticas, la importancia de la historia de la Química para su aprendizaje, reconociendo, sin

embargo, que su aplicación es complicada y requiere de gran destreza por parte del profesor, pero los resultados son positivos. Estas consideraciones la acercan un poco a la imagen constructivista de las ciencias. Se aleja de forma elemental de la visión ahistórica y descontextualizada de las ciencias. Esto se comprueba cuando afirma que: “La historia influye para que digamos esas concepciones se dejen de ver así tan aproblemáticas (.) Entonces yo creo que lo hemos tratado poco a poco::: pero eso no es fácil”.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

El Docente Novato 2 asume una postura en la que pone en diálogo a los conocimientos sobre la disciplina con otros conocimientos necesarios para la práctica docente. Reconoce que es esta interacción la que finalmente puede proporcionar óptimos resultados en cuanto a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, deja totalmente de lado la didáctica de las ciencias y no reconoce la importancia que estas tienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El Docente Novato 2 afirma:

Pues en sí lo más importante deberían que se combinen (los dos), tanto lo que es la disciplina, como la parte de pedagogía, pero yo he visto que en sí falta mucha tela por cortar en cuanto a esa parte social ese poder interactuar con los estudiantes::: yo digo yo siempre he dicho las didácticas son muy idealistas en el punto en el que tú ya tienes que estar ahí al frente de::: de un grupo; yo diría que falta mucho por desarrollar en cuanto a los contextos sociales que se pueden generar en la escuela.

Esto pone de manifiesto una total apatía hacia esta metaciencia y las ciencias de apoyo (historia y epistemología, naturaleza de las ciencias, etc.).

Por otra parte, su postura frente al papel de las ideas previas en el aprendizaje es bastante tradicional. Reconoce la importancia que estas tienen y abre las posibilidades para que las ideas previas sean manejadas en beneficio de las clases, pero las asume como obstáculos para el desarrollo de una temática específica en la clase de Química: “Primero, es como una barrera [que tienen] pero::: eh::: se debe partir desde el punto que uno trate de transformarlas en la concepción que se tenga [...] se trata de transformarla, no de quitarla; es como ese paradigma, no de quitársela, sino de transformarlas; ahí ya se deja de ser un limitante, pero la cuestión es ¿cómo?”

En resumen, el Docente Novato 2 considera que las ideas previas se manifiestan como inconvenientes al momento de enseñar ciencias. Son, según este docente, “barreras” que impiden el conocimiento de los estudiantes. Durante sus participaciones en los equipos colaborativos de trabajo, este docente le da gran importancia y relevancia a todo aquello relacionado con la imagen de aprendizaje, y cómo esta afecta los desempeños de estudiantes y profesores en el aula. En relación con

esto, plantea la necesidad del trabajo por medio de los ejercicios de lápiz y papel. Afirma: “Se puede introducir en el desarrollo del tema esos ejercicios, pero que no sean 100 o 200, sí, sino algo más moderado [...] después de eso hacer una retroalimentación, digamos, viendo cómo el estudiante los resolvió, si ahí [...] uno puede entrar a mirar qué han entendido”.

Se evidencia que el Docente Novato 2 le da la importancia necesaria al trabajo por medio de la resolución de problemas y las actividades de lápiz y papel, para favorecer el aprendizaje de determinados conceptos en la Química, sin caer en la excesiva algoritmización o planteamiento de simples problemas tipo. Además, propone el uso de otras herramientas como las TIC para mejorar el aprendizaje de las ciencias.

Sus concepciones se acercan al aprendizaje por asimilación, aunque presenta algunas dudas en relación con su aplicación real en el aula. Asume que es necesario que los conceptos trabajados en clase se hagan más fáciles para su aprendizaje. “[Enseñar lo que] es aplicable y que es demostrativo (.) que no solo se queda en el cuaderno::: en el tablero::: sino que es algo de su cotidianidad entonces eso es como aproximarlos más hacia el aprendizaje de las ciencias”

Categoría Contexto escolar

En relación con la categoría de contexto escolar, el Docente Novato 2 reconoce la necesidad de interactuar con los estudiantes y de generar espacios motivantes para el desarrollo de los contenidos curriculares en la clase de Química. Esto se comprueba cuando el docente afirma que “si no hay compromiso pues no a [puede] haber nada, pues, de lo que se desarrolla en la práctica”.

Esto comprueba que el Docente Novato 2 reconoce la necesidad de interactuar con los estudiantes y generar espacios motivantes para el desarrollo de los contenidos curriculares en la clase de Química. Por otra parte, hace énfasis en todo aquello relacionado con los contextos socioculturales como parte integral de la enseñanza de las ciencias. A este respecto, este docente propone que:

A mí me pasó, yo tengo los décimos y el trabajo [...] no va a ser el mismo a pesar de que, pues, se tiene ya una planeación desde la institución y todo, entonces es ver [...] cómo las concepciones que tienen los estudiantes y qué tanto, digamos, ellos comprenden y pueden avanzar porque no es lo mismo [...] yo diría que uno arranca desde como uno ve a los estudiantes.

Así mismo afirma que “el contexto de un estudiante colombiano nunca va a ser el mismo, entonces, desde ahí, yo creo que vienen las falencias”.

De esta forma, reconoce las diferencias de los estudiantes, y ajusta sus metodologías a los contextos particulares de cada grupo, para permitir una enseñanza de la Química de forma significativa. Pone de manifiesto la necesidad de tener en cuenta el contexto sociocultural de los estudiantes para planear las clases, proponer los mecanismos y procesos de evaluación, establecer los métodos de enseñanza, etc., propicios para el trabajo con un grupo y/o estudiante social y culturalmente diferenciado.

Otra de las herramientas que el Docente Novato 2 usa para intentar evolucionar hacia aprendizajes por construcción de conocimientos es la forma en la que relaciona distintos conceptos para acercar al estudiante al aprendizaje de las ciencias. “Más todo en la Química es como cuestionarlos a ellos más que todo con::: con lo que ellos pueden observar en su cotidianidad”.

Este docente reconoce la necesidad de integrar aspectos del CTS-A para lograr un aprendizaje de calidad. Estas relaciones permiten, además, motivar al estudiante y hacerlo un integrante activo de su propio proceso.

Aproximaciones al CDC

El Docente Novato 2 manifiesta una idea básica de CDC, al reconocer que los profesores requerimos, además de un conocimiento disciplinar fuerte, otros conocimientos para llevar a cabo un proceso de enseñanza óptimo. “Además, demostrar también lo que uno ha aprendido::: saber desenvolverse con los chicos es importante”.

Instrumento final Tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 2 con respecto a la Categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

Este docente favorece ampliamente una imagen de los científicos desde una postura constructivista, ya que reconoce que la ciencia es el resultado del trabajo de muchas personas: hombres y mujeres que pertenecen a un contexto cultural y que sus investigaciones suelen dirigirse a solucionar problemas de interés social, cultural o económico; así mismo, en el trabajo de los científicos, identifica como una labor común la revisión del trabajo propio y de otros colegas a la hora de estudiar una problemática o un fenómeno en particular.

La actividad científica para el Docente Novato 2 es un proceso complejo que surge por el interés de hombres y mujeres por solucionar problemáticas del mundo

natural o social en el que se desenvuelven. Sumado a esto, reconoce múltiples metodologías utilizadas para construir el conocimiento científico dentro de las cuales la experimentación es una etapa importante. Finalmente, reconoce la actividad científica como una actividad social en la que los científicos hacen revisiones permanentes de su trabajo y del trabajo realizado por sus colegas; dicha actividad se transforma a la par con las concepciones que del mundo posee el ser humano. Todo lo anterior aproxima la postura del Docente Novato 2 a la visión constructivista de las ciencias.

En cuanto al progreso de las ciencias, casi en su totalidad, muestra una postura acorde con el modelo constructivista, ya que reconoce que la ruptura de modelos anteriores o contemporáneos ha sido parte activa en el desarrollo de las ciencias. Además de esto, se identifica con la idea de que las investigaciones pueden arrojar resultados parciales del estudio de un fenómeno y que, gracias a esto, pueden surgir más investigaciones. A esto se le suma la importancia que da a la Historia en el reconocimiento de factores sociales, culturales, económicos y políticos que han afectado la investigación científica. Sin embargo, su postura se aleja un poco del modelo constructivista al identificar el conocimiento científico como una realidad absoluta y desconocer la construcción permanente del conocimiento.

Reconoce la existencia de ciencias con diferentes características y no todas dependientes de la aplicación de un método científico rígido. Gracias a esto, reconoce la didáctica como una disciplina científica y reconoce que los conocimientos particulares de los estudiantes relacionados con sus culturas y sus costumbres pueden ser una fuente de conocimientos provechosos en el aprendizaje de las ciencias.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 2 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

Este docente concede importancia a las ideas previas que poseen los estudiantes ya que reconoce que la evaluación inicia desde el reconocimiento de dichas ideas. Del mismo modo, plantea que las concepciones preexistentes en los estudiantes elaboradas a partir de su interacción social y cultural no son obstáculos para el aprendizaje de las ciencias; por el contrario, son oportunidades para construir conocimiento y contextualizarlo en un ambiente propio de los alumnos; estas características ubican a este docente en una posición cercana al modelo de enseñanza por investigación orientada.

Su visión de incremento de conocimiento es cercana a la del modelo de investigación orientada, pues considera que se logra gracias a la capacidad que

poseemos los seres humanos de plantear problemas y resolverlos; por lo demás, reconoce que los métodos de enseñanza de las ciencias basados en la investigación por parte de los estudiantes producen grandes mejoras en la construcción de conocimiento, siempre que se tengan en cuenta los ritmos de aprendizaje y los conceptos previos frente a un tema por desarrollar en clase. Por otra parte, reconoce que la ruptura de diferentes modelos teóricos ha sido un eslabón fundamental en la construcción de las ciencias y que la Historia juega un papel importante para reconocer factores políticos, sociales, culturales y económicos que han influido en su desarrollo.

El Docente Novato 2 no identifica la diferencia entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar, pues apoya la idea de incluir lenguaje científico especializado y científicos puros en la formación de los estudiantes de secundaria, desconociendo los efectos negativos que esto podría acarrear. Sumado a esto, no diferencia las finalidades de los experimentos científicos y los experimentos escolares, pues al parecer, según él, los dos tipos de experimentos son de investigación y construyen ciencia de gran impacto en la sociedad. Finalmente, la cotidianidad en la que se desenvuelven los estudiantes no es tomada como fuente de las ideas que expresan los estudiantes, es decir, ellos no construyen explicaciones de los fenómenos que observan a su alrededor desde sus conocimientos.

Este docente ve la evaluación como un proceso complejo, en el que intervienen múltiples factores; proceso que inicia desde el estudio de ideas previas de los estudiantes y se mantiene regulada y autorreguladamente a lo largo del proceso de enseñanza que oriente el docente y el proceso de aprendizaje llevado a cabo por parte de los estudiantes. Por este motivo, reconoce que la evaluación favorece las labores tanto de los docentes, como de los estudiantes, y que está lejos de ser la parte final y sancionatoria del proceso de enseñanza. Todo lo anterior lo ubica muy cercano al modelo de enseñanza por investigación orientada.

El aprendizaje es visto por este docente como algo muy lejano de la memorización desarticulada de conceptos, ya que reconoce que es indispensable identificar los ritmos de aprendizajes propios de cada alumno y adecuar los contenidos a dichos ritmos. Sumado a esto, muestra gran interés por el proceso de construcción de conocimiento científico en el que el estudiante juega el papel de investigador y encuentra puentes entre lo que aprende en la clase de ciencias y lo que vive en su cotidianidad, al adquirir la destreza para resolver situaciones que reten su conocimiento, ya sea en la clase de ciencias o fuera de ella. A partir de esto, se ubica en un modelo de aprendizaje por construcción de conocimientos.

Según la postura de este docente, los conocimientos deben ser interdisciplinarios; reconoce que el conocimiento que se construye en la clase de ciencias es aplicable a otras áreas de conocimiento y a proyectos transversales, así como a la vida cotidiana del estudiante. Del mismo modo, reconoce que los docentes de ciencias deben poseer un cuerpo de conocimientos enriquecidos por conceptos históricos, geográficos, matemáticos y lingüísticos, entre otros. Finalmente, reconoce que algunos conceptos pueden ser estudiados desde diferentes asignaturas al poseer una relación histórica en su evolución. Por lo anterior, es posible ubicar a este docente en una postura de aprendizaje por construcción de conocimientos.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 2 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

Plantea que la construcción curricular se debe realizar teniendo en cuenta los objetivos, intereses y niveles cognitivos de los estudiantes, alejando la estructura del plan de estudios de un temario rígido y reconociendo que, en la planificación y ejecución de dicho plan, intervienen múltiples factores que se deben tener en cuenta, dando prioridad a los estudiantes y a sus expectativas, para lograr un eficaz y verdadero aprendizaje significativo. Por esto, se ubica la posición de este docente a la visión cercana de proceso complejo en la construcción del currículo, alejándolo de una visión formal o tecnológica.

Las relaciones CTS-A son de gran importancia para este docente, ya que reconoce que dentro de la clase de ciencias es válido hacer uso de aspectos tecnológicos reconocidos por los estudiantes y estudiar fenómenos naturales y problemáticas ambientales que permitan contextualizar mejor el conocimiento científico y relacionarlo con la tecnología y el ambiente propio de los estudiantes. Por otra parte, reconoce que los conocimientos que poseen los estudiantes provenientes de sus contextos culturales y sociales son válidos y utilizables en la clase de ciencias y no van en contravía de los conceptos científicos a los que se les ha asignado el título de universales.

Las dinámicas sociales que se dan dentro del aula deben favorecer un buen ambiente en el desarrollo de las clases de ciencias; de esta forma, reconoce que los conocimientos, saberes y actitudes que tienen los profesores influyen en la enseñanza y en el modo de secuenciar los contenidos. Por otra parte, apoya el postulado de que la motivación de los estudiantes es esencial para lograr un verdadero y eficaz aprendizaje de las ciencias. Esto, entre otras cosas, hace que la visión de este docente frente al papel del clima de aula esté cercana al deseable de referencia.

Este docente no identifica las políticas educativas institucionales o nacionales como un obstáculo en la enseñanza de las ciencias. Aunque reconoce que estas intervienen en la secuenciación y ejecución de las clases, las ve como la normatividad que direcciona los procesos académicos; su visión —aunque entiende el contexto escolar como un proceso complejo— no es tan cercana al deseable de referencia como en otros indicadores. Ve el contexto sociocultural de la escuela y de los estudiantes como un factor por tener en cuenta en el desarrollo de las clases de ciencias, ya que reconoce que los estudiantes interactúan con su entorno y, gracias a esto, adquieren conceptos y concepciones sobre algunos conceptos por desarrollar en la clase de ciencias. Además, reconoce que el aprendizaje se hace significativo cuando los estudiantes pueden relacionar lo aprendido en clase con las situaciones particulares de su vida cotidiana y, por último, no ve en las características económicas, culturales o políticas un obstáculo para el aprendizaje de las ciencias. Sumando todo lo anterior, encontramos que su postura es acorde con la visión de proceso complejo en cuanto al contexto sociocultural.

Docente Novato 3

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 3 con respecto a la categoría Ciencia evidencia lo siguiente:

Sus respuestas demuestran una incomprensión y/o desconocimiento de las características personales y de trabajo de los científicos. No asume una postura clara frente a la imagen de los científicos. Presenta una visión multivalente de la actividad científica que no brinda la opción para categorizarlo, pues manifiesta opiniones contradictorias frente a una única concepción de ciencia. Aunque su tendencia es ligeramente empirista al igual que la del Docente Novato 2, es importante resaltar que existe un pequeño acercamiento al constructivismo, al concebir relaciones entre la experimentación y la razón en la construcción de la ciencia.

Se inclina por una tendencia empirista para el progreso de la ciencia y considera que no es necesaria una fundamentación previa para abordar nuevas situaciones en las ciencias; basta con el desarrollo de experimentos cruciales. Pese a ello, no considera como verdadero únicamente lo que se puede verificar en la práctica. Esta dualidad demuestra que su concepción no es clara en relación con este indicador. De acuerdo con su apoyo a la idea de que son únicamente válidas las ciencias que desarrollan

libros de texto, complementado con su neutralidad ante las ideas de que los científicos trabajan sin traumatismo y que la ciencia es el único conocimiento válido para explicar diversas situaciones del mundo físico y natural, su postura es racionalista.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 3 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

Su visión ante el papel de las ideas preexistentes en los estudiantes no es clara, pues su tendencia es indefinida e, incluso, contradictoria. Esta situación pone de manifiesto que sus creencias frente a concepciones alternativas y conceptos previos no juegan un papel determinante en su visión de la enseñanza de las ciencias. Su tendencia frente al incremento de conocimiento es ambivalente, pues presenta una competencia entre las visiones de investigación orientada y tradicional; así, su visión del papel de la evaluación y de la función del profesor en el incremento del conocimiento que lleva a cabo el alumno son de tipo tradicional, sustentando que la evaluación sirve primordialmente para medir el nivel alcanzado y que los conocimientos son transmitidos por el profesor y recibidos por el estudiante.

Para la relación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar, su postura se aproxima al modelo de enseñanza por investigación orientada, pues ve el conocimiento científico escolar como una construcción propia del aula, desarrollada a partir del conocimiento científico erudito, pero no con los mismos parámetros reconoce las particularidades propias de las interacciones entre el conocimiento científico y el alumno. Sin embargo, su visión de los componentes en la planificación de los contenidos es tradicional, pues sustenta que estos solo se organizan en torno a los contenidos de Química.

Su visión del papel de la evaluación no es clara, pues no cuenta con las herramientas para definir su importancia y sus características dentro del proceso formativo del estudiante. En lo que se refiere a la forma en la que los estudiantes aprenden los conceptos de la Química, su postura se inclina ligeramente hacia el aprendizaje por construcción de conocimientos. Así apoya la idea de que es más fácil aprender para el estudiante cuando relaciona los conocimientos tratados en clase con su vivencia real y con temas que son de su agrado. Sumado a esto, ve la importancia de las prácticas experimentales y ve la relación entre aprendizaje de las ciencias y la construcción del conocimiento escolar. Por otra parte, aunque en menor medida, su postura también tiene trazas que responden al modelo de aprendizaje por asimilación; esto lo evidencia al hablar de las ideas preexistentes en los estudiantes frente a los conceptos desarrollados y de la influencia de la diversidad en el aula en el desarrollo de las clases de Química.

En tres cuestiones diferentes que se refieren a la imagen interdisciplinaria de los conocimientos, sus respuestas fueron direccionadas cada una desde un modelo de aprendizaje diferente. En el ítem en el que se habló explícitamente de interdisciplinariedad, su postura fue acorde con el aprendizaje por construcción de conocimientos, pero en los dos ítems restantes que hablan tácitamente de la interdisciplinariedad, su postura cambió al aprendizaje formal en un caso y en otro, al aprendizaje por asimilación. Esto deja de manifiesto que no tiene una idea clara y que solo cuando el concepto es tratado directamente formula una tendencia al aprendizaje por investigación orientada.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 3 con respecto al contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

No tiene claridad al hablar de la planeación de los diseños curriculares: sus enfoques se superponen y no se puede categorizar en uno de ellos particularmente. En relación con los contenidos y su organización en la clase de Química, está en una postura formal. Al considerar métodos alternativos de enseñanza, es espontaneísta y se acerca un poco al enfoque complejo, al considerar importante la diversidad del aula para plantear los objetivos curriculares que contribuyan al aprendizaje de las ciencias.

Igualmente, su postura no es clara al referirse a las relaciones CTS-A. No realiza discriminaciones en el indicador evaluado y sus posturas denotan variables cambiantes en los tres enfoques presentados: formal, tecnológico y complejo. Sin embargo, al aceptar y considerar importante las realidades y el trabajo en el laboratorio, se acerca un poco a la postura compleja.

Este docente se encuentra fluctuante frente a la posición que ejerce el clima del aula, por lo cual resulta difícil categorizarlo. En primer lugar, se asume con una postura compleja al tener en cuenta el trabajo práctico y los procesos de investigación en el aula. Pero entra en contradicciones al considerar que la evaluación únicamente sirve para medir los niveles de adquisición de conocimiento de sus estudiantes. Sus opiniones no son claras ni congruentes entre sí. Apoya la idea de que el conocimiento no se construye espontánea y autoritariamente, sino que, por el contrario, se construye colectivamente a través de la comunicación, la negociación y la democratización. Reconoce las políticas educativas no como una dificultad para la innovación, sino como una herramienta que permite optimizar las actividades de enseñanza de las ciencias. Por tanto, su visión sobre la influencia de las políticas educativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustenta en el enfoque complejo.

No genera una postura definida en torno al contexto escolar y su papel en la enseñanza de las ciencias. Sus ideas son confusas pues se sustentan cada una desde un enfoque diferente. Así deja entrever que el contexto escolar no es un factor determinante en sus visiones del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Novato 3, en lo concerniente a:

- *La imagen de la actividad científica*: en cuanto al tema que trabaja y la forma en que es presentado a los estudiantes, refleja una visión totalmente racionalista de la ciencia. Se limita a la presentación de algoritmos, números y fórmulas, de manera puramente teórica. Los conceptos trabajados pueden abrir la posibilidad de ser vistos como teorías integradas a la práctica y, además, a diferentes contextos, pero el Docente Novato 3 no lo permite.
- *El papel de las ideas previas*: no realiza una introducción al tema para permitir que los estudiantes se involucren en el desarrollo de la clase. Por el contrario, comienza con un ejemplo para un tema desconocido, sin tener en cuenta jamás las ideas previas con las que sus estudiantes afrontan el nuevo concepto.
- *La imagen de aprendizaje*: su forma de actuar y de interactuar con los estudiantes representa totalmente un modelo didáctico tradicional. Se limita a escribir en el tablero una serie de datos y algoritmos con una explicación muy corta. Los estudiantes están totalmente distraídos y esto no permite que el docente se tome un tiempo para explicar o involucrar a sus estudiantes en su propio proceso de formación. Además, presenta errores a sus estudiantes que no son corregidos.
- *Los diseños curriculares*: muestra una actitud totalmente pasiva frente a la clase. Permanece en silencio una gran cantidad de tiempo y sus estudiantes realizan otras actividades que distraen su atención. En ningún momento se le observa pendiente del desarrollo de alguna temática, ni cuenta con herramientas discursivas para iniciar con las actividades. Además, su lenguaje corporal es descuidado. Parece que no tiene preparada la clase y que, además, no maneja conceptualmente los temas que va a tratar. Hay vacíos conceptuales en el ejemplo dado por el Docente Novato 3. Si bien es evidente que preparó su clase, no puede desenvolverse con tranquilidad en frente de sus estudiantes y recurre permanentemente al libro de texto.

- *La relación CTS-A*: al momento de hacer la explicación (tradicional) del tema trabajado, obvia totalmente la importancia de involucrar al estudiante en su propio proceso y de motivarlo hacia el aprendizaje de las ciencias. El tema que se trabaja es un tema óptimo, que brinda la posibilidad de relacionar los conceptos con contextos cotidianos y reales de los estudiantes (CTS-A).
- *El clima de aula*: no interactúa con su grupo de estudiantes. Aspectos elementales como el saludo al ingresar al salón, llamar la atención (se aclara que no se busca el denominado “regaño” o “represión”) de aquellos que no están atentos, verificar la asistencia, entre otros, no son tenidos en cuenta por el Docente Novato 3 y afectan de entrada el desarrollo normal de la clase.

Mientras que este docente realiza una explicación de forma totalmente tradicional, el grupo se distrae y el docente no intenta involucrarlos y motivarlos para el desarrollo del tema. Los estudiantes realizan múltiples actividades (que no son pertinentes para el aula de clase) y el docente ignora totalmente este hecho.

Su postura frente a la ciencia fue en todo momento distante del constructivismo, siempre mostró una imagen acabada y lineal de las ciencias, carente de un contexto histórico. Su modelo didáctico en el aula es muy tendiente al tradicional, no tiene en cuenta las ideas espontáneas de sus estudiantes y se limita al desarrollo algorítmico de algunos ejercicios. El contexto escolar no juega ningún papel en su actividad docente.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

El Docente Novato 3 propone que las actividades prácticas le permitan al estudiante acercarse a la actividad científica (sin referirse nunca a un método científico tradicional): establezcan hipótesis, propongan métodos de resolución y comprobación, argumenten, etc. Sin embargo, sus ideas no son tan claras y no sabe cómo poner en marcha estos planteamientos. “Si se les va a dar una guía de laboratorio que ellos la lean, la analicen y hagan preguntas de lo que no entendieron, pero::: o sea no tiene sentido dar una guía si::: uno les va a decir primero haga esto, segundo esto”.

Pone en evidencia la necesidad de que sea el mismo estudiante el que se motive y haga parte integral de su educación: “Es importante que ellos mismos analicen por sí mismos los procedimientos que tienen que hacer”.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

El Docente Novato 3 reconoce la importancia que juega el uso de las ideas previas para la planeación de clase; sin embargo, admite que no hace uso de ellas en sus prácticas habituales: “En muchos casos, no se tienen en cuenta las ideas previas para abordar unos temas. Simplemente se comienza a dictar la clase y ya, sin antes saber qué concepciones tiene el estudiante acerca de diferentes conceptos, entonces es preferible, digamos, tomar esas ideas previas y a partir de eso planear la clase”.

El docente deja como *único y exclusivo* responsable de la eficiencia de los procesos educativos al estudiante. Para él, lo único importante es contar con estudiantes “juiciosos”, responsables y motivados, con quienes se puede llegar a procesos de aprendizaje significativos; pero si, por el contrario, el estudiante “le da pereza” y tiene una actitud pasiva, simplemente está “condenado” al fracaso educativo y jamás va a aprender:

Yo pienso que el papel del estudiante es muy importante, porque es un estudiante que no le interesa hacer nada, que no le digamos que le da pereza todo, que por más que uno intenta motivarlo como que eh::: anda es en su cuento, pues, o sea, va a ser muy difícil y es muy importante pues la actitud que tenga el estudiante frente a lo que se le está enseñando”.

Categoría Contexto escolar

El Docente Novato 3 no tiene criterios muy definidos en relación con el diseño y la planeación de sus clases. Se basa exclusivamente en los temas dados por el docente experto y deja totalmente de lado algunos otros aspectos como los conceptos previos, el contexto sociocultural de sus estudiantes, las relaciones con la historia de la Química, los procesos de evaluación, entre muchos otros; limita entonces la clase de Química a simples acumulaciones de contenidos y/o conceptos. Esto se evidencia cuando el Docente Novato 3 afirma: “Básicamente, yo no empecé creando; digamos, estos son los temas que vamos a ver y esta es toda la temática que vamos a desarrollar; yo voy a basarme en lo que la profesora ya empezó [...] antes de que nosotros llegáramos, ella ya había empezado con unos temas”.

Todo esto es producido por la sensación de aislamiento hacia su propia práctica profesional docente. Argumenta que no tiene la autonomía ni la posibilidad de generar espacios de aprendizaje alternativos, ya que se ve restringido por la autoridad más cercana (en este caso, el docente experto). “Ya será muy diferente, digamos, cuando esté uno como en un colegio como titular, ya como tal profesor, ya uno

pues como que tiene más autonomía para decir me parece tales y tales cosas, eh, los temas que deben ir en este orden son así y así”.

Finalmente, el docente hace referencia a un problema muy común entre los docentes, y es la denominada “impregnación ambiental”: “Se me dificulta porque como que uno se acostumbró a aprender así y como que bueno voy a enseñar así”.

Los docentes, aunque tengan fuertes concepciones contemporáneas sobre las ciencias y la enseñanza de las ciencias, terminan replicando modelos (y la mayoría de veces, modelos tradicionalistas o poco innovadores) bajo los cuales ellos aprendieron.

Instrumento final tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 3 con respecto a la categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

El docente muestra una postura lejana a la visión constructivista de los científicos, ya que se manifiesta en desacuerdo con que la ciencia es el resultado del esfuerzo de diversos hombres y mujeres que pertenecen a contextos culturales y cuyas investigaciones suelen dirigirse a solucionar problemas de interés social, cultural y económico. Por otra parte, su visión se acerca más al deseable en cuanto a la revisión que hacen los científicos de su propio trabajo y el de sus colegas. Su postura sobre la actividad científica es parcialmente cercana a la visión constructivista de las ciencias, pues plantea que, al ritmo que se han modificado las concepciones que del mundo posee el ser humano, las teorías científicas se han mantenido en un desarrollo permanente. Así mismo reconoce que la verdad absoluta no existe y que la experimentación científica hace parte de las estrategias que se ponen en práctica en la investigación y en la educación. Sin embargo, su postura se distancia del deseable al referirse a las relaciones sociales que se generan al interior de las comunidades científicas, pues concibe la actividad científica como el clásico estereotipo de aplicación de un método científico único e infalible que se desarrolla de forma individual y permite a un solo científico llegar a elaborar teorías y leyes sin contar con el trabajo de otros científicos.

En cuanto al progreso de las ciencias, cabe resaltar que no identifica la historia de las ciencias como una herramienta para reconocer los aspectos culturales, políticos y sociales que han afectado la investigación científica, lo que deja entrever que posee una visión ahistórica de las ciencias y desarticulada de las demás actividades del ser humano. Salvo lo anterior, su postura se acerca nuevamente a la visión

constructivista de las ciencias, ya que reconoce que la ruptura de diversos modelos teóricos, tanto antiguos, como contemporáneos, han sido parte de la evolución de las ciencias y que las investigaciones científicas pueden arrojar resultados parciales o, incluso, susceptibles a cambios posteriores. Es un tanto ambiguo que reconozca esto, pero desconozca la importancia de la historia de las ciencias, lo cual permite ver una posición parcialmente constructivista con algunas impregnaciones de posturas tradicionales frente a la construcción del conocimiento científico.

Su postura vuelve a ser consistente con la visión constructivista de las ciencias y, aunque en algunos puntos es contradictoria, reconoce que los conocimientos particulares de los estudiantes relacionados con sus culturas y costumbres, más que un obstáculo, pueden ser una alternativa para el trabajo en el aula. Lo anterior demuestra que su visión de las ciencias es amplia y acepta conocimientos que no han pasado por un método científico tradicional para ser afines e, incluso, ser parte del denominado “conocimiento científico”.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 3 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

Este docente reconoce la importancia de estudiar y tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes e, incluso, apoya la idea de incluir estas ideas en el proceso evaluativo; por lo demás, propone que es necesario tener presentes los conceptos previos y los intereses de los estudiantes al momento de organizar los contenidos que se van a desarrollar. Gracias a todo esto, su visión del papel de las ideas previas se ubica muy cercana al deseable de enseñanza, que es el modelo por investigación orientada en el que es necesario contar con las ideas de los estudiantes y no concebir sus mentes como la comúnmente llamada “Tabula Rasa”; por el contrario, reconoce que las estructuras mentales de los estudiantes favorecen la elaboración de concepciones y explicaciones de diferentes fenómenos a partir de su interacción con el mundo y que la forma correcta de tratar estas concepciones no es erradicándolas sino transformándolas. Para ello, una buena forma de alcanzar este propósito es mediante el planteamiento de situaciones problema que confronten las concepciones alternativas de los estudiantes.

Su visión del incremento de conocimiento es próxima al modelo de investigación orientada; así, reconoce entre otras cosas que, en la clase de ciencias, se debe favorecer la investigación por parte de los estudiantes, dado que este es un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores y en el que existen diferentes metodologías para resolver un problema. Por otra parte, uno de los puntos más

relevantes que se evidencian en este docente es que reconoce diferencias y, al mismo tiempo, corresponsabilidad entre la enseñanza y el aprendizaje, y que el primero de estos dos procesos es una actividad que involucra práctica y teoría orientadas por el dominio disciplinar de la didáctica de las ciencias. En esta interacción de enseñanza y aprendizaje, también reconoce la necesidad de identificar los ritmos de aprendizaje propios de los estudiantes para tenerlos presentes en la enseñanza y que una buena metodología para lograr esto es la implementación de la resolución de problemas en las clases de ciencias naturales.

Si bien considera que la implementación de lenguaje científico avanzado en las clases de ciencias es acertada, su postura en términos generales es acorde con el modelo de enseñanza por investigación orientada. Desde esta perspectiva, considera negativa la inclusión de científicos puros en los procesos de enseñanza de las ciencias y reconoce la diferencia primordialmente en las finalidades de los experimentos científicos y de los experimentos llevados a cabo en las clases de ciencias.

El Docente Novato 3 piensa la evaluación como un proceso complejo y dinámico en el que se deben tomar en cuenta múltiples factores y, aunque su postura refleja algunas dudas, por lo general, su tendencia es cercana al modelo de enseñanza por investigación orientada. A partir de esto, propone que el proceso evaluativo inicia desde el reconocimiento de los conceptos previos que poseen los estudiantes. En este proceso, se valoran y regulan tanto los logros de los estudiantes, como las estrategias empleadas por el profesor; a partir de este postulado, también afirma que los alumnos deben intervenir activamente en la planeación y evaluación de las actividades de clase, en tanto que el docente debe organizar y secuenciar los contenidos por aproximaciones a conceptos e intereses de los estudiantes.

Las posturas que expresa este docente en torno al aprendizaje, aunque no son contundentes, sí son próximas a la visión del aprendizaje por construcción de conocimientos. Esta visión la sustenta en la necesidad de implementar la investigación por parte de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, direccionada desde aproximaciones a su contexto propio y relacionándola con temas de interés que motiven el aprendizaje de las ciencias. Un buen indicador de un verdadero aprendizaje significativo será, según el Docente Novato 3, la implementación del conocimiento científico adquirido en diferentes situaciones y contextos.

Este docente no ha tomado en ningún momento una postura completamente cercana al deseable de referencia y, si bien su visión es favorable con los modelos de enseñanza por investigación orientada y por aprendizaje por construcción de conocimientos, no los apoya decididamente. Esto se presenta de nuevo en el

indicador de interdisciplinariedad de los conocimientos, pues solo está completamente en acuerdo con que los docentes deben poseer un cuerpo de conocimientos de tipo histórico, geográfico, social, matemático y lingüístico para apoyar el saber científico. Además, se muestra parcialmente de acuerdo con que el conocimiento que se construye en las clases de ciencias puede ser utilizado en proyectos escolares de otras asignaturas y que conceptos estructurantes como “el calor” pueden ser estudiados desde la mirada de la Física, la Química y la Biología, debido a la relación histórica que precede a estos conceptos.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 3 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

Según este docente, un profesor posee un cuerpo de conocimientos, actitudes y procedimientos que influyen en los procesos de enseñanza que lleva a cabo en el aula. Por otra parte, pone de manifiesto la necesidad de negociar con los estudiantes los objetivos de cada unidad desarrollada, con lo cual reconoce que el estudiante debe jugar un papel activo en la planificación de las actividades dentro de su propio aprendizaje de las ciencias. En síntesis, aunque en algunos apartados su postura se distancia un poco del deseable, en términos generales, concibe la planeación curricular como un proceso complejo en el que se deben tener en cuenta muchos factores e incluir decididamente al estudiante.

Para este docente, manejar las relaciones CTS-A dentro de la clase de ciencias es una estrategia favorable, ya que se genera la posibilidad de relacionar conocimientos propios de los contextos socioculturales de los estudiantes con aspectos tecnológicos reconocidos por ellos mismos y con el estudio de fenómenos naturales y problemáticas ambientales, con lo cual se podría generar una postura investigativa por parte de los estudiantes, un aprendizaje verdaderamente significativo y una alternativa al método tradicional de enseñanza de las ciencias. Por todo lo anterior, la postura que expresa este docente es cercana a la deseable, que es la visión de proceso complejo en todo lo referente al contexto escolar. Solo muestra dudas en cuanto al papel de la historia de las ciencias para reconocer los aspectos sociales, culturales y políticos que han influido en el desarrollo de las ciencias.

Para este docente, la motivación del estudiante hacia las ciencias y su aprendizaje es importante y debe ser incentivado por las actividades que lleve a cabo el maestro; por eso, propone que los contenidos por desarrollar deben aproximarse a los intereses de los estudiantes y no responder a un temario rígido y desarticulado. Esto generaría en el estudiante una mejor disposición para la clase de ciencias y así

lograría un aprendizaje verdaderamente significativo. De acuerdo con lo anterior, la postura del Docente Novato 3 es cercana, salvo algunos apartados a la visión compleja de las interacciones sociales que se presentan dentro del aula, reconociendo que tanto docentes como estudiantes, en su calidad de seres humanos, generan actitudes y concepciones en torno a la ciencia y su desarrollo.

Aunque no parece estar totalmente seguro de su postura, el Docente Novato 3 ve las políticas educativas estatales, en general, como una serie de pautas para direccionar la actividad académica dentro de una institución. No ve en las pruebas censales, como las pruebas SABER, una limitante para la enseñanza de las ciencias, aunque sí ve las políticas internas de la institución un obstáculo para adaptar el currículo a las necesidades educativas de los estudiantes. Por lo demás, ve en la planeación eficaz la base para superar obstáculos de tiempo, espacios, recursos y/o materiales. En cuanto al contexto sociocultural, cabe resaltar que ve en la condición económica de los estudiantes una limitante directa y difícil de superar para el aprendizaje de las ciencias, lo cual deja ver que aun adjudica primordialmente a factores externos las explicaciones de las falencias de la interacción de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se producen en clase. Por lo demás, su postura se acerca nuevamente a la visión de proceso complejo del contexto escolar, pues reconoce que el aprendizaje es significativo cuando los conceptos científicos se relacionan directamente con los contextos sociales y culturales propios de los estudiantes.

Docente Novato 4

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 4 con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

Se aleja completamente de la visión racional del trabajo de los científicos. Su postura se mueve desde el empirismo —al considerar la labor científica como un resultado exclusivo de la experimentación— hasta el constructivismo —al concebir la ciencia como una actividad llevada a cabo por personas con diferentes características que enriquecen la evolución de la ciencia—. Pone de manifiesto que la mejor manera de hacer y, consecuentemente, de aprender ciencia es mediante la experimentación y que la observación directa de la realidad y la comprobación de hipótesis es el fundamento del proceso científico. Esto sustenta su postura primordialmente empirista en cuanto a actividad científica se refiere.

Aunque su tendencia tiene rasgos de corte racionalista, sustentados principalmente en la necesidad de teorizar conceptos, para la imagen de progreso de ciencia presenta una postura principalmente empirista, ya que solo considera verdadero aquello que se puede verificar experimentalmente y que se realiza por etapas sucesivas y planificadas. Muestra una marcada tendencia constructivista, al reconocer la didáctica como una disciplina científica. De igual modo, acepta otras formas de conocimiento como el ancestral e indígena para explicar diversas situaciones del mundo.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 4 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

Sobre las ideas preexistentes en los estudiantes, es un poco más cercana a lo planteado por el modelo de la investigación orientada, ya que este profesor sugiere que el punto de partida del desarrollo de contenidos en la clase de Química debe ser determinado por las ideas que sobre el tema poseen los estudiantes. Además, comprende que la interpretación que hacen los mismos estudiantes de una explicación o de un concepto no siempre es la ideal, pues puede ser transformada según las creencias que poseen previamente.

Muestra algunos componentes del modelo tradicional de enseñanza, principalmente en lo que a las ideas previas, la evaluación y la interacción docente-estudiante-conocimientos se refiere. En otros campos que también tratan el incremento de conocimiento, muestra una inclinación significativa al modelo de enseñanza por investigación orientada; así, su visión de las características del conocimiento científico, las prácticas experimentales, la significatividad de los aprendizajes, la implementación de situaciones problema en la enseñanza y la contextualización social de los conocimientos los sustenta desde esta postura.

Su postura se aproxima al modelo de enseñanza por investigación orientada para la relación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar; así, asume el conocimiento científico escolar como una construcción propia del aula, desarrollada a partir del conocimiento científico erudito, pero no con los mismos parámetros. Reconoce las particularidades propias de las interacciones entre el conocimiento científico y el alumno. Sin embargo, su visión de los componentes en la planificación de los contenidos es tradicional, pues sustenta que estos solo se organizan en torno a los contenidos de Química. La visión del Docente Novato 4 frente al papel de la evaluación es polivalente, con lo cual deja a la luz que su concepción de esta parte del proceso de enseñanza-aprendizaje no es clara y no tiene definida la importancia que conllevan los procesos de evaluación. Su visión es tradicional

en cuanto a las finalidades de la evaluación, pues la ve solo como una herramienta para medir el nivel alcanzado por los estudiantes en relación con los objetivos. En cuanto al carácter sancionatorio de la evaluación y sus implicaciones en los procesos de aprendizaje del conocimiento científico, su tendencia es tecnológica. Finalmente, su tendencia se convierte al modelo de investigación orientada en lo que se refiere a las relaciones de la enseñanza con el aprendizaje y el papel que juega la evaluación en la formación del docente.

En cuanto a los procesos de aprendizaje, aunque muestra unos pequeños visos de apropiación formal, su postura se ve marcada primordialmente por el modelo de construcción de conocimiento. Desde esta perspectiva, da importancia al aprendizaje significativo, a la utilización de las concepciones de los estudiantes y tiene presente la deformación que de algunos conceptos hacen los estudiantes. Por lo general, comprende que el aprendizaje es mucho más que un proceso memorístico y acumulativo. La imagen de interdisciplinariedad de los conocimientos científicos que proyecta está sustentada desde una postura que primordialmente responde a la apropiación formal del conocimiento; en este sentido, considera que el conocimiento se debe fragmentar desarticuladamente para construir conceptos propios de cada asignatura. Además, está de acuerdo con que es posible enseñar ciencia transfiriendo metodologías de una disciplina a otra, sin tener en cuenta que existen didácticas específicas para cada rama de la enseñanza de las ciencias.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 4 con respecto al contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

Al referirse a los diseños curriculares, manifiesta una dualidad entre el enfoque formal y el complejo, aunque se acerca un poco más a este último. Por una parte, aunque reconoce que los procesos de enseñanza-aprendizaje que se dan en cada clase son fenómenos complejos en los que intervienen innumerables factores externos e internos, se contradice al considerar que el aprendizaje solo depende de la atención del estudiante en clase. Acepta métodos alternativos para la enseñanza de la Química. Tiene en cuenta los contextos próximos y el entorno del estudiante, lo cual ubica a este Docente Novato, principalmente, dentro del enfoque complejo. Sin embargo, entra en contradicciones al no tener en cuenta la diversidad de individuos al interior del aula de clase y las particularidades de cada uno de ellos. Todo esto, dentro del indicador de las relaciones CTS-A.

Su postura es totalmente dual y contradictoria al referirse al papel del clima del aula. Se encuentra fluctuando entre los enfoques formal y complejo; sus ideas frente

a un mismo concepto son opuestas, ya que, por una parte, está de acuerdo con la afirmación: “Tener en cuenta la diversidad de los estudiantes al momento de la clase de Química perjudica a aquellos mejor capacitados”, pero al mismo tiempo está de acuerdo con la afirmación: “La adaptación de la enseñanza a la diversidad del aula contribuye a generar actitudes favorables hacia la Química”; por consiguiente, se puede concluir que no ha interiorizado conscientemente el concepto de clima de aula.

Su visión sobre la influencia de las políticas educativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustenta en el enfoque complejo, apoyando la idea de que el conocimiento no se construye espontánea y autoritariamente, sino que, por el contrario, se construye colectivamente a través de la comunicación, la negociación y la democratización. Reconoce las políticas educativas, no como una dificultad para la innovación, sino como una herramienta que permite optimizar las actividades de enseñanza de las ciencias. Su postura frente al contexto sociocultural es ambivalente, pues tiene componentes del enfoque complejo y del enfoque formal. Su visión de los factores internos y externos que intervienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje y las prácticas experimentales responden al primer enfoque; por otra parte, lo relacionado con la diversidad sociocultural y económica de los estudiantes lo sustenta de acuerdo con el segundo enfoque nombrado.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti [®], se observó, para el Docente Novato 4, lo siguiente, en cuanto a:

- *El papel de la evaluación*: propone una serie de ejercicios de lápiz y papel; involucra a sus estudiantes en su resolución y hace las correcciones, posterior retroalimentación de los resultados obtenidos.

A partir del análisis de la clase Permanente 2 en el *Software* ATLAS.ti [®], se observó que el Docente Novato 4, en relación con:

- *La imagen de aprendizaje*: desarrolla una actividad de tipo experimental en el grupo. Interactúan en el aula con diferentes objetos usados en el laboratorio. Si bien es importante mencionar que, aunque la integración no es total, este docente se interesa por generar los espacios y acercar a los estudiantes a la ciencia y a la actividad científica.
- *El clima de aula*: se concentra únicamente en trabajar con algunos estudiantes, cuando el grupo se dispone a comenzar una práctica de laboratorio. Otro grupo, que se encuentra disperso, juega con el material de laboratorio y reali-

zan actividades que no son acordes con el momento de clase (tomarse fotos). El Docente Novato 4, por su parte, ignora esta situación.

En las dos etapas del Permanente (grabaciones de clase), el docente evidenció actitudes positivas frente a la enseñanza de las ciencias, puntualmente de la Química. Recogiendo permanentemente las ideas previas de los estudiantes y contextualizando la enseñanza en un ambiente cercano al de los alumnos; generó permanentemente actividades motivadoras que los estudiantes recibieron muy bien y, en general, tuvo presentes los procesos de aprendizaje de los estudiantes, predisponiéndose positivamente por modelos de construcción de conocimiento y aprendizaje por asimilación. En cuanto a la imagen de ciencia, se puede decir que no fue muy explícita y que más bien no jugó un papel muy trascendental en sus prácticas. Finalmente, no mostró plenamente una visión del contexto escolar, aunque siempre evidenció una actitud integradora y consciente de las características sociales, culturales y económicas de la institución y de los estudiantes. Es importante resaltar que mostró más inclusión de la historia de la Química y de situaciones problema en sus ejercicios en el Permanente 2.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

Con relación a la imagen de ciencia y a la imagen de los científicos, pone en evidencia la imagen de los científicos como gente súper dotada, aislada y de grandes élites. Esto es claro cuando el Docente Novato 4 afirma: “La química es solo para:: para gente súper dotada, porque entonces, por ejemplo, uno dice ‘yo estoy estudiando Química’ y todo el mundo ya lo cree a uno un dios porque dicen que la Química es de lo más difícil que existe”. Esta concepción es totalmente empirista y tan arraigada que difícilmente cambia su punto de vista.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Su posición hacia el incremento del conocimiento hace inferir que posee una visión lineal y acumulativa. No permite ver los conocimientos y la ciencia como interactivos, con la posibilidad de abordaje desde diferentes ejes, teniendo como punto de partida las distintas características de los grupos y las personas con las cuales se trabaja: “El tema que tú antes le dictaste, sigue siendo una idea previa para iniciar un tema”. Además, el uso del marcador discursivo “dictaste” confirma la postura tradicional de enseñanza de las ciencias.

Por otra parte, al principio presenta una gran oposición al uso de las ideas previas en clase de ciencias. El Docente Novato 4 dice que “hay como una dificultad dentro

del ejercicio de ser docente uh::: yo lo veo más que todo, digamos, por las ideas previas que ellos traen, por los conceptos que ellos traen en diferentes campos de la Química”.

Esto demuestra que, en principio, consideraba las ideas previas como un impedimento para enseñar Química. Las ve como grandes obstáculos, en vez de oportunidades para motivar, retar e involucrar a los estudiantes en sus procesos de formación. Además, limita las ideas previas solo a los conocimientos que tienen de la disciplina y deja de lado las concepciones alternativas, las ideas espontáneas, los conocimientos heredados o ancestrales, entre otros.

Después de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, su posición cambia de forma progresiva hacia la postura constructivista. Reconoce, de forma explícita, las ideas previas como el punto de partida desde el cual el docente puede abordar, construir, reformar o, simplemente, elaborar un concepto o contenido químico. Además, propone que esas ideas deben ser tenidas en cuenta al momento de planear las unidades temáticas. Esto se evidencia cuando el Docente Novato 4 afirma: “Siempre hay que tener en referencia eso; o sea, el primer paso son las ideas previas para partir de allí, empezar a elaborar”.

Finalmente, aunque no lo hace de forma explícita, este docente propone alternativas de evaluación que le permiten al estudiante abordar diferentes métodos de interpretación, argumentación y resolución de problemas, lo que ubica a la evaluación dentro de un enfoque progresivo: “Cuando ellos me escriben algo, yo no estoy seguro [de que] eso es verdaderamente lo que están pensando; en cambio, cuando lo hablan, son más espontáneos”.

Categoría Contexto escolar

Una de las dificultades que se presentó durante la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, la cual se fue superando con el transcurso de los mismos, fue la falta de motivación y corresponsabilidad para el trabajo en los equipos colaborativos. El Docente Novato 4 lo acepta de forma explícita cuando dice: “Dentro de lo poco que leí del cuadro”.

Estos inconvenientes fueron superados a medida que los docentes hacían aplicaciones de los temas trabajados en los equipos colaborativos. A partir de allí, sus concepciones cambian hacia el fomento de un proceso complejo en la educación. Asegura que una de las características principales que debe poseer todo docente es lograr interactuar con sus estudiantes en diversos espacios académicos, para que, de esta forma, se aproxime a las realidades de sus contextos socioculturales. El Docente Novato 4 reconoce esta necesidad y lo pone en práctica en su cotidianidad.

Ya interactuar con los estudiantes, no solo dentro del aula, sino fuera de ella; ya empezar a conocer a los estudiantes fuera de ella, relacionarse con ellos, no solo dentro del aula, no solo aquí en el laboratorio, ni en el salón específicamente, sino cuando uno se los encuentra a la hora de entrada; que uno se los encuentra y ‘qué hubo, profe, cómo está’ ya es ya empezar a formarse como docente”.

También reconoce cómo las relaciones interpersonales positivas afectan en buena medida la labor del docente en el aula de clase, al favorecer el clima de aula: “Si uno trata de llevarse bien con los muchachos, los muchachos siempre le responden bien a uno”.

Aproximaciones al CDC

En relación con los comentarios realizados, próximos a las características propias del CDC, el Docente Novato 4 propone integrar una serie de conocimientos para el perfecto desarrollo de las clases. Es importante mencionar, sin embargo, que estas ideas son poco específicas y poco situadas, lo que hace que pierdan validez en contextos reales.

En el momento de ejercer, digamos, voy a empezar con la parte didáctica de tal forma y la parte teórica de tal otra, no para mí, eso tiene que ir unido, ligado; eso no se puede diferenciar; el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene ese componente que las dos son la misma/hacen parte del mismo desarrollo y del mismo proyecto.

Este docente se acerca mucho a las bases conceptuales en las cuales se fundamenta el conocimiento didáctico del contenido. Acepta la integralidad de un profesor ante la enseñanza de las ciencias; reconoce la importancia de la Epistemología, la Historia, la Pedagogía, etc.; así mismo, también considera las concepciones y actitudes de los profesores al momento de enseñar ciencias:

Nosotros debemos tener conocimientos de muchas clases, por lo mismo, nuestra formación como docente; a nosotros nos forman desde la parte epistemológica, desde la parte psicológica, la parte ambiental, la parte personal, actitudinal; nosotros tenemos una formación bastante grande para dividir el conocimiento en todos esos sentidos sí. Entonces, está la parte antropológica, la parte científica, la parte pedagógica. Esos son conocimientos que uno debe manejar; que uno los tenga que manejar todos es complejo también.

Sin embargo, demuestra algunas tendencias tradicionales en sus comentarios:

Sí, el tiempo es el primero y más importante (I2: ¿el tiempo se tiene en cuenta para hacer la planeación?); sí, claro, porque usted puede planear una clase de dos horas cuando en realidad solo tiene una; entonces, tenemos que hablar de los minutos

exactos que se tienen de la clase y obviamente por más que la planea la clase no va a, o sea, todo lo que su merced planeó para explicar en una clase, de pronto no lo alcanza a explicar todo en esa hora. ¿Por qué? Porque los estudiantes van a tener dudas y van a surgir inconvenientes dentro de la clase y, refiriéndome a inconvenientes, digamos que son dudas que tienen los estudiantes; entonces, toca recalcar ahí; entonces, eso es algo muy importante, eh, mirar de dónde se va a partir; entonces, digamos de la clase anterior, sí, eh::: que ejercicios vas a presentar para tú desarrollar en el tablero o para que ellos desarrollen en el cuaderno, a partir de ellos. Generalmente, yo doy un espacio para dudas, entonces ese espacio es el más flexible de todos, porque ese espacio se puede extender al resto de la clase, como se puede pasar fácilmente.

La planificación de clase descrita por el Docente Novato 4 parece girar únicamente en torno a los contenidos científicos por desarrollar, dejando de lado la planificación del uso de estrategias didácticas y/o pedagógicas o las características de las relaciones dentro del aula.

Instrumento final tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 4 con respecto a la categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

Al estar de acuerdo con las ideas en las que se apoya la concepción que los científicos son personas naturales, dispuestas a realizar revisiones al trabajo que ellos mismos u otros elaboran al momento de solucionar problemas, y que pertenecen a contextos culturales y sociales particulares que afectan el desarrollo de sus investigaciones, evidencia una postura totalmente cercana a la visión constructivista de la imagen de los científicos.

En términos generales, su postura es muy cercana a la imagen constructivista de la actividad científica. Demuestra gran aceptación de la inclusión de hombres y mujeres en el desarrollo histórico de la ciencia y elimina totalmente la concepción de una actividad científica acumulativa y absoluta. Únicamente, en lo que a la complejidad de la investigación se refiere y a la aplicación de un único método científico (método científico tradicional), se distancia un poco de esta postura.

Reafirma su postura constructivista, en esta ocasión, con respecto a la imagen de progreso de la ciencia; reitera la importancia de la historia de las ciencias y de diversos aspectos culturales, políticos, sociales, entre otros, que han afectado la investigación científica. Finalmente, acepta las rupturas de diversos modelos teóricos

(recientes o anteriores) como parte del avance de las ciencias. Su postura constructivista continuó prevaleciendo en el ítem que relaciona la denominada ciencia convencional con otras ciencias. En este punto, cabe resaltar que identifica las características científicas de la didáctica y que, además, reconoce los aportes que al desarrollo del aprendizaje de las ciencias se producen en el interior de las costumbres y culturas particulares de los estudiantes.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 4 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

En lo que al papel de las ideas previas se refiere, la postura de este docente es muy cercana a lo esperado en el modelo de investigación orientada, ya que reconoce no solo que el estudio de las ideas previas es un punto de partida para el proceso de enseñanza, sino que, además, está de acuerdo con que la evaluación inicial desde el mismo instante en el que se realiza el mencionado estudio de las ideas previas. Su visión del proceso de incremento de conocimiento está permeada por el modelo de enseñanza por investigación orientada; a partir de esto, reconoce que en la enseñanza de las ciencias inciden múltiples factores, como lo son la relación existente entre la enseñanza y el aprendizaje, la interacción entre la teoría y la práctica, entre otras. Sin embargo, aunque reconoce muchos componentes propios de la didáctica de las ciencias al tratar particularmente la didáctica como un saber fundamental en el proceso de la enseñanza, su postura está en desacuerdo, lo cual muestra que, aunque se evidencia un cambio favorable, aún se tiene el ideal del saber científico como el saber supremo en la enseñanza.

La imagen de enseñanza por investigación orientada también se encuentra presente mayoritariamente en las relaciones entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar. Así, reconoce que no son iguales las finalidades de uno y otro y que la inclusión de aspectos propios de la ciencia pura no es una herramienta favorable para la enseñanza inicial o alfabetización científica. Reconoce, además, que el conocimiento científico responde a necesidades propias de aspectos sociales y culturales en los que se desarrolla.

La concepción de evaluación que demuestra el Docente Novato 4 es completamente concordante con lo expuesto en las posturas contemporáneas de evaluación en las que es un proceso continuo, reflexivo y permanente. Según las ideas que este docente apoya, la evaluación es una herramienta que favorece tanto el aprendizaje de los estudiantes como la profesionalización del docente, y al ser un proceso provechoso para los dos, incluye una puesta en común o negociación de los contenidos en

la que docente y estudiantes expresan sus expectativas y sus metas. Reconoce que el aprendizaje, lejos de ser una actividad únicamente memorística, es un proceso complejo de construcción de conocimientos en el que intervienen múltiples factores internos y externos; además, apoya la idea de que es necesario reconocer los ritmos de aprendizaje de los estudiantes y, finalmente, hacer del aprendizaje algo significativo, vinculado y aplicable a los contextos socioculturales, propios de los estudiantes.

Según las respuestas dadas por el docente, los conocimientos en ciencias deben gozar de una amplia aplicación a otras asignaturas y deben servir como herramientas para resolver o superar problemáticas que se generen en diversos contextos sociales o culturales; además, se identifica con la idea de que los docentes deben manejar conocimientos adicionales o subsidiarios como historia, geografía, matemáticas, a manera de apoyo, para optimizar la enseñanza de las ciencias. Esta tendencia es afín con el modelo de enseñanza por investigación orientada y de aprendizaje por construcción de conocimientos.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 4 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

Este docente reconoce que el currículo en ciencias es mucho más que un temario rígido ceñido únicamente a políticas institucionales o estatales y que tanto los estudiantes como los docentes deben jugar un papel activo en la construcción del currículo, con miras a satisfacer las necesidades tanto generales de la institución representadas en el PEI, como las particulares de cada estudiante en su proceso de aprendizaje de las ciencias. Además, reconoce que la construcción del currículo en ciencias requiere de ciertos conocimientos adicionales que se pueden denominar “metacientíficos”, como lo son la historia de las ciencias, la psicología del aprendizaje, la pedagogía, la didáctica de las ciencias y la epistemología de las ciencias, entre otros.

Las relaciones CTS-A son, según este docente, de gran utilidad en la enseñanza de las ciencias; aprueba la necesidad de incluir aspectos propios de cada cultura en las clases de ciencias, así como la idea de relacionar las ciencias con el ambiente tecnológico actual y cercano a la vivencia de los estudiantes. También apoya la idea de tratar problemáticas ambientales en el desarrollo de las asignaturas del área de ciencias con el fin de utilizar este conocimiento en favor del detrimento del impacto ambiental causado por el ser humano. Reconoce que el clima de aula juega un papel primordial en la enseñanza, al identificar tanto a docentes como estudiantes por encima de estos rótulos, como seres humanos con actitudes, creencias, saberes y un sinnúmero de particularidades que afectan el proceso de enseñanza-aprendizaje. A partir de esto, se hace

necesario pensar más allá de los contenidos científicos por desarrollar, en una relación social armónica dentro del aula que involucre a todos los protagonistas del proceso.

El docente ve las políticas educativas como una guía en el camino de la enseñanza de las ciencias y no como un obstáculo que retrasa y entorpece la enseñanza; en consecuencia, ve las pruebas de estado (SABER), no como un ataque a los procesos de enseñanza, sino como una oportunidad de reflexión y autorregulación de la educación. Resalta también la importancia del contexto sociocultural y económico, tanto de la institución, como de los estudiantes en la enseñanza de las ciencias, no solo como un agente externo, sino como un elemento que se debe tener en cuenta en la planificación de las actividades para lograr un verdadero aprendizaje significativo; a partir de esto, es válido afirmar que su postura ve el contexto escolar como un proceso complejo que incluye una gran cantidad de variables de las relaciones sociales que se dan en las instituciones educativas.

Docente Novato 5

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 5 con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

Los resultados de este docente alejan su postura completamente de la visión racional del trabajo de los científicos; sin embargo, es ambivalente, pues considera la labor científica como un resultado exclusivo de la experimentación (empirismo) y concibe la ciencia como una actividad llevada a cabo por personas con diferentes características que enriquecen la evolución de la ciencia (constructivista).

Se ubica en el empirismo radical, al considerar el método científico como único camino para asegurar que un conocimiento es de carácter científico; supone que la ciencia es objetiva, parte de observaciones neutrales y solo considera verdadero lo verificable. Su postura es empirista radical, en cuanto a la imagen de progreso de la ciencia: esto se comprueba al apoyar la idea de que las teorías científicas son el resultado de la acumulación de otras teorías a lo largo de la historia, obtenidas por pocos grupos de investigadores a partir de experimentaciones.

No reconoce plenamente que la validez de la ciencia puede abarcar a la ciencia convencional y a otras ciencias; sin embargo, al aceptar los conocimientos indígenas y ancestrales como científicos y a la didáctica como una disciplina científica, se convalida parcialmente como constructivista.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 5 con respecto a la categoría de Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

Su postura en cuanto al papel de las ideas previas no es clara; tiene componentes de investigación orientada, componentes tecnológicos, espontaneístas y tradicionales. Esta mezcla contradictoria en muchas ocasiones denota, no una postura ecléctica, sino la carencia de una imagen clara de las finalidades de la evaluación en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se llega a esta conclusión porque, por una parte, apoya el postulado que no existe nada en la mente de los estudiantes y, por otra, sustenta que el punto de partida de la enseñanza debe ser las ideas espontáneas que poseen los estudiantes.

Para la imagen de incremento de conocimiento, su visión es principalmente acorde con el modelo didáctico de la investigación orientada. A partir de esto, concibe la interacción entre el conocimiento del estudiante y el docente como un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores y en el que el docente no es trasmisor y el estudiante, receptor de conocimiento. Sin embargo, su postura no es muy clara frente al papel del docente en esta dinámica.

De nuevo, su postura tiene matices de múltiples modelos didácticos, sin embargo, en esta oportunidad, se inclina ligeramente al modelo tradicional puesto que no reconoce las semejanzas y diferencias entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar apoyando la idea de que el trabajo en el aula depende únicamente de los conocimientos de la Química. En lo que al papel de la evaluación se refiere, el profesor manifiesta ideas próximas a una postura del modelo didáctico por investigación orientada; desde allí, apoya la idea de que uno de los fines de la evaluación es la motivación y el estímulo a la autorregulación de los estudiantes, además de ser una herramienta para favorecer el desarrollo profesional del docente. Su postura se inclina al modelo tecnológico al referirse a la evaluación como una herramienta de segregación o clasificación de los estudiantes.

Frente al aprendizaje de los estudiantes, presenta una competencia entre los modelos de aprendizaje por apropiación formal y construcción de conocimientos, siendo estos modelos completamente antagónicos. Queda a la luz una imagen deformada y poco objetiva de los procesos de aprendizaje. Lo anterior teniendo en cuenta que, por una parte, apoya el postulado: “Cuando el profesor explica con claridad un concepto científico y el alumno está atento, se produce aprendizaje” y, por otra, está de acuerdo también con: “Los alumnos suelen deformar involuntariamente las explicaciones verbales del profesor y la información que leen en los libros de texto”.

En cuanto a la interdisciplinariedad de los conocimientos, su postura se inclina al modelo formal en la medida en que no identifica las didácticas y metodologías propias de cada disciplina para su enseñanza. Por otra parte, se identifica con el modelo de construcción de conocimientos en lo que se refiere a la incidencia de la epistemología en la interdisciplinariedad del conocimiento y en la organización de contenidos jerarquizados y articulados.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 5 con respecto al contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

En relación con la propuesta de diseños curriculares, su posición es dual, con una inclinación al enfoque complejo. Al no reconocer diversos aspectos del desarrollo de clases y considerar que solo es necesario para un buen aprendizaje tener en cuenta buenos temas y atención en clase, se ubica dentro de un enfoque formal. De forma contradictoria, al considerar importante la generación de objetivos acertados y reales para el trabajo óptimo con los estudiantes, contemplar la diversidad del aula en la práctica educativa y aceptar el uso de métodos opuestos al tradicional, como el de resolución de problemas en la enseñanza, lo ubican en un enfoque complejo.

De todos los docentes novatos, este es el que presenta un mayor acercamiento al enfoque complejo dentro de las relaciones CTS-A, puesto que reconoce que el contacto con la realidad y el trabajo en el laboratorio son imprescindibles para el aprendizaje científico-escolar, que es a su vez significativo cuando el alumno tiene un interés personal relacionado con lo que aprende. Finalmente, también considera que, al tener en cuenta la diversidad del aula, se contribuye a generar actitudes favorables hacia la Química. En lo referente al clima de aula, su postura es principalmente consistente con un enfoque complejo; desde este, reconoce la importancia de tener en cuenta la diversidad cultural, social y económica, potencializando por otra parte el trabajo experimental, así como también la necesidad de que profesores y profesoras hagan investigaciones en el aula que no estén en contravía con los procesos de enseñanza.

Este docente apoya la idea que el conocimiento no se construye espontánea y autoritariamente, sino que, por el contrario, se construye colectivamente a través de la comunicación, negociación y democratización. Reconoce las políticas educativas no como una dificultad para la innovación, sino como una herramienta que permite optimizar las actividades de enseñanza de las ciencias. Por tanto, su visión sobre la influencia de las políticas educativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustenta en el enfoque complejo. En cuanto al contexto socio-cultural, su postura se inclina por el enfoque complejo, ya que reconoce que los

procesos de enseñanza-aprendizaje son fenómenos en los que intervienen una serie de factores tanto externos como internos; de la misma forma, plantea la importancia de las prácticas de laboratorio. Sin embargo, es ambivalente en su visión de la diversidad económica, social y cultural y la influencia de esta diversidad en los procesos de la escuela.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Novato 5, en cuanto a:

- *La imagen de la actividad científica*: y considerando su forma de proponer la clase, aleja a los estudiantes de la ciencia. La demuestra aislada y poco cercana al mundo cotidiano. Confunde “la práctica de laboratorio” con simples muestras de objetos. El estudiante se limita a copiar todo lo que ve y no se acerca a un posible desarrollo científico.
- *La imagen de incremento de conocimiento*: en ningún momento, deja que el estudiante tenga la oportunidad de preguntar, hacer comentarios o integrar sus conocimientos hacia lo que él muestra. Así, se confunde el trabajo de laboratorio con la simple observación.
- *El papel de clima de aula*: presenta una actitud que le da poca interacción para el trabajo en el aula, se sitúa totalmente desde el modelo didáctico tradicional. El trabajo del aula se limita a la observación de los estudiantes y a transcripciones de datos en sus cuadernos.
- *Las políticas educativas*: teniendo en cuenta que el espacio suministrado por parte del colegio para la realización de la práctica experimental dirigida por él es muy limitado y este contexto físico no es óptimo para desarrollar buenos y motivantes aprendizajes, el Docente Novato 5, así como su clase, se ven afectados por esto.

A partir del análisis de la clase Permanente 2 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Novato 5, en relación con:

La imagen de los científicos: al trabajar aspectos de la Tabla periódica, hace referencia a varios científicos, pero solo como un dato de menor relevancia para la descripción del tema. Al nombrarlos, los hace ver como grandes “sabios” que vivieron hace muchos años e hicieron grandes aportes a la Química, pero en ningún momento permite acercar esta imagen de científicos a una postura constructivista de las ciencias. Por el contrario, presenta una visión ahistórica y acumulativa de la ciencia.

El progreso de la ciencia: a través de la actividad propuesta, hace ver que la ciencia progresa sin traumatismos y de forma puramente acumulativa. No brinda espacio para que los estudiantes dejen de ver la ciencia como lineal, elitista y poco contextualizada.

El papel de las ideas previas: no hace uso de las ideas previas que tienen sus estudiantes en relación con el tema que se está trabajando. Se comporta como si ellos fueran (así como la analogía propuesta) *tábula rasa* en las que únicamente hay que acumular conocimientos.

La imagen de aprendizaje: su actitud en clase demuestra una postura tradicional; se podría decir, extrema. Su clase se limita a copiar una serie de datos en el tablero (nombres de científicos, fechas de descubrimientos y aportes a las ciencias) y los estudiantes transcriben la información en sus cuadernos. No hay un mínimo acercamiento a los temas trabajados por parte de los estudiantes. No existe motivación, ni corresponsabilidad hacia su proceso formativo.

Su actitud es bastante pasiva. No interactúa con sus estudiantes. De igual forma, el Docente Novato 5 no permite una retroalimentación de los temas vistos; propone actividades y no verifica que los estudiantes estén atentos y que todos desarrollen los ejercicios mencionados.

Se propone una serie de ejercicios para profundizar el tema trabajado, pero estos se convierten en problemas tipo que no dan la posibilidad al estudiante de resolver situaciones que lo reten o motiven al aprendizaje.

El clima de aula: en tanto que el ambiente del aula no es óptimo para el trabajo y un gran porcentaje de estudiantes se encuentra realizando otro tipo de actividades y no están dispuestos a realizar aquellas propuestas por el profesor, este Docente Novel se concentra en escribir una serie de datos en el tablero, esperando que, a partir de ellos, los estudiantes “adquieran” conocimientos.

Su imagen de la ciencia dista enormemente del constructivismo, maneja una concepción de ciencia atórica, aproblemática, lineal, acumulativa y desarticulada, no incluye en ningún momento la epistemología del conocimiento y solo reproduce conceptos de la Química, transmitiéndolos memorísticamente a los estudiantes. Sus procesos de enseñanza son acordes con un modelo tradicional y concibe la enseñanza como un proceso simple de memorización de conceptos y metodologías. El contexto no se tiene presente en el desarrollo de la clase y en ningún momento se plantea una postura ante las políticas educativas; sin embargo, muestra una buena relación con sus estudiantes.

Equipos colaborativos

Este docente tuvo muy pocas oportunidades de participar en las reuniones cooperadas de trabajo, debido a que su horario de clases coincidía con la totalidad del tiempo de reuniones (de hecho, sólo podía llegar al equipo más o menos 20 minutos antes de la finalización de las reuniones). Sus opiniones fueron limitadas y, por tanto, fue difícil categorizarlo dentro de los indicadores propuestos. Únicamente se tiene referencia de un comentario hecho: “De pronto la actitud, pues cuando uno llega con una mirada, ellos como que::: entienden la sonrisa que usted les dé, entonces pierden el miedo y están llamándote “profe (x), profe” para una explicación y es la actitud que un profesor tiene, porque si tú te cierras o los gritas o solo que los vas a regañar no se puede”.

Tiene en cuenta un aspecto que es fundamental dentro del CDC: las actitudes del docente frente a la enseñanza de las ciencias, para el caso particular, de la Química. Pone en evidencia que, además de los conocimientos sobre conceptos y la puesta en marcha de procedimientos efectivos, es necesario una excelente actitud al momento de enfrentar las múltiples realidades docentes.

Instrumento final tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 5 con respecto a la categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

Manifiesta una clara concordancia con la visión constructivista hacia la imagen de los científicos. Considera importantes las revisiones que estos hacen al trabajo que ellos mismos u otros elaboran al momento de solucionar problemas y el esfuerzo de estos hombres y mujeres interesados por la investigación científica. Igualmente, le da una prioridad al contexto social en el que se desarrollan los problemas y las investigaciones científicas, corroborando su postura constructivista.

Aunque su visión no es del todo clara, se inclina favorablemente por una imagen de actividad científica cercana al constructivismo. Reconoce la complejidad de la investigación y rechaza la idea de un método científico tradicional. Así mismo, reconoce el carácter cambiante y progresivo de la ciencia, dependiente de una realidad histórica y de un contexto social particular. Este novato presenta contradicciones en cuanto a la evolución de las ciencias, pues aunque su postura es mayoritariamente cercana a una visión constructivista, aun parece estar de alguna forma de acuerdo con la acumulación de teorías a lo largo del crecimiento del conocimiento científico.

Su visión reconoce la existencia de diferentes disciplinas científicas con características particulares; consecuentemente, no sesga su postura a la aplicación rigurosa del método científico e identifica la didáctica como una disciplina científica con un cuerpo propio de conocimiento que es aplicable e interdisciplinario. Además de esto, reconoce que los conocimientos propios de cada cultura no van en contravía de los conocimientos científicos más generales o universales y que dichos conocimientos originados en cada cultura pueden ser muy útiles en la enseñanza de las ciencias.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 5 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

En términos generales, la posición de este Docente Novato frente al papel de las ideas previas es consistente con el modelo de enseñanza por investigación orientada, ya que considera que las ideas que poseen los estudiantes frente a un concepto que se va a desarrollar, más que un obstáculo, son un punto de partida para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; sin embargo, puede albergar alguna duda aun, pues no se mostró totalmente de acuerdo —en la gran mayoría de ítems, solo se mostró parcialmente de acuerdo—; solo fue contundente en su respuesta al expresarse completamente de acuerdo con el hecho de que la evaluación inicia desde la identificación de las ideas previas que poseen los estudiantes.

Al referirse a la imagen del incremento de conocimiento, la postura identificada es mayoritariamente consistente con el modelo de enseñanza por investigación orientada, destacándose el apoyo a los postulados referentes al papel de la didáctica como disciplina que investiga la enseñanza y la historia de las ciencias como un conocimiento que se constituye en herramienta para comprender mejor la ciencia misma y, de esta forma, para hacerla más significativa, alejándola de una imagen elitista y distante del mundo real. Además, expresa que la enseñanza de las ciencias es un proceso que integra lo teórico y lo práctico en actividades debidamente organizadas. Sus dudas y contradicciones aparecieron al hablar de los libros de texto de ciencias, pues no está de acuerdo con que muchas veces estos transmitan imágenes parciales o incluso deformadas de las ciencias y que, por tal motivo, no deben ser la herramienta suprema alrededor de la cual giran todas las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En cuanto a la comparación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar, en términos generales, este docente se inclina por la investigación orientada como modelo de enseñanza; sin embargo, se sigue observando que la mayoría

de sus posturas están “de acuerdo” y no “totalmente de acuerdo”, con lo que deja entrever algo de duda o de reserva, que se hace más notoria al hablar de la diferencia entre los fines del conocimiento científico y el conocimiento científico escolar. La postura de este docente se hace más clara y contundente al referirse al papel de la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que su visión es aún más tendiente al modelo de enseñanza por investigación orientada que en los indicadores anteriores. Dentro de esta visión, en lo que más enfatiza es en la necesidad de ver la evaluación como un proceso continuo y lo importante que puede ser para el proceso involucrar a los estudiantes en la construcción y planeación de las actividades.

En lo que se refiere al aprendizaje, su postura es cercana al modelo de construcción de conocimientos, ya que considera que el aprendizaje se debe hacer significativo desde el acercamiento a las realidades de los estudiantes y que, para esto, es indispensable reconocer tanto sus contextos socioculturales como sus ritmos. Además, apoya la idea de que los procesos investigativos llevados a cabo por los estudiantes son un excelente método para que ellos mismos confronten sus ideas previas y construyan conceptos fácilmente complementarios con teorías y leyes científicas.

Este docente reconoce que los conocimientos científicos deben poder utilizarse de forma interdisciplinar y no deben ser exclusivos de la asignatura en la que se están desarrollando; además, apoya la idea de que los docentes deben manejar un cuerpo de conocimientos construido y enriquecido por múltiples disciplinas que brinden las suficientes herramientas para que el conocimiento científico enseñado esté articulado con otros conocimientos.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 5 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

Según este docente, la planeación curricular debe realizarse incluyendo activamente a los estudiantes; de igual forma, sustenta que dicha planeación no debe girar en torno a pruebas o exámenes y que, por el contrario, se debe realizar la planeación pensando en los intereses y las necesidades de los estudiantes. Con esto se puede lograr que las políticas institucionales y estatales no sean una limitante para la enseñanza e, incluso, se pueden superar problemas de tiempos, recursos y espacios. Todo esto ubica la visión de los diseños curriculares de este Docente Novato como un proceso complejo en el que influyen múltiples factores y no únicamente como una planeación estéril de contenidos científicos descontextualizados.

Las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente son importantes y vale la pena desarrollarlas en las clases de ciencias; de acuerdo con esto, reconoce

la importancia de hacer uso de tecnologías contemporáneas en la enseñanza de las ciencias, así como tratar las problemáticas ambientales y tener presentes los conocimientos culturales y sociales de los estudiantes. Gracias a esto, podemos decir que este docente ve las relaciones CTS-A como un proceso complejo.

El clima que se presenta en el aula de ciencias debe ser positivo y motivante tanto para los estudiantes como para los docentes. De la misma forma, en las clases, se deben incluir actividades que involucren los contextos propios de los estudiantes y las actividades deben centrarse en los intereses de ellos reconociendo que los procesos de enseñanza-aprendizaje son complejos al ir más allá que una fría transmisión de conocimientos. Por estas afirmaciones, podemos decir que el Docente Novato 5 se acerca a una visión de proceso formal en cuanto al clima del aula se refiere.

Su visión de las políticas educativas también presenta una inclinación al proceso complejo; sin embargo, en ningún ítem se declaró totalmente de acuerdo por lo que se puede pensar en una cierta duda o en un acuerdo parcial, con el hecho de que las políticas tanto estatales como institucionales no son un obstáculo para llevar a cabo procesos innovadores en el aula. Por otra parte, muestra estar a favor de los libros de texto y desapruueba la idea de que estos pueden presentar visiones parciales o deformadas de las ciencias.

En lo que se refiere al contexto sociocultural de los estudiantes, este docente tiene una visión compleja del proceso, al reconocer que es un factor para tener en cuenta a la hora de llevar a cabo las clases de ciencias. Sin embargo, también reconoce que las características socioeconómicas no son un obstáculo directo para el aprendizaje de las ciencias y que, para lograr un aprendizaje verdaderamente significativo, es necesario que el estudiante logre aplicar los conocimientos adquiridos en diferentes contextos y situaciones.

Docente Novato 6

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 6 con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

Su imagen de los científicos muestra una ligera inclinación hacia el constructivismo, al sustentar que ellos no son personas excepcionales y que, por el contrario, pueden ser de diferentes características humanas. Sin embargo, esta postura no es completa pues se observa una oscilación que va desde visiones empiristas

hasta racionalistas. Manifiesta un espectro de ideas que oscilan entre el empirismo y el constructivismo, en cuanto a sus creencias en relación con la actividad científica. Dentro de su postura constructivista, se encuentra que ve a la didáctica de las ciencias como una disciplina científica, no considera que lo único válido sea lo demostrado experimentalmente y propone una metodología alternativa al método científico. De forma contradictoria, su postura se vuelve empirista al considerar la Química como una ciencia algorítmica que parte exclusivamente de las observaciones neutrales y sistemáticas de la realidad.

Se inclina por una tendencia empirista para el progreso de la ciencia, considera que no es necesaria una fundamentación previa para abordar nuevas situaciones en las ciencias, sino que basta con el desarrollo de experimentos cruciales. Pese a esto, no considera como verdadero únicamente lo que se puede verificar en la práctica. Esta dualidad demuestra que su concepción no es clara en relación con este indicador. No manifiesta una postura definida, pues en cuanto al paralelo ciencia convencional y otras ciencias, muestra componentes racionalistas, empiristas y constructivistas, con lo que evidencia que aún no tiene herramientas para determinar qué conocimiento es o no es científico.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 6 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

Su visión de las ideas preexistentes en los estudiantes antes del aprendizaje de un concepto está compuesta por los modelos de investigación orientada y tecnológico-espontaneísta; se observa, pues, que sus ideas no son contrapuestas, como es el caso de otras situaciones, y que más bien se encuentran en un canal evolutivo. Los componentes de su visión que corresponden a una visión tecnológica-espontaneísta son los relacionados con los componentes y las técnicas de la enseñanza, así como los relacionados con la evaluación y el proceso de afianzamiento de conceptos; y se marca un cambio en lo referente a la interacción de los estudiantes y el profesor con el conocimiento, tanto alternativo como el construido en clase. De otra parte, define una postura concreta en cuanto a la imagen de incremento del conocimiento, pues presenta componentes de todos los modelos planteados, dejando al descubierto su dificultad para definir cómo se produce en los estudiantes la construcción de nuevos conocimientos. Así, su visión no encuentra un sustento y, al igual que para otros Docentes Novatos, es uno de los componentes más difíciles de definir.

En lo referente a la relación del conocimiento científico con el conocimiento escolar, cabe resaltar que en ninguno de los ítems expresó una postura relaciona-

da con el modelo de investigación orientada; su postura es principalmente acorde con el modelo espontaneísta, desde el que sustenta posturas intermedias con ideas próximas a modelos contemporáneos pero carentes de una estructuración que sustente su quehacer. Consecuentemente, reconoce una relación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar, pero no determina cuán similares o distantes son. Se inclina por el modelo de investigación orientada en lo que al papel de la evaluación se refiere. Solo se evidencia contradicción en lo que refiere a la implementación de técnicas complementarias evaluativas y a la implicación de la evaluación en la calificación de los estudiantes. Por lo demás, en lo referente a la evaluación como herramienta de crecimiento, tanto para el docente como para el estudiante, la relación de la evaluación con la enseñanza y con el aprendizaje y las características heterogéneas de los estudiantes, su postura es, como ya se mencionó, acorde con el modelo didáctico de investigación orientada.

Su concepción de los procesos de aprendizaje de los estudiantes presenta características de los modelos de construcción de conocimientos y de aprendizaje por asimilación. Desde la primera perspectiva, apoya las ideas que proponen la observación del mundo como una herramienta útil en el aprendizaje, además concibe y utiliza la interacción de las ideas previas de los estudiantes con los conceptos propios de la ciencia, así como reconoce la importancia del trabajo experimental en el aprendizaje. Por otra parte, su postura es acorde con el modelo de aprendizaje por asimilación de conocimientos en lo referente a la diversidad en el aula y su incidencia en el aprendizaje, la significatividad del aprendizaje al relacionar los conceptos estudiados con el contexto de los estudiantes, las relaciones existentes entre el conocimiento científico, el conocimiento escolar y la aplicación del método científico en el aprendizaje de las ciencias.

Su imagen de interdisciplinariedad está completamente guiada por el modelo de aprendizaje por asimilación. En este sentido, los conceptos se deben hacer lo más significativos posible, pero no se tiene en cuenta ni las concepciones que frente al concepto estudiado puede tener el estudiante, ni la necesidad de articular el conocimiento, ni la interacción entre diferentes disciplinas en torno a uno o varios conceptos.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Novato 6 con respecto al contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

No tiene ninguna claridad en relación con la propuesta de diseños curriculares. No es posible caracterizar a este Docente Novato, pues sus respuestas son incongruentes y básicamente contradictorias. Su enfoque no es claro y se puede conside-

rar que no posee las herramientas profesionales para este indicador. De la misma forma, su postura no es clara al referirse a las relaciones CTS-A. Sus respuestas son opuestas y se contradicen entre sí. Varía de forma radical en cada respuesta dada, por lo que no se puede ubicar dentro de un enfoque específico. Oscila entre lo tecnológico, lo espontaneísta y lo complejo.

Su visión se ve marcada por dos posturas diferentes. Por una parte, expresa inclinación por el enfoque complejo, desde el que manifiesta que un buen clima del aula depende primordialmente de las características personales y profesionales de los profesores y de su actividad en función de la generación e interacción de actividades prácticas y teóricas. Por otra, resta importancia a los procesos evaluativos y su función en la promoción de aprendizajes. Esto también se presenta en lo referente a la diversidad en el aula y sus implicaciones en la construcción de conocimiento; de hecho, en este sentido, presenta contradicciones dejando a la luz una actitud incomprendiva frente al fenómeno de la diversidad social, económica y cultural.

En cuanto a la relación de las políticas educativas con la enseñanza de la Química, muestra rasgos propios de dos modelos diferentes: el primero, caracterizado por un enfoque formal que plantea que los procesos de acreditación y certificación institucionales entorpecen la labor docente; el segundo, caracterizado por un enfoque tecnológico-espontaneísta en el que no se precisa una relación entre políticas o normatividades, como la Ley general de educación y los Estándares de competencias en ciencias naturales, con el desarrollo de las actividades en la clase de Química.

La visión del Docente Novato 6 del contexto sociocultural está de acuerdo con un enfoque tecnológico, por tanto no concede importancia a la diversidad sociocultural y económica de los estudiantes y a los factores internos y externos que intervienen en el acto educativo. Solo genera una postura positiva en lo referente a la interacción entre las prácticas, la teoría y su necesario contacto con el contexto real.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Novato 6, en relación con:

La imagen de la actividad científica: realiza una lectura que proporciona un contexto histórico sobre el desarrollo de determinados compuestos químicos. Sin embargo, nunca hace referencia a la lectura y esta termina siendo un dato aislado con poca relación para el trabajo en clase de Química.

El papel de la evaluación: usa la denominada “calificación” como castigo a aquellos estudiantes que no cumplen con una orden determinada. Esto hace que se subjetivice el término *evaluación*, y que esta, en vez de ser un proceso que lleve a la autorregulación en el aprendizaje de la Química, sea un mecanismo de represión en la clase.

La imagen de aprendizaje: propone una actividad para que los estudiantes desarrollen en la clase. El Docente Novato 6 no presta atención a su desarrollo; en cambio, permite que los jóvenes se distraigan. Se observa una postura tecnificista en este sentido: se da una instrucción y se deja solos a los aprendices para que ellos “elaboren” su conocimiento.

El clima de aula: no logra captar la atención del grupo. Además, debido a la pérdida de tiempo al comenzar la clase, los estudiantes se encuentran muy dispersos. Así no existe un ambiente propicio para comenzar con las actividades propuestas para ese día.

El contexto sociocultural: discrimina a ciertos estudiantes porque no tienen los recursos para adquirir un material requerido en la práctica de laboratorio. Si bien sus comentarios parecieran ser una “broma”, pueden perjudicar el correcto desempeño de algunos estudiantes que se sienten aludidos por estos.

A partir del análisis de la clase Permanente 2 en el *software* ATLAS.ti®, se observó que el Docente Novato 6, en relación con:

La imagen de la actividad científica: reconoce que las experiencias prácticas (laboratorios, salidas de campo, entre otras), además de ser “momentos chéveres” (expresión usada por el Docente Novato 6 para referirse a la motivación e interés que despiertan en los estudiantes), son opciones alternativas que favorecen y estimulan el aprendizaje de la Química.

La imagen de aprendizaje: permite a los estudiantes que se acerquen a él, dialoguen y resuelvan las dudas que se presentan al momento de dar solución al taller propuesto. Este se desarrolló en grupos de trabajo, lo que abre la posibilidad de favorecer a aquellos estudiantes que no conocen o dominan la temática totalmente.

La relación CTS-A: cuando un estudiante realiza un aporte valioso, con el que transfiere la actividad realizada en clase a su cotidianidad, su comentario, de gran importancia para el desarrollo del tema, es rescatado y usado por este Docente Novato con aspectos en los que intervienen las relaciones CTS-A para tratar las relaciones *ciencia y tecnología*, principalmente.

El clima de aula: ante un ambiente que no es óptimo para el desarrollo de la clase, propone una actividad que facilita la interacción positiva con sus estudiantes.

En el Permanente 1, tiene presente la historia de la Química en su proceso de enseñanza, relaciona teorías y contenidos con algunos datos de su evolución; a partir de esto, muestra una imagen de la ciencia histórica y colectiva. En cuanto a la enseñanza y el aprendizaje, su conducta de entrada no deja en claro la utilización de las ideas previas y muestra la evaluación como un mecanismo de sanción y no como un agente positivo para el incremento de conocimiento. Finalmente, en cuanto al contexto escolar, se puede decir que el clima del aula no es el más óptimo, pues muestra una falta de manejo de grupo que hace que la atención de los estudiantes sea difusa; por otra parte, el contexto sociocultural y económico no se tiene en cuenta.

En el Permanente 2, reconoce la importancia del trabajo práctico y la posibilidad de que presenta su utilización como una alternativa al modelo tradicional, reconociendo la necesidad de contextualizar las prácticas y llevarlas más allá de la aplicación de una receta. Reconoce las diferentes dinámicas de aprendizaje de los estudiantes y orienta su trabajo con base en estas diferencias, generando el espacio para resolver dudas y brindar apoyo a los estudiantes menos favorecidos. Relaciona las interacciones CTS-A en el desarrollo de la clase, partiendo del aporte de los estudiantes, mostrando su concepción de aprendizaje como algo contextualizado y que tiene como actor principal al estudiante; aún así, sigue presentando falta de manejo de grupo.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

Al observar al Docente Novato 6 en contextos cotidianos de clase, en ningún momento acerca los aspectos disciplinares a las características de la ciencia, particularmente con aquello relacionado con el progreso de la ciencia, la imagen de los científicos y de la actividad científica. Ello puede ser evidencia de una postura de tipo racionalista o de desconocimiento de concepciones científicas que afectan la enseñanza.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Durante sus primeras participaciones en los equipos colaborativos de trabajo, el Docente Novato 6 muestra una postura tecnológica en relación con el aprendizaje de las ciencias. Considera importante el uso de las ideas previas de los estudiantes para la enseñanza de la Química; sin embargo, expresa la dificultad que tiene para usarlos durante el trabajo de aula real y prefiere no tenerlas en cuenta: “Ya se empezó eh::: pues el proceso de formación y ahí es más difícil tener en cuenta lo que son las ideas previas”.

A medida que avanza el proceso en los equipos colaborativos de trabajo, mejoran sus concepciones y realidades en el aula. El Docente Novato 6 dice: “Ya hemos empezado a plantearlos así darles un poco de historia”.

Se evidencia que este docente reconoce la importancia y, además de ello, comienza a hacer uso de la historia de la Química para su enseñanza. Además, comenta que ya ha comenzado a obtener resultados óptimos con estos nuevos procesos.

Categoría Contexto escolar

En relación con el contexto escolar, el Docente Novato 6 muestra una postura menos convencional y más innovadora, a medida que se trabaja en los equipos colaborativos. Este docente dice al respecto: “Nosotros a veces no somos conscientes que estamos formando primero que todo personas y después ahí sí::: de pronto como alguna vez se discutía en una clase de didáctica de científicos o de hacer la alfabetización científica”.

El Docente Novato 6 reconoce que no todas las relaciones dentro del aula giran en torno al conocimiento de la Química y que la finalidad de la enseñanza de las ciencias no es la formación de científicos. Este profesor reconoce al estudiante como un ser humano con el que se interactúa en una relación de enseñanza-aprendizaje, en la que se comparten conocimientos en ambas direcciones.

Aproximaciones al CDC

En el último trabajo en el equipo colaborativo, el Docente Novato 6 acepta la importancia de involucrar distintos conocimientos para el correcto desarrollo innovador en el aula de clase: “Si uno le puede plantear a ellos que eso está en su cotidianidad, también se les puede plantear lo que es la base histórica y como cambiando esa concepción de ciencia ya alejada que ellos la tengan en sus manos”.

Instrumento final Tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 6 con respecto a la categoría Ciencia evidencian las siguientes posturas:

Su postura en cuanto a la imagen de los científicos tiende a la visión constructivista, pero no de forma decidida, se muestra de acuerdo. Por otra parte, en ningún momento mostró tendencia a otra visión distante del deseable; a partir de esto, refleja una imagen del científico como un ser social inmerso en una comunidad,

presto para el trabajo en colaboración con otros colegas y distante de la visión clásica y elitista del trabajo que desempeñan los científicos.

El Docente Novato 6 muestra una postura tendiente a la visión constructivista en lo que se refiere a la actividad de los científicos; sin embargo, en este indicador, presenta más dudas que en el anterior, pues no toma una postura frente a la evolución de las teorías científicas a lo largo de la historia y, en muchos ítems, se muestra solo en acuerdo parcial. Por otra parte, cabe resaltar que si bien no es la postura más cercana a la deseable, sí tiende a esta, y esto se hace más evidente al reconocer que no existen verdades absolutas y que, por el contrario, se reconocen modelizaciones teóricas plausibles y duraderas. Aunque la imagen del progreso de las ciencias que muestra este Docente Novato también es mayoritariamente constructivista, presenta más dudas e inconsistencias en sus respuestas, ya que parece apoyar la idea de que la ciencia ha evolucionado por un proceso acumulativo de teorías. Sumado a esto, no se mostró en total acuerdo con ninguno de los ítems.

En cuanto al paralelo que se presenta entre la denominada ciencia convencional y otras ciencias, su postura fue marcadamente constructivista. Así, reconoce la didáctica como una disciplina científica constituida por un cuerpo de conocimiento ampliamente desarrollado e interdisciplinario. Por otra parte, identifica que los rasgos culturales y sociales de una comunidad se convierten en grandes aportes al desarrollo de las ciencias y que, consecuentemente, los rasgos culturales propios de los estudiantes son herramientas para construir una verdadera ciencia escolar.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 6 con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

La postura del Docente Novato 6 en relación con las ideas previas es acorde casi en su totalidad con el modelo didáctico de investigación orientada, pues reconoce que el proceso de enseñanza de las ciencias inicia con la identificación de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes frente a los contenidos por desarrollar y que estos, por lo general, no son un obstáculo insuperable; basta con plantear situaciones problema que confronten sus ideas para acercarlos a los conceptos propios de las ciencias. Su visión se distancia un poco del modelo de investigación orientada al referirse al papel que juegan las ideas, concepciones y creencias que posee un individuo en la observación de un fenómeno.

La imagen del incremento de conocimiento que muestra este docente reconoce la necesidad de que exista una corresponsabilidad entre las metodologías de ense-

ñanza que utilice el profesor y los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes. Consecuentemente, a partir de esta interacción, plantea la necesidad de reconocer los ritmos de aprendizaje propios de los estudiantes y, a partir de ello, ajustar la planificación de clases para lograr una eficacia en la construcción de conocimiento. Otros puntos que complementan su imagen del incremento de conocimiento son los que sustentan que la enseñanza de las ciencias es un proceso complejo, en el que intervienen no solo los conocimientos propios de las ciencias, sino que también se ven involucrados conocimientos históricos, epistemológicos, sociales, didácticos, pedagógicos, psicológicos, entre otros, y que la interacción entre todos estos conocimientos se da en las clases tanto prácticas como teóricas, enriqueciendo los procesos de enseñanza-aprendizaje. Todo lo anterior hace que su postura esté acorde con el modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada; a pesar de esto, muestra algunas dudas en lo que se refiere a la aplicación de modelos contemporáneos como el de resolución de problemas y a la idea de que algunos libros de texto presentan imágenes parciales o deformadas de las ciencias.

Las dudas del Docente Novato 6 se hacen más evidentes al referirse a la relación del conocimiento científico con el conocimiento escolar, pues su postura es un tanto distante del modelo de enseñanza por investigación orientada. Al parecer, no identifica con claridad la diferencia en las finalidades de uno y otro. Sumado a esto, no toma parte ni a favor ni en contra de la implementación del lenguaje científico avanzado en las clases de ciencias. Su visión se acerca un poco a la deseable, al rechazar la inclusión de científicos puros en la enseñanza de las ciencias y al asumir que la didáctica es la disciplina dominante en la enseñanza de las ciencias.

Este docente se identifica con una imagen de evaluación como proceso continuo, que inicia con el reconocimiento de las ideas previas que poseen los estudiantes y se extiende de forma permanente durante todo el proceso académico. Además de esto, está de acuerdo con la idea de que los estudiantes deben participar activamente en la planeación y evaluación de las actividades. Por estas razones, su postura frente a la evaluación está dentro del modelo de investigación orientada. Se muestra inseguro al no estar decididamente de acuerdo con el hecho de que la evaluación es un instrumento de mejora, tanto para el estudiante como para el docente. Si bien la postura de este docente en cuanto a los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes es cercana al modelo de construcción de conocimientos, sus ideas no son contundentes, dejan espacio para mínimas dudas que se evidencian principalmente cuando se trata del papel que juega la observación y los conocimientos previos en el aprendizaje de un concepto.

El hecho de que los conocimientos sean interdisciplinarios es importante y necesario para este docente, ya que apoya la idea de que los conocimientos que adquieran los estudiantes en las clases de ciencias deben poderse aplicar fácilmente en la resolución de situaciones problema de otras asignaturas. Además de esto, plantea la necesidad de que los conocimientos científicos sean apoyados por conocimientos de otras disciplinas para lograr una enseñanza contextualizada y articulada. Es por este motivo que su postura se puede catalogar como parte del modelo de aprendizaje por construcción de conocimientos. A pesar de esto, las afirmaciones no denotan plena seguridad y dan pie a algunas dudas.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Novato 6 con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

La visión que de los diseños curriculares tiene este docente no es clara. Su tendencia se inclina por la visión como proceso complejo, pero no lo afirma con certeza. Además, muestra dudas en la implementación de modelos contemporáneos como el de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias y, primordialmente, en la inclusión de los estudiantes en la planificación curricular de las actividades; más aún, en asumir que los intereses particulares de los estudiantes deben ser tenidos en cuenta en la construcción del currículo.

En contraste con lo anterior, en cuanto a las relaciones CTS-A, su postura es contundente y cercana a la deseable, es decir, a la visión como proceso formal. Gracias a esto, avala la implementación de tecnologías modernas en la enseñanza de las ciencias, el tratamiento de problemáticas ambientales y los aportes que pueden generarse en las culturas propias de los estudiantes. En términos generales, el clima del aula debe ser positivo y su papel es influyente en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como en las relaciones sociales que se dan en el aula. Esto es acorde con la visión de proceso complejo de las dinámicas en el contexto escolar. Su dificultad más fuerte se presentó en la apatía hacia las políticas internas de la institución, pues apoya la idea de que estas entorpecen la adaptación del currículo a las necesidades de los estudiantes.

Su visión de las políticas educativas no es del todo acorde con lo deseable, sin embargo, se acerca a la visión deseable en la medida que asume que la organización de la escuela juega un papel importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, reconoce que una buena planeación curricular es primordial para superar problemáticas relacionadas con espacios, tiempos o recursos. Por otra parte, el contexto sociocultural de los estudiantes es tenido en cuenta por este docente; a

partir de esto, reconoce que las dinámicas que se presentan en el aula son un proceso complejo en el que intervienen muchos factores y que el aprendizaje es verdaderamente significativo si el estudiante encuentra relaciones de los conceptos aprendidos con su contexto propio.

Docente Experto

Instrumento por diferencial semántico

Categoría Ciencia

La caracterización inicial del CDC del Docente Experto con respecto a la categoría Ciencia evidencia las siguientes posturas:

Su imaginario de los científicos está impregnado con múltiples posturas, por lo que se puede inferir que no tiene una idea clara de las características propias de la comunidad científica. El modelo que más se marca es el empirista, desde el cual apoya la postura que define el trabajo de los científicos como armónico y carente de traumatismos. En su imagen de actividad científica, se marca de nuevo una tendencia empirista. Esta postura se hace principalmente fuerte al hablar de la implementación infalible del método científico y de los trabajos prácticos como herramienta para la construcción y comprobación de las ciencias. Al hablar de la subjetividad y rigidez de las ciencias, su postura se torna racionalista y, finalmente, al reconocer la didáctica como una disciplina científica para este punto específico, toma una postura constructivista.

Su tendencia al empirismo se mantiene y, al tocar el tema de progreso de las ciencias, es casi la única postura que adopta. A partir de esto, concibe la experimentación y la observación directa de la realidad como herramientas infalibles para la elaboración de conocimiento científico; además, está de acuerdo con postulados que plantean la actividad científica como el producto del trabajo de pocas personas que han hecho aportes acumulativos y graduales a la consolidación de las ciencias.

En lo que al paralelo entre la ciencia convencional y otras ciencias se refiere, su postura es polivalente; no muestra una tendencia única y tiene componentes empiristas, racionalistas y constructivistas; sin embargo, de nuevo se inclina un poco más por el empirismo. Su imagen no es clara y, en ocasiones, es contradictoria.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La caracterización inicial del CDC del Docente Experto con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencia las siguientes posturas:

Su imagen de ideas previas está constituida por los modelos de investigación orientada (ligeramente más aceptado) en combinación con un modelo espontaneísta. En términos generales, tiene en cuenta las ideas previas y las concepciones alternativas de los estudiantes, pero en determinados aspectos, aunque las reconoce, no las incluye en el proceso de enseñanza de la Química. En cuanto al imaginario del incremento de conocimiento en los estudiantes, su postura es muy variada, con una ligera inclinación al modelo de investigación orientada, desde la cual apoya la idea de que el incremento del conocimiento científico se ve favorecido si se incluyen actividades experimentales articuladas con las actividades teóricas; además, también se beneficia el incremento del conocimiento de la Química cuando los conceptos tratados son relacionados con conceptos ya existentes en los estudiantes y con su contexto propio. Su visión se va al tradicionalismo al coincidir con que solo se requiere una buena explicación por parte del profesor para que se genere el aprendizaje de un concepto y con que los errores conceptuales deben ser borrados y reemplazados con concepciones válidas en la Química.

Su visión frente a la relación entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar está impregnada de todos los modelos didácticos planteados. Consecuentemente, no genera una postura propia al contradecirse en algunos postulados. Esto deja a la luz la carencia de herramientas para determinar la interacción, la semejanza y la diferencia entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar. Frente al papel de la evaluación, es principalmente consistente con un modelo por investigación orientada, sin embargo, su postura cambia al modelo tecnológico en lo que a la calificación de las aptitudes de los estudiantes y posturas sancionatorias se refiere. Con respecto a su postura inicial, sustentada en el modelo de investigación orientada, abarca el papel de la evaluación en el desarrollo profesional del docente, las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje y los procedimientos, las técnicas y las actividades adicionales necesarias para aprender Química.

Su visión de los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes se sustenta principalmente desde el modelo de construcción de conocimiento, con lo que deja entrever que concibe el aprendizaje como un proceso complejo y no como una simple memorización de conceptos. Desde esta perspectiva, infiere que los procesos de aprendizaje de las ciencias que involucran las concepciones preexistentes, las prácticas experimentales y la interpretación que hacen los estudiantes de la información presentada por el docente y por otras fuentes son un buen camino para lograr un aprendizaje científico relacionado con la realidad del estudiante y para desarrollar destrezas que favorezcan la resolución de problemas de la vida cotidiana. Una parte más pequeña de su visión del aprendizaje es consecuente con

el modelo de asimilación, que si bien no ve el aprendizaje como una simple memorización, solo pone de manifiesto la necesidad de llevar los contenidos a un contexto próximo al contexto real del estudiante, sin generar espacios para que el propio estudiante cree sus conocimientos. Esta postura se hace fuerte cuando se habla de la diversidad de los estudiantes y sus procesos de aprendizaje.

Categoría Contexto escolar

La caracterización inicial del CDC del Docente Experto con respecto al contexto escolar evidencia las siguientes posturas:

Aunque su postura no está completamente definida, pues presenta rasgos formales y espontaneístas, al afirmar que únicamente se puede aprender ciencias si los temas están perfectamente organizados (acumulativos) y al reconocer tan solo una parte de la interacción enseñanza-aprendizaje en la realidad del aula, respectivamente, presenta una ligera inclinación al enfoque complejo, al aceptar métodos alternativos como la resolución de problemas y reconocer la diversidad del aula para generar actitudes favorables hacia la Química. Todo esto en relación a la propuesta de diseños curriculares para la clase de Química. El Docente Experto tiene en cuenta los contextos próximos y el entorno del estudiante, lo cual lo ubica principalmente dentro del enfoque complejo. Sin embargo, entra en contradicciones al no tener en cuenta la diversidad de individuos al interior del aula de clase y las particularidades de cada uno de ellos; todo esto, ubicado dentro del indicador de las relaciones CTS-A.

Este docente se encuentra fluctuante frente a la posición que tiene el clima del aula, por lo cual resulta difícil categorizarlo. En primer lugar, se asume con una postura compleja al tener en cuenta el trabajo práctico y los procesos de investigación en el aula. Pero entra en contradicciones al considerar que la evaluación únicamente sirve para medir los niveles de adquisición de conocimiento de sus estudiantes. Sus opiniones no son claras ni congruentes entre sí. En cuanto a la relación de las políticas educativas con la enseñanza de la Química, muestra rasgos propios de dos modelos diferentes: en el primero, que es el enfoque formal, plantea que los procesos de acreditación y certificación institucionales entorpecen la labor docente, mientras que en el segundo, que es el enfoque tecnológico-espontaneísta, no plantea una relación entre políticas o normatividades, como la Ley general de educación y los Estándares de competencias en ciencias naturales, con el desarrollo de las actividades en la clase de Química.

En cuanto a su postura frente al contexto sociocultural, esta es ambivalente, pues tiene componentes del enfoque complejo y del enfoque formal. Su visión de los fac-

tores internos y externos que intervienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje y las prácticas experimentales responden al primer enfoque; por otra parte, lo relacionado con la diversidad sociocultural y económica de los estudiantes lo sustenta de acuerdo con el segundo enfoque nombrado.

Observación de clases

A partir del análisis de la clase Permanente 1 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Experto, en cuanto a:

El papel de las ideas previas: intenta establecer conexiones con las ideas previas de los estudiantes en relación con el tema trabajado, pero su propuesta es limitada y no logra hacerlas evidentes. Realiza preguntas para llegar a esto, pero los estudiantes se notan distraídos y no realizan la actividad propuesta por el profesor. Muy pocos estudiantes están atentos a la actividad y el docente no usa métodos alternativos para centrar la atención.

La imagen de aprendizaje: no tiene en cuenta si los estudiantes conocen o no los términos usados en la clase. Se concentra en hablar sobre el fenómeno estudiado, pero no es claro si los estudiantes conocen, asocian y entienden el concepto. Esto puede llegar a perjudicar su aprendizaje. El Docente Experto usa el término “práctica (de laboratorio)”, pero haciendo un uso inadecuado de este. Al sostener una vela encendida, asume que se están generando espacios de laboratorio. Es necesario relacionar mejor los conceptos con las experiencias para un mejor aprendizaje de la Química.

La relación CTS-A: usa un ejemplo de la vida cotidiana para acercar a sus estudiantes a la comprensión inicial del concepto trabajado en clase, particularmente, la combustión. Sin embargo, este ejemplo queda únicamente como referencia, pues no se amplía la información (solo se nombra), ni se escuchan las opiniones de los estudiantes.

A partir del análisis de la clase Permanente 2 en el *software* ATLAS.ti[®], se observó que el Docente Experto, en cuanto a:

El papel de la evaluación: el Docente Experto usa el término “evaluación”, pero al referirse a esta, se refiere de forma exclusiva a un “examen final”, acumulativo y lineal, por lo que se infiere una postura totalmente tradicional.

La imagen de aprendizaje: presenta una serie de ejercicios de lápiz y papel para que los estudiantes comprendan completamente el concepto que fue trabajado con anterioridad; involucra a los estudiantes, permite que interactúen en la clase y da la posibilidad que ellos pregunten y así mismo busquen respuestas a sus inquietudes.

Los diseños curriculares: evidencia un gran dominio del tema trabajado. Es bastante elocuente y acertado con sus comentarios sobre el tema por trabajar. Sin embargo, la metodología de trabajo se limita a un producto formal de la ciencia.

El clima de aula: interrumpe la clase del Docente Novato debido a que este no está interactuando con los estudiantes. Por medio de una pequeña interlocución, logra captar la atención del grupo y recuperar un clima de aula óptimo para el trabajo de clase.

En el Permanente 1, se puede identificar una aplicación somera de algunas metodologías contemporáneas de enseñanza, sin embargo, no logran trascender debido a la carencia de la inclusión de estas metodologías en la construcción misma del plan de estudios o en el currículo del área. Se reafirma esto en el hecho de que se establecen algunas conexiones con las ideas previas de los estudiantes, pero se pierden rápidamente ya que, aunque se identifican, no son tenidas en cuenta en el desarrollo de los contenidos. Su imagen de aprendizaje es acorde con el modelo formal, pues al confiar en un método de enseñanza construido por la experiencia docente, no ve las características de aprendizaje de los estudiantes, que muestran no comprender algunos términos utilizados por el docente. Consecuentemente, las prácticas de laboratorio son únicamente de observación y en ellas los estudiantes tan solo reciben un concepto del docente frente a una situación en la que el único protagonista es el mismo docente. El contexto escolar es tenido en cuenta por el docente que hace relaciones CTS-A utilizando ejemplos de la vida cotidiana para la explicación de un concepto; sin embargo, esta relación no es permanente, ya que no se amplía la información y no interactúan los estudiantes.

En el Permanente 2, al hacer referencia a la evaluación, se limita a una prueba escrita y no a un proceso continuo, descartando la acción formadora y autorregulada de la evaluación. Su gran dominio tanto del conocimiento disciplinar como del grupo hace que tenga una relación muy positiva con los estudiantes dentro de los espacios académico; sumado a esto, sus características personales generan un buen clima de aula.

Equipos colaborativos

Categoría Ciencia

En relación con la imagen de ciencia, el Experto tiene ideas contradictorias. Por un lado, opina que: “Lo que hacen en la teoría, lo que ven en la teoría, lo vivencien con la práctica”.

Esto hace inferir que el docente permite que los estudiantes se acerquen a la ciencia y que modifiquen sus pensamientos de una ciencia elitista, exclusiva y aisla-

da, a una participativa, socialmente contextualizada e no discriminatoria. Sin embargo, entra en contradicciones cuando afirma: “Por ejemplo, en el caso mío, ya hago método científico”.

El Docente Experto hace total énfasis en el uso del método científico como *única manera* de llegar a conocer. Esto refleja una postura claramente tradicionalista.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Inicilmente, su postura es evidente de un modelo tradicional. El uso del marcador discursivo “dictar” indica claramente una postura tradicionalista del profesor experto. Elimina toda la posibilidad de interacción con el estudiante en los procesos de enseñanza y aprendizaje: “Bueno, la experiencia sí es bastante amplia. Ya he tenido con este año veintiuno [como docente] como docente de Química, y he tenido la fortuna de siempre dictar Química; solo en dos años me tocó Biología”.

En el proceso de participación en los equipos colaborativos, sus opiniones cambiaron hacia el modelo constructivista: “Lo que hacen en la teoría, lo que ven en la teoría, lo vivencien con la practica [...], sí, y trato de cómo que a los estudiantes lo que más les gusta es la práctica, entonces trato de darles casi siempre ahí la práctica, para que a ellos les entusiasme el cuento de la Química”.

Esto demuestra cómo busca estrategias para acercar a sus estudiantes al aprendizaje de las ciencias. Se ve la necesidad de vincular la teoría con la práctica para motivar a los estudiantes hacia el aprendizaje de la Química.

En relación con las ideas previas, el Docente Experto también demuestra un gran cambio a medida que avanza su participación en los equipos colaborativos de trabajo. Al principio, él afirmaba:

Si se refiere a estequiometría a gases, de pronto no traen los conceptos, ellos no traen una idea previa; si yo les digo a ellos vamos a ver estequiometría, ellos no tienen ni idea qué es estequiometría. Pero si arranco hablándoles de átomos, moles, moléculas, y haciendo ejercicios, ellos caen de inmediato, ya saben para dónde va el asunto. Pero si les digo como tal la estequiometría a ellos se les hace “Y esto qué será”, o sea, no correlacionan los términos. Pero si yo hago un ejercicio, ellos caen de inmediato.

En este momento, se demostró que el Docente Experto no tenía una concepción clara sobre *ideas previas*. En repetidas oportunidades, se le pregunta sobre su uso en la clase de Química y el Docente Experto evade al investigador haciendo uso de ejemplos y anécdotas que no hacen un aporte significativo al desarrollo del trabajo en el equipo colaborativo.

Después de la inmersión en el programa de actividades, el Docente Experto comienza a reconocer que existen diferentes estrategias para identificar las ideas previas de los estudiantes y que estas deben ser el punto de partida para el desarrollo de los contenidos tratados en el área de Ciencias naturales. Se evidencia cuando el Docente Experto afirma: “Entonces, averiguarles a través de un test, a través de un, de un taller, a través de un juego de lo que sea —ya usted se dio cuenta que yo juego—, entonces es como la forma de saber (I2: en qué situación están). Si”.

Por otro lado, el Docente Experto reconoce la importancia de la interdisciplinariedad de los conocimientos y de la necesidad de la escuela contemporánea en hacer transversales los contenidos conceptuales de las diferentes disciplinas, y admite haber apoyado y fomentado estos procesos en el colegio: “Se habla de la transversalidad porque las materias se van uniendo y las actividades que sirven para la una pueden servir para la otra”. También afirma: “Yo nunca le doy puntaje, nunca le doy un valor numérico, y es en donde ellos tienen la oportunidad de preguntar, de indagar si y les digo otro ya después de ese donde yo veo que hay::: las falencias, vuelvo y explico, luego hago el otro taller que es ya donde hay nota”.

Esto evidencia que su imagen de la evaluación se acerca mucho a la de una evaluación formativa y no sancionatoria. Reconoce de forma básica la evaluación como un proceso de formación; sin embargo, sus ideas no son muy claras y se desvirtúan un poco en las prácticas docentes.

Categoría Contexto escolar

En relación con el contexto escolar, y particularmente el contexto socioeconómico, el Docente Experto argumenta que la limitación de recursos económicos en muchas ocasiones puede ser un obstáculo para una educación de calidad. Sin embargo, propone el uso de estrategias alternativas para subsanar este problema. Se observa cuando el profesor dice: “Muchas veces los recursos económicos [...] aunque pues yo trato de ser como muy::: muy hábil en ese sentido que si no hay los recursos, aunque sea genérico, trato de [...] de que ellos hagan una práctica de laboratorio”.

El Docente Experto plantea la importancia de relacionar las actividades llevadas a cabo en clase con los contextos sociales propios de los estudiantes y así trasladar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia al mundo real del estudiante: “Pues yo cuando, por ejemplo, hago mis guías o algo, trato de relacionarles, y si yo no sé, pues trato [...] que tengan que ver con la cotidianidad [...], entonces es buscar algo que como que lo apliquen más a la vivencia de ellos que poner un ejercicio por ponerlo. Listo”. También afirma: “Yo ahí vería/tendría en cuenta tres cosas: primero, [...] el tiempo; segundo, este como el coeficiente intelectual y el

estado de ánimo de los muchachos con los que yo voy a hacer la clase, y tercero, el logro que yo he programado”.

El Docente Experto argumenta que son tres los factores que tiene en cuenta al momento de planear sus clases y sus unidades temáticas: en primer lugar, las ideas iniciales que tienen los estudiantes; en segundo, el coeficiente intelectual y estado de ánimo de ellos, y finalmente, los logros que hay que cumplir.

Instrumento final Tipo Liker

Categoría Ciencia

Los resultados finales del CDC del Docente Experto con respecto a la Categoría ciencia evidencian las siguientes posturas:

La imagen de los científicos que conserva este Docente Experto se aleja de la deseable de referencia. Aun se nota una concepción del científico como ser aislado, que trabaja de forma independiente, alejado de una comunidad, y que se separa de toda tendencia cultural, social o política que es inherente a cualquier ser humano, haciéndolo ver como un *ser especial*. Sin embargo, reconoce que la ciencia ha evolucionado gracias al trabajo de una comunidad de hombres y mujeres interesados por la investigación.

Su postura en relación con la imagen de la actividad científica es un poco más cercana, pero aún no se compromete del todo con la visión constructivista de la ciencia. Reconoce la complejidad de la investigación y la importancia que tienen las teorías y la experimentación para la solución de problemas de interés científico. Igualmente, reconoce que en el estudio de un fenómeno es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador. Este Docente Experto persiste en la idea de que la ciencia progresa a partir de una serie de acumulación de teorías y no tiene en cuenta que se encuentra en permanente construcción, lo que hace evidente que aún conserva una imagen de ciencia estática y totalizada. Igualmente, considera la ciencia como ahistórica, pues para este docente los aspectos políticos, económicos y sociales en los que se desarrollaron las investigaciones en ciencia no afectaron su progreso. A pesar de esto, apoya la idea de que los resultados obtenidos en las investigaciones científicas pueden llegar a ser parciales y susceptibles de ser cambiados o modificados, lo que da apertura a nuevas investigaciones.

Finalmente, en cuanto a la relación entre la ciencia convencional y otras ciencias, está de acuerdo con que las creencias y concepciones de diferentes culturas deben ser tenidas en cuenta para su enseñanza, y deben ser considera-

das científicas ya que no deben afectar el progreso, desarrollo o aprendizaje de aquellas llamadas universales.

Categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Los resultados finales del CDC del Docente Experto con respecto a la categoría Enseñanza y aprendizaje de las ciencias evidencian las siguientes posturas:

En relación con las ideas previas, este docente se acerca de forma considerable al modelo por investigación orientada. Reconoce de forma contundente la necesidad de organizar los contenidos temáticos a partir de los conceptos previos e intereses de los estudiantes: este es el primer paso del proceso evaluativo. Igualmente, aunque con alguna reserva, acepta que la cotidianidad de los estudiantes puede llegar a ser una herramienta para acercarlos a conceptos nuevos o desconocidos por ellos.

El indicador relacionado con la imagen de incremento de conocimiento muestra una variabilidad de respuestas por parte de este docente. Por una parte, está en desacuerdo con la inclusión de la historia de las ciencias y con el reconocimiento de factores externos como la cultura, la política y el entorno social en la enseñanza de las ciencias. Además, considera que los libros de texto son la mejor herramienta que el docente puede tener en el aula. A pesar de todo esto, reconoce la implementación de una estrategia basada en la resolución de problemas en la que se acepten los ritmos de aprendizaje individuales y en la que sea el estudiante el que pueda acceder a la experimentación científica con el fin de hacer más óptimos los procesos de enseñanza de las ciencias.

Este Docente Experto considera que la enseñanza de las ciencias es una actividad teórico-práctica orientada por las didácticas específicas. Igualmente, apoya la idea de que la cotidianidad en la que se desenvuelven los estudiantes es una amplia fuente de las ideas que expresan en las clases de ciencias frente a conceptos desconocidos o aun no desarrollados. Esto lo acerca a la postura de un modelo por investigación orientada, en cuanto a la categoría de conocimiento científico frente a conocimiento escolar. En relación con el papel de la evaluación en la enseñanza de las ciencias, se evidencian grandes vacíos. En esta categoría, si bien se apoyan tendencias como las de considerar la evaluación a lo largo de todo el proceso para coadyuvar mejoramiento de los procesos educativos, el Docente Experto manifiesta estar en desacuerdo con que la evaluación debe ser un proceso conjunto entre docente y estudiante y sí, por el contrario, la apoya como un mecanismo de control de disciplina. Además, se opone totalmente a que se generen procesos de autorregulación por parte de los estudiantes y que estos conozcan los objetivos de cada una de las unidades temáticas trabajadas.

En relación con la imagen de aprendizaje, el Docente Experto se acerca mucho más que en los otros indicadores al deseable de referencia del CDC. Considera totalmente necesario reconocer los ritmos de aprendizaje de cada estudiante. Además, asume que es necesario lograr que los estudiantes sean capaces de aplicar lo aprendido a situaciones y contextos diferentes, llegando a un aprendizaje significativo de la Química. Finalmente, acepta la corresponsabilidad existente entre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Finalmente, manifiesta una gran cercanía al aprendizaje por construcción de conocimientos en relación con la interdisciplinariedad de los conocimientos. Está de acuerdo con la implementación de proyectos de aula y proyectos transversales que permitan relacionar los conceptos aprendidos en diferentes áreas disciplinares con los aprendidos en las clases de ciencias, así como con hacer uso de conceptos históricos, geográficos, matemáticos y lingüísticos para la apropiación del contenido por parte del estudiante y el trabajo conjunto con otros profesores y otras disciplinas para acceder a un aprendizaje significativo.

Categoría Contexto escolar

Los resultados finales del CDC del Docente Experto con respecto a la categoría Contexto escolar evidencian las siguientes posturas:

La visión de este docente de los diseños curriculares es polivalente, inclinándose de forma incipiente hacia el CDC deseable de referencia, que para el caso del contexto escolar, se ubicaría cercano a la educación como proceso complejo. Reconoce que el diseño curricular debe ser planeado con anticipación para reducir la improvisación en el aula y contrarrestar obstáculos de tiempos, espacios y/o recursos físicos. Sin embargo, dice que en ningún momento esta programación debe involucrar los conocimientos previos e intereses de los estudiantes.

El Docente Experto apoya el uso de las relaciones CTS-A para la enseñanza de la Química. Acepta que una buena propuesta es la de incluir el estudio de los fenómenos naturales y de las problemáticas ambientales. La consideración de los conocimientos particulares de los estudiantes relacionados con su cultura y costumbres es una alternativa para el uso en el aula. También la inclusión del estudio de fenómenos naturales y de las problemáticas ambientales en las clases de ciencias. Sin embargo, muestra apatía hacia la inclusión de aspectos históricos que afectan a las sociedades y que afectaron el progreso de las ciencias.

La función del clima del aula es uno de los aspectos en los que el Docente Experto se aproxima más al CDC deseable de referencia. Asume una postura compleja frente a este indicador. Reconoce la importancia de la motivación del estudiante para el aprendizaje significativo de la Química y el papel que juega el docente en

esta motivación por medio de la generación de espacios óptimos para el aprendizaje; además, acepta que no solo sus saberes disciplinares, sino también sus actitudes influyen en generar un buen clima de aula.

Para el Docente Experto, las políticas educativas no se presentan como un obstáculo para la enseñanza de las ciencias, basta con realizar una buena planeación y se podrá lograr una buena interacción con las políticas, tanto estatales como institucionales, e incluso más allá de esto, superar problemas de tiempo, espacio y recursos. Por otra parte, su postura frente a los libros de texto es muy tradicional pues no reconoce que pueden presentar imágenes parciales y deformadas de las ciencias e, incluso, que en ocasiones muestran conocimientos científicos desarticulados y descontextualizados. El contexto sociocultural es muy importante para el Docente Experto, pues a diferencia de varios de los Docentes Novatos, reconoce que las características socioeconómicas de los estudiantes no son una limitante directa en el aprendizaje de las ciencias. Además de esto, asume con gran interés el hecho de hacer significativos los conocimientos para los estudiantes mediante la vinculación de sus contextos sociales y culturales con los conceptos desarrollados en las clases de ciencias. A pesar de esto, su postura ligada al tradicionalismo no le permite aceptar la idea de que los contenidos por desarrollar pueden adaptarse a los niveles cognitivos y los intereses de los estudiantes.

Análisis general de los resultados

En cuanto al análisis general de los resultados encontrados antes de la intervención y en relación con las ciencias, los Docentes Novatos no generan una postura definida; sin embargo, la tendencia con mayor aceptación es el empirismo, reconociendo que la construcción y evolución de la ciencia se ha dado fundamentalmente por la observación directa de la realidad y la experimentación. Sin embargo, estas concepciones empiristas no son arraigadas y más bien son respuestas espontáneas o reflejos inmediatos a las cuestiones planteadas por el instrumento.

El Docente Experto muestra una marcada tendencia al empirismo, algo similar al grupo de novatos, pero a diferencia del resto de docentes, él demuestra que ha forjado esta postura desde su amplia experiencia docente.

En lo referente a los procesos de enseñanza-aprendizaje, el grupo en general (Docentes Novatos y Docente Experto) sustenta una postura acorde con el modelo de enseñanza por investigación orientada y de aprendizaje por construcción de conocimiento; según esto, identifican la complejidad de la relación docente-estudiante-conocimiento y las múltiples variables que en esta intervienen. En cuanto a

la enseñanza, se identifican dimensiones relativizadoras, complejas e investigativas que se sitúan entre las concepciones crítica e interpretativa de la teoría de la enseñanza. En cuanto al aprendizaje, se ve un proceso en que el individuo y el grupo no sólo desarrollan gradual y progresivamente su particular estructura de significados, sino que, precisamente por ser un proceso en el que el sujeto elabora los significados y no simplemente los toma o asimila, también construyen singularmente el camino específico de su evolución.

En la categoría Contexto escolar, al igual que en la referente a la imagen de ciencia, todo el grupo de docentes no se decide por una única postura y, aunque todos se inclinan ligeramente por el enfoque complejo, se puede leer que en realidad algunos campos de lo catalogado como contexto escolar en esta investigación no juegan un papel decisivo; incluso, algunos no son tomados en cuenta en la labor docente de este grupo de profesores novatos.

Después de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, en términos generales, los docentes transformaron sus posturas pasando de un empirismo moderado a una visión constructivista de las ciencias, pues identificaron características que convierten la actividad científica en una actividad social, humanizada y desarrollada en contextos sociales y culturales. Se alejan así de la visión clásica del científico como un ser sobrenatural y con unas características especiales que muy pocos pueden llegar a alcanzar. Sus posturas renovadas frente a las ciencias las dejaron ver en las clases que orientaron articulando el conocimiento científico con el contexto histórico en el que se desarrollaron y proponen tener en cuenta el contexto sociocultural del estudiante a la hora de desarrollar las clases.

El Docente Experto reconoció algunas posturas empiristas en su quehacer en el aula y generó cambios al respecto apoyando las iniciativas de los Docentes Novatos de incluir factores como la historia de las ciencias y el cambio a un verdadero aprendizaje significativo contextualizando socioculturalmente los conceptos por desarrollar en clase.

Aun cuando la visión inicial del grupo de docentes en general tendía a la enseñanza por investigación orientada y al aprendizaje por construcción de conocimientos, después de la inmersión en los equipos colaborativos, se avanzó en la identificación y utilización de las ideas previas que poseen los estudiantes. Asimismo, como ya se mencionó, los conceptos desarrollados fueron impregnados con referentes históricos. Simultáneamente, se dejó de ver el aprendizaje como la simple memorización de conceptos y se intentó identificar como un proceso complejo; en este sentido, los Docentes Novatos principalmente empezaron a proponer los ejercicios trabaja-

dos en clase como situaciones problemas en contexto que retaran los conocimientos de los estudiantes y que no fueran la aplicación de un simple algoritmo.

Algunos componentes del contexto escolar inicialmente no jugaban un papel importante en las actividades llevadas a cabo por los Docentes Novatos, sin embargo, después de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo, se reconoció que es necesario tener un buen clima de aula, una planificación eficaz y contar con los aportes de los estudiantes en los objetivos por desarrollar en cada unidad y en el proceso evaluativo de las actividades. Finalmente, se inició la inclusión de las relaciones CTS-A en las clases de ciencias y, como ya se mencionó, se dio mayor importancia a los contextos sociales y culturales de los estudiantes.

En las conclusiones que se presentan a continuación, se detalla el comparativo del equipo de docentes intervenido, antes y después de la intervención prevista en el proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

Las concepciones epistemológicas del Docente Experto y de los Docentes Novatos no difieren en gran medida, quizás por la escasa formación del primero en este campo del conocimiento metacientífico y, en los segundos, probablemente por la falta de destreza en el uso efectivo de conocimientos en epistemología de las ciencias en contextos didácticos. De hecho, en ambos casos, antes de la intervención prevista en este proyecto, hay evidencias de considerar el conocimiento escolar como proceso técnico para programar las actividades que los estudiantes deben realizar a partir de esquemas que dan prioridad a la transmisión de información, generalmente descontextualizada de la realidad de los estudiantes.

Las imágenes de ciencia se ligan en un principio desde posturas realistas ingenuas y realistas interpretativas, donde la experimentación, la observación y la verdad científica es el resultado de copias exactas de la estructura del mundo; esto se aproxima a las propuestas de Pozo y Gómez-Crespo (2000), que demuestran cómo las posturas realistas buscan aproximar del mejor modo posible el conocimiento de cómo es el mundo de lo real al conocimiento científico que deben aprender los estudiantes.

El conocimiento disciplinar o conocimiento disciplinar de contenido es también antes de la intervención, tanto para profesores novatos como para expertos, la prioridad para el adecuado desarrollo de las prácticas educativas. Así, pues, el conocimiento disciplinar de contenido prima sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC), el cual no se reconoce como un conocimiento explícito sino como las actividades prácticas que habitualmente realiza el profesorado en su actividad

docente. Caso similar sucede con el conocimiento del profesor sobre historia y filosofía de la ciencia (HFC), el cual no es altamente significativo para utilizar en las clases, antes de la intervención, teniendo en cuenta que, para enseñar un tema, es suficiente con una buena explicación de este. El HFC es un conocimiento necesario para quienes investigan en educación, mas no para una práctica docente con estudiantes de educación básica y media.

Después de la intervención, el programa de actividades seguido con los docentes que han hecho parte de esta investigación ha posibilitado favorecer explícitamente una concepción novedosa sobre la didáctica de las ciencias y desde esta disciplina del conocimiento, así como sobre otras disciplinas como la epistemología y la historia de la ciencia. Dada la naturaleza del programa de actividades, centrado en un modelo de enseñanza por investigación orientada, el cambio didáctico evidenciado en los profesores participantes (con todo y sus diferencias individuales) ha podido evidenciarse en forma de elaboraciones conscientes manifestadas en cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales hacia la enseñanza de las ciencias, para lo cual se ha demostrado que el tratamiento de situaciones didácticas problemáticas que deben ser resueltas desde una orientación radicalmente constructivista y en trabajo por equipos colaborativo ha resultado ser un modo eficaz de lograrlo.

Esta investigación ha logrado corroborar que, en la medida que los profesores de ciencias se involucran en el tratamiento de problemas de investigación para resolver situaciones asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en general, se favorece el aprendizaje significativo y relevante del cuerpo conceptual de la didáctica de la ciencia. De hecho, se ha logrado evidenciar que, siguiendo las orientaciones del modelo didáctico de enseñanza por investigación orientada, en este caso aplicado al trabajo con docentes de ciencias expertos y novatos que adelantan su práctica en niveles educativos de básica y media, se favorece el aprendizaje significativo de la didáctica de las ciencias, evidenciándose dicho aprendizaje por cambios en las concepciones sobre la ciencia, la actividad científica y la enseñanza de las ciencias, en las predisposiciones hacia la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia como investigación orientada, y en las prácticas docentes de los profesores. Es decir, dicho modelo didáctico ha permitido evidenciar cambios en las formas de pensar, sentir y actuar por parte de profesores universitarios, que constituyen, en suma, cambios en la epistemología del profesor y en su práctica docente.

Furió (2001) nos recuerda una fuerte y fundamentada preocupación que surge al interior de las comunidades académicas de profesores de ciencias y que se puede resumir en la siguiente pregunta: ¿cómo exigir el dominio extensivo de to-

dos los conocimientos que una nueva orientación en educación científica requiere con el propósito de formar ciudadanos competentes científicamente, esto es, que sean capaces de formularse y resolver problemas de interés científico, lo que requiere aprendizajes significativos y relevantes de conocimientos conceptuales, actitudinales y procedimentales de la ciencia?

Las dificultades que se plantean en la transformación del currículo, por ejemplo, pueden ser susceptibles de interesar a los profesores si se favorecen reflexiones conscientes, críticas y analíticas acerca de la necesidad de construir nuevos cuerpos teóricos que nos ayuden a interpretar de otra manera la actividad científica, la naturaleza de la ciencia y la metodología de investigación científica. Como se ha logrado apreciar a lo largo del desarrollo de esta investigación, cuando estas reflexiones se desarrollan en un contexto constructivista y en un ambiente que privilegia el trabajo creativo, cooperado y reflexivo en la construcción de conocimientos, se favorece el desarrollo de cambios metodológicos, conceptuales y actitudinales. En consonancia con lo sustentado a lo largo de esta memoria, el aprendizaje significativo de la didáctica de las ciencias por parte de profesores de ciencias implica la elaboración de un amplio espectro de conocimientos en epistemología de la ciencia, currículo, enseñanza, aprendizaje, evaluación, así como del desarrollo de un conjunto de actitudes positivas y esquemas de acción consistentes con una docencia innovadora que rompe fuertemente con modelos de enseñanza tradicionalmente asumidos por los profesores y por las instituciones educativas y, muchas veces, reforzados por las propias políticas públicas en educación y por las tradiciones educativas de nuestras sociedades.

Este “espectro de conocimientos” antes citado podría resultar desalentador para un profesor, pero si se le mira en positivo, puede conducir a que la pregunta planteada por Furió (2001) carezca de sentido, pues de hecho cualquier estudio en torno a la epistemología y a la filosofía de las ciencias, a la didáctica de las ciencias y, en general, a la educación científica es tan amplio y complejo como para suponer que se trata de un reto individual que debemos asumir los profesores en forma aislada. Al igual que sucede con los retos que nos plantea la investigación científica, un experto no necesariamente debe poseer todo el conjunto de conocimientos y destrezas para poder solucionar un problema, pues queda claro que este reto corresponde y se aborda en una empresa colectiva. Algo similar sucede de cara a favorecer las mejores condiciones teóricas y prácticas para el desarrollo de una docencia innovadora: como se ha corroborado en esta investigación, este reto es posible superarlo, por una parte, si se conforma y se fortalece el trabajo docente de los profesores entendido como una actividad de investigación, y por otra, si dicha actividad se desarrolla en el contexto de colectivos docentes que conforman grupos de investigación en didáctica de las ciencias.

Es importante que, con el desarrollo actual y vertiginoso de la didáctica de las ciencias, el trabajo docente deje de seguir siendo considerado como una serie de actividades aisladas y repetitivas que escasamente requieren de cuerpos teóricos especializados. Hoy en día, es importante que los profesores de ciencias tomen conciencia de que su actividad docente corresponde a una actividad teóricamente fundamentada, lo cual requiere del aprendizaje de un cuerpo de conocimientos que dé sentido a los problemas asociados con la educación científica. Y dado que del cuerpo de conocimientos contemporáneos en este campo se precisan nuevas dimensiones para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, el aprendizaje de la didáctica de las ciencias por parte del profesorado en formación inicial o continuada no debe darse a la manera de asimilación de nuevas rutinas o técnicas. Se trata, en definitiva, de que se comprenda y se vivencie que aprender no es sinónimo de asimilar sino de elaborar y construir.

La complejidad que una actividad docente innovadora requiere puede pasar de ser un obstáculo para el cambio didáctico a ser un agente dinamizador que nos permita romper con la inercia de una enseñanza monótona, habitual y repetitiva. Haber logrado consolidar la conformación de un equipo de profesores progresivamente interesados por las problemáticas asociadas con la enseñanza de las ciencias, que tuvo la oportunidad de aprender sobre didáctica de las ciencias en el contexto de un modelo de enseñanza por investigación orientada, sin duda alguna, es una razón para evidenciar que los profesores pueden colectivamente compartir conocimientos y experiencias de modo que se favorezcan desarrollos, actitudes y prácticas docentes innovadoras, así como teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje. Por supuesto, son las oportunidades institucionales las que han de favorecer que la actividad docente sea un trabajo colectivo y no individual, un espacio para compartir e intercambiar conocimientos de contenido, conocimientos en historia y filosofía de las ciencias y conocimientos didácticos de contenido, especialmente en centros escolares donde participan docentes expertos y novatos.

Una de las principales preocupaciones en esta investigación era resolver el problema del cambio actitudinal en los profesores que formaron el grupo de intervención, considerando que son las propias actitudes negativas hacia la enseñanza lo que se puede traducir en la resistencia al cambio didáctico. En general, este es un reto similar al que nos planteamos en el aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos. En la investigación que aquí desarrollamos, pudo evidenciarse que cuando se facilita la implicación de los profesores en tareas abiertas y creativas, en la difusión de experiencias innovadoras, en el reconocimiento de los resultados de investigación precedentes que han sido provechosos y favorecen los intercambios entre grupos de

profesores, se generan expectativas positivas que permiten que los propios profesores asuman su práctica profesional docente con una actitud completamente diferente.

El cambio didáctico aquí previsto se ha asumido como un cambio en la epistemología del profesor, que recoge cambios en los conocimientos sobre la ciencia y sobre la enseñanza de la ciencia, y en las actitudes hacia la educación científica entendida como actividad de investigación, y como un cambio en la práctica docente del profesor. Por lo tanto, en esta investigación, el cambio didáctico ha pretendido el desarrollo de concepciones más acordes con los resultados de la investigación didáctica, con las implicaciones de la historia y de la filosofía de las ciencias en los nuevos dominios de la investigación en educación científica y en la apropiación de nuevas metodologías derivadas de esas nuevas concepciones teóricas. Todo ello, como aquí se ha procurado evidenciar, muestra tendencias hacia cambios actitudinales positivos en los profesores, tanto hacia la enseñanza de las ciencias como hacia el conocimiento científico y hacia sus formas de producción y de validación.

El impulso a un trabajo colectivo dirigido a la innovación e investigación en educación en ciencias genera intereses positivos. En este sentido, lo que aquí hemos contrastado como “Programa eficaz de formación de profesores”, basado en el modelo de enseñanza por investigación orientada, favorece condiciones esenciales para que los propios profesores vivencien el sentido de aprender mediante el desarrollo de actividades de investigación.

Con este trabajo, queríamos no solamente recopilar un conjunto de conocimientos consistentes que han venido consolidando el cuerpo teórico de la didáctica de las ciencias, sino que hemos querido mostrar a la comunidad de investigadores en educación científica una propuesta de formación de profesores que, dados sus resultados, podría empezar a ser utilizada, teniendo en cuenta los contextos particulares, como alternativa para favorecer la conformación de equipos de profesores de ciencias cada vez más conscientes de los nuevos retos de la educación científica y, principalmente, cada vez más fundamentados para que, en la práctica, sus enseñanzas propicien formas alternativas de aprendizaje, más cercanas a las expectativas de formación de ciudadanos competentes científicamente. Una caracterización de la formación de personas competentes científicamente, posible desde una enseñanza de las ciencias innovadora y más acorde con los resultados de la investigación didáctica actual, ha de promover:

- personas capaces de ser reflexivas, analíticas, críticas, éticas, creativas, autónomas y responsables,
- personas que desarrollan su capacidad de asombro,

- personas que se expresan sin temor,
- personas que se acercan a los conocimientos propios de las ciencias naturales como lo hacen los científicos,
- personas que encuentran sentido y significado a los conocimientos,
- personas que se preguntan para aprender,
- personas que aprenden a aprender y a trabajar en equipo,
- personas que se aproximan al conocimiento científico desde su contexto,
- personas comprometidas con el ambiente natural y social.
- En suma, personas capaces de plantearse y resolver problemas de interés científico en el marco del reconocimiento de las necesidades de una sociedad que debe ser cada vez más incluyente y respetuosa por el equilibrio dinámico de nuestro entorno.

En cuanto a las competencias profesionales docentes, esta investigación ha logrado desarrollar en profesores novatos y expertos, dentro de un contexto escolar, un conjunto de conocimientos, actitudes y prácticas innovadoras relacionadas con lo que debemos saber, saber hacer y hacer en torno a la enseñanza de las ciencias. De otra parte, hemos podido evidenciar que espacios de trabajo colaborativo pueden adquirir características de formación de comunidad científica, es decir, equipos de profesionales que son coherentes en la medida que sus prácticas se fundamentan en cuerpos teóricos propios más o menos consensuados.

Hay otro elemento relevante que debemos enfatizar, a modo de conclusión, luego del desarrollo de esta investigación: en el ámbito de la didáctica de las ciencias, una de las principales preocupaciones es que, si bien desde este cuerpo teórico de conocimientos hay avances relevantes en aspectos como los currículos de ciencias, la enseñanza por resolución de problemas, los trabajos prácticos de laboratorio y el aprendizaje de conceptos, hay bastante camino por recorrer en cuanto a la formación de profesores de ciencias, pues de nada servirían estos logros si los orientadores de estas nuevas concepciones y prácticas en educación científica no acceden a una formación adecuada en el ámbito de la educación científica. Este trabajo ha contribuido a brindar algunas claves para abordar la problemática de la formación en didáctica de las ciencias en profesores de ciencias.

Al respecto, podríamos decir que se trata de una pregunta cuya respuesta, después de haber adelantado la presente investigación, tiene que ver con el modelo di-

dáctico seguido: enseñanza por investigación orientada. Desde este modelo, como se ha logrado poner en evidencia, ha sido posible:

- Favorecer en los profesores participantes del programa de formación el desarrollo de ideas y prácticas conducentes a considerar la enseñanza como una actividad de investigación, equivalente a una investigación científica, lo cual requirió, para su desarrollo, seguir concepciones epistemológicas más acordes con los resultados de la investigación en torno a los modos de producción de conocimiento científico.
- Centrarnos no tanto en los contenidos por tratar (saberes disciplinares) sino más bien en las condiciones para el aprendizaje de los estudiantes, lo cual, desde el modelo de enseñanza por investigación orientada, requiere de la reflexión y el desarrollo consciente de conocimientos, actitudes y prácticas significativas y relevantes por parte de quien aprende, con la finalidad de resolver problemas de interés científico. Es decir, permitió la elaboración en los profesores participantes de conocimiento didáctico de contenido.
- Conceder la importancia debida a los conocimientos metadisciplinarios (epistemología de las ciencias) como componente fundamental para comprender la naturaleza del conocimiento científico.
- Conceder la importancia debida a los conocimientos sobre historia de la ciencias como otro componente fundamental para un adecuado desarrollo de postulados acordes con los resultados de la investigación didáctica, sobre el sentido y el papel de las actitudes en la enseñanza de las ciencias y todo ello sobre las implicaciones en las prácticas docentes. De hecho, pudo lograrse en los profesores participantes una concepción de ciencia más constructiva, más humana y más basada en la elaboración de ideas progresivamente más explicativas y con mayor poder predictivo.
- Conceder la importancia debida a los conocimientos derivados de la investigación contemporánea sobre el aprendizaje humano, como modo para explorar enseñanzas que favorezcan la elaboración de conocimientos, actitudes y prácticas por parte de quienes aprenden, en forma comprensiva, significativa y relevante.
- Favorecer cambios de naturaleza conceptual, actitudinal y procedimental en profesores de ciencias, es decir, cambios en sus formas de pensar, sentir y actuar en relación con el currículo, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, todo ello mediado por la construcción de conocimientos en torno a la didáctica de las ciencias experimentales.

Los resultados muestran el aporte del modelo didáctico por investigación orientada, es decir, del fundamento conceptual que orientó el programa de formación, así como del programa mismo, ya que, como se pudo evidenciar, se favorecieron cambios esperados pasando los profesores participantes de concepciones, actitudes y prácticas muy cercanas a modelos espontáneos o tradicionales de enseñanza de las ciencias, a nuevas concepciones, actitudes y prácticas más próximas a modelos didácticos de naturaleza constructivista.

Las tendencias generales por las que los profesores se inclinaron antes de su participación en el programa de actividades fueron las siguientes:

- La investigación científica es un proceso que se realiza siguiendo los pasos del método científico.
- El conocimiento científico es por completo objetivo.
- La investigación científica inicia a partir de observaciones neutrales y sistemáticas de la realidad.
- El conocimiento científico es una explicación cierta de la realidad.
- El experimento científico es una forma de determinar si las hipótesis son verdaderas o falsas.
- Las hipótesis se elaboran con el propósito de verificar si una teoría científica es verdadera o falsa.
- Las teorías científicas actuales son el resultado de la adición de los aspectos correctos de muchas teorías hechas en el pasado, algunas en desuso en la actualidad.
- No existe ningún tipo de información en el cerebro del estudiante antes de cualquier nueva actividad de aprendizaje.
- El aprendizaje es independiente de la enseñanza (la responsabilidad del estudiante es aprender y la del profesor es enseñar).
- Aprender ciencias implica el dominio de contenidos conceptuales y de algunas habilidades técnicas complementarias.
- La formación de un profesor de ciencias es el resultado de la combinación de conocimientos sobre la materia que se va a enseñar y de conocimientos psicopedagógicos.
- Un programa curricular se aplica rígidamente y por igual a todos los estudiantes.

- La evaluación favorece en los estudiantes la repetición de las explicaciones suministradas por el Profesor.
- La evaluación refuerza el desarrollo de ejercicios – tipo en los que se trata de comprobar el grado en que el alumno domina una rutina o un sistema de resolución previamente explicado.

Como se puede apreciar, estos resultados son compatibles con las consecuencias contrastables diseñadas en esta investigación para caracterizar la epistemología y la práctica docente habitual de los profesores intervenidos.

Las tendencias generales que los profesores consideran después de su participación en el Programa de Actividades, son las siguientes:

- El conocimiento científico es el resultado de la interacción entre el sujeto en actitud cognoscente y la realidad, de manera que los resultados alcanzados se expresan a través de modelos alternativos al conocimiento de sentido común.
- En la investigación científica, la observación no es neutral.
- Las teorías científicas que se desarrollan producto del progreso en la investigación científica, son siempre provisionales y por tanto, no son descripciones de la realidad.
- La ciencia se produce por el desarrollo permanente de modelos teóricos, los cuales compiten entre sí y promueven el desarrollo de unos nuevos. El avance de la ciencia se da en gran medida por rupturas débiles o fuertes entre modelos científicos más recientes respecto a modelos del sentido común o respecto a modelos científicos anteriores.
- La ciencia es el resultado del esfuerzo de muchos hombres y mujeres interesados por la investigación científica, y que a lo largo de la historia de la humanidad han hecho aportes desarrollando conocimientos y aplicaciones prácticas de los mismos procurando en la medida de lo posible la solución a problemas de interés general.
- Los resultados obtenidos por la investigación científica, tienen el carácter de provisionales hasta tanto no se logren desarrollos teóricos y experimentales que confirmen o rebatan ideas científicas anteriores.
- En relación con estrategias didácticas, se prefieren aquellas que favorecen el tratamiento científico de situaciones problemáticas por parte de los alumnos, apoyados por el profesor, en clases de teoría, de problemas o de prácticas de laboratorio.

- La evaluación contribuye a valorar los logros en el conocimiento por parte de los estudiantes y las estrategias empleadas por el profesor.
- En relación con el clima de aula y con el rol del profesor, es importante privilegiar que los estudiantes sean copartícipes de las actividades de trabajo en el aula (participación activa de profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje) y que el trabajo de los estudiantes se haga en pequeños grupos cooperativos.
- Enseñar y aprender ciencias es equivalente a resolver problemas mediante la realización de pequeñas investigaciones que integran tanto aspectos cualitativos como cuantitativos.

Como se puede apreciar, estos resultados son compatibles con las consecuencias contrastables diseñadas en esta investigación para caracterizar la epistemología y la práctica docente innovadora de los profesores intervenidos. Como todo trabajo de investigación, la solución de los problemas planteados tiene el carácter de provisional. Debe, por tanto, fortalecerse la conformación de los equipos docentes para que continúen desarrollando su interés reciente por la investigación en didáctica de las ciencias, favorecer el desarrollo de una práctica docente innovadora a partir de la financiación de proyectos de investigación en didáctica de las ciencias y favorecer a los profesores a que los resultados de sus trabajos puedan ser visibilizados en eventos académicos especializados.

En suma, se ha presentado aquí una estrategia que, fundamentada en la investigación contemporánea en formación de profesores en el contexto del campo de conocimiento de la didáctica de las ciencias, parece ser útil para favorecer cambios didácticos en los profesores, con el propósito de:

- Estimular cambios en las concepciones y las prácticas sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, ámbitos de la acción educativa que bien podemos clasificar como *conocimientos didácticos de contenido*.
- Estimular cambios positivos en las actitudes de los profesores hacia el acto educativo, en particular, hacia los procesos asociados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.
- Estimular cambios hacia posturas filosóficas sobre las ciencias más próximas a las concepciones contemporáneas sobre la naturaleza de las ciencias, la actividad científica, la comprensión sobre el desarrollo de las ciencias y los modos de validación de nuevas producciones.

Anexos

Anexo 1

Instrumento No. 1

Dentro del marco del proyecto de investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas “Estrategias para el favorecimiento de cambios didácticos en profesores de Química en formación inicial y en ejercicio, a partir de la reflexión sobre la práctica”, liderado por el grupo de investigación en didáctica de la Química DIDAQUIM, se solicita atentamente que respondan el siguiente cuestionario¹, ya que la opinión de los profesores en formación inicial y titulares son parte integral en el desarrollo de este proyecto.

Para ello, se proponen cuatro (4) pares de adjetivos contrapuestos y se pide marcar con una X el número que represente mejor la cercanía al extremo de cada par que considera que expresan su sentir con respecto al enunciado (ver el ejemplo). Cabe resaltar que la información proporcionada es confidencial y sólo será usada para fines investigativos, por lo tanto, no tiene nada que ver con la práctica pedagógica y didáctica que están realizando. Esta encuesta debe ser resuelta en máximo una (1) hora.

Ejemplo: según su punto de vista, la ciencia es:

Aburrida	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ <input checked="" type="checkbox"/>	Entretenida
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ <input checked="" type="checkbox"/>	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ <input checked="" type="checkbox"/> ⑦	Relevante
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ <input checked="" type="checkbox"/> ⑦	Agradable

1 Cuestionario adaptado de “El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje”, por R. Porlán, A. Rivero y R. Martín del Pozo, 2000, y de “La didáctica de las ciencias. Fundamento del conocimiento profesional de los profesores de ciencia”, por C. Mosquera, 2008, en *Revista Electrónica El Educador*, en el marco de las actividades del presente trabajo de investigación.

Las respuestas anteriores implicarían que la persona que responde piensa que la ciencia es muy entretenida, poco útil (si es 5), poco trivial (si es 3) y desagradable (si es 2).

INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre: _____	Edad: _____
Formación académica: _____	
Años de experiencia docente (si es titular): _____	
Institución: _____	
E-mail: _____	Fecha: _____

1. La ciencia es el estudio directo de la realidad mediante un método objetivo que es el método científico. Esto causa en los estudiantes:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

2. Una buena manera de enseñar Química es comenzando con la observación, esto me parece:

Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Difícil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Fácil
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro

3. El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantear problemas y también para establecer posibles soluciones a estos. Esta dinámica dentro del aula de clase produce:

Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Temor	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Seguridad
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

4. Los trabajos prácticos son la forma más adecuada para confirmar o ilustrar aspectos teóricos de las ciencias. Esto me parece:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

5. A través de la historia han sido pocas personas las que se han interesado en la investigación científica; no obstante, dada su dificultad, a solo unos pocos se les puede atribuir sus avances. Esto es:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

6. La Química es una ciencia rígida, infalible y excesivamente algorítmica. Considero esto:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

7. La didáctica de las ciencias se considera en la actualidad una disciplina científica. Esto es:

Innecesario	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Necesario
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

8. Es necesario que los profesores y profesoras hagan compatibles las tareas de enseñanza con las de investigación de los procesos que se dan en su clase. Considero esto:

Difícil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Fácil
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

9. La evaluación sirve primordialmente para medir el nivel alcanzado por los alumnos respecto a los objetivos previstos. Esto me parece:

Difícil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Fácil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

10. Los procesos de enseñanza-aprendizaje que se dan en cada clase son fenómenos complejos en los que intervienen innumerables factores externos e internos. Esto es:

Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

11. Los objetivos organizados y jerarquizados según su grado de dificultad son el instrumento esencial que dirige la práctica educativa. En las clases de Química esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

12. El trabajo en el aula está organizado fundamentalmente en torno a los contenidos de Química. Considero esto:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

13. El contacto con la realidad y el trabajo en el laboratorio son imprescindibles para el aprendizaje científico-escolar. Esto me genera:

Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Temor	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Seguridad
Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

14. La resolución de problemas en clase es una buena alternativa al método magistral de enseñanza de las ciencias. Considero esto:

Rutinario	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Estimulante
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

15. Las ideas espontáneas de los alumnos deberían ser el punto de partida para el aprendizaje de contenidos científicos. Considero esto:

Incómodo	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cómodo
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

16. Los alumnos suelen deformar involuntariamente las explicaciones verbales del profesor y la información que leen en los libros de texto. Esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

17. Cuando el profesor explica con claridad un concepto científico y el alumno está atento, se produce aprendizaje. Esto me genera:

Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación
Temor	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Seguridad

18. Los alumnos están más capacitados para comprender un contenido si lo pueden relacionar con conocimientos previos que ya poseen. Esto me parece:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

19. El aprendizaje científico es significativo cuando el alumno tiene un interés personal relacionado con lo que aprende. Esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

20. Los errores conceptuales deben corregirse explicando su interpretación correcta tantas veces como el alumno lo necesite. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

21. La adaptación de la enseñanza a la diversidad del aula contribuye a generar actitudes favorables hacia la Química. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

22. La personalidad y las actitudes del profesor de Química tienen menor incidencia en el rendimiento de los estudiantes que sus conocimientos científicos y didácticos. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

23. Tener en cuenta la diversidad de los estudiantes al momento de la clase de Química perjudica a aquellos mejor capacitados. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

24. La procedencia socioeconómica de los estudiantes favorece y/o desfavorece su rendimiento escolar. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

25. La evaluación tiene un papel orientador y de estímulo en el trabajo de los estudiantes. Esto es:

Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

26. La aplicación permanente del método científico en la enseñanza de la Química puede generar en el estudiante:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

27. Sólo se considera verdadero aquello que se puede demostrar experimentalmente. Esto me parece

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

28. Los científicos son personas excepcionales que pueden calificarse como grandes sabios. Esto me parece:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

29. La investigación científica comienza a partir de observaciones neutrales y sistemáticas de la realidad. Esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

30. El experimento científico es una forma de determinar si las hipótesis de trabajo son verdaderas o falsas. Esto genera en el estudiante:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

31. El conocimiento científico surge por el interés de estudiar hechos casuales. Esto me produce:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

32. Abordar una nueva situación en la ciencia solo requiere el interés de un investigador o de un grupo de investigadores, es decir, no se necesita de una fundamentación previa. Esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

33. La ciencia se realiza por etapas perfectamente planificadas, las cuales son independientes del problema objeto de estudio. Esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

34. El conocimiento científico es una explicación debida a la potencialidad de la razón humana. Esto me genera:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

35. El conocimiento científico tiene estatus definitivo y si se necesita cambiar una teoría por otra es porque al interior de la teoría se han encontrado errores significativos. Me parece que esto es:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

36. La ciencia progresa por el desarrollo de experimentos cruciales. Considero esto:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

37. La ciencia no posee un carácter subjetivo. Esto me parece:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

38. El trabajo científico sólo es cosa de hombres. Considero que la anterior afirmación es:

Falsa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierta
Confusa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Clara
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable

39. Las teorías científicas actuales son el resultado de teorías correctas acumuladas a lo largo de la historia. Creo que esto es:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

40. Los científicos trabajan sin traumatismos ni polémicas. Considero esto:

Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

41. No existe ningún tipo de información en la mente del estudiante antes de una nueva actividad de aprendizaje. A mi modo de ver, esto es:

Idealista	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Realista
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante

42. Uno de los objetivos más importantes de la evaluación es conseguir que cada estudiante sea consciente de sus dificultades. Considero esto:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

43. Para favorecer el aprendizaje, se requiere únicamente que el profesor conozca los contenidos conceptuales de la materia que enseña. Esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

44. Aprender ciencias implica el dominio de contenidos conceptuales y de algunas actividades técnicas complementarias. Esta dinámica dentro del aula de clase produce:

Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Temor	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Seguridad
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

45. La evaluación debe favorecer la repetición de explicaciones para que haya aprendizaje. Considero esto:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

46. La evaluación permite identificar los estudiantes que merecen continuar y los que no. Esto es:

Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil

47. El aprendizaje es independiente de la enseñanza. Esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

48. La evaluación es una herramienta útil para favorecer el desarrollo profesional docente. Esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

49. La ciencia es el único conocimiento válido que explica diversas situaciones del mundo físico y natural. Esto me genera:

Confusión	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claridad
Desinterés	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Interés
Desagrado	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agrado
Desaliento	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivación

50. Son únicamente válidas las ciencias que desarrollan libros de texto para su enseñanza, se organizan en sociedades y organizaciones específicas y publican en órganos de divulgación periódica. Considero esto:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

51. Los conocimientos indígenas y los conocimientos ancestrales, entre otros, no pueden clasificarse como científicos. Esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

52. El aprendizaje de las ciencias es equivalente a la elaboración de conocimiento escolar. Esto me parece:

Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

53. Por sus finalidades y su contexto, el conocimiento científico se diferencia del conocimiento escolar. Creo que esto es:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

54. El conocimiento escolar se considera válido epistemológicamente hablando. Esta afirmación es:

Falsa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierta
Confusa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Clara
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable

55. Para estudiar la realidad, lo mejor es dividir lo cognoscible en partes. Esta afirmación es:

Falsa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierta
Confusa	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Clara
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable

56. Las relaciones interdisciplinarias se basan en relaciones epistemológicas entre las disciplinas. Esto es:

Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

57. Es posible enseñar ciencias transfiriendo los métodos de una disciplina a otra. Considero esto:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

58. Los procesos de acreditación y certificación condicionan la labor docente. Considero esto:

Inútil	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Útil
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

59. La Ley General de Educación favorece la autonomía para el desarrollo de proyectos de aula. Esto me parece:

Desalentador	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Motivante
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

60. Los Estándares de Competencias en Ciencias Naturales favorecen o estimulan cambios en las prácticas docentes del profesorado. Esto es:

Desagradable	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Agradable
Trivial	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Relevante
Confuso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Claro
Falso	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	Cierto

Tabla de especificaciones 1: relación instrumento No. 1 con las categorías e indicadores

[illegible]

Categoría	Indicador	Preguntas (16 al 30)															
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia	2.1 Papel de las ideas previas	X		X													
	2.2 Imagen de incremento de conocimiento		X	X	X	X	X				X						
	2.3 Conocimiento científico versus conocimiento escolar																
	2.4 Papel de la evaluación									X							
	2.5 Imagen de aprendizaje	X	X	X	X	X			X			X	X			X	
	2.6 Imagen interdisciplinaria de los conocimientos																
3. Contexto escolar	3.1. Diseños curriculares		X				X										
	3.2 Relación CTS-A				X		X		X	X							
	3.3 El papel de clima de aula						X	X	X	X							
	3.4 Políticas educativas																
	3.5 Contexto sociocultural				X		X		X	X							

Categoría	Indicador	Preguntas (31 al 45)															
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
1. Ciencia	1.1 Imagen de los científicos								X		X						
	1.2 Imagen de actividad científica				X	X		X									
	1.3 Imagen de progreso de la ciencia	X	X	X		X	X			X							
	1.4 Paralelo “ciencia convencional” y “otras ciencias”																
2. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia	2.1 Papel de las ideas previas										X			X	X		
	2.2 Imagen de incremento de conocimiento												X				
	2.3 Conocimiento científico versus conocimiento escolar																
	2.4 Papel de la evaluación													X			
	2.5 Imagen de aprendizaje										X	X					
	2.6 Imagen interdisciplinaria de los conocimientos																
3. Contexto escolar	3.1 Diseños curriculares																
	3.2 Relación CTS-A																
	3.3 El papel de clima de aula																
	3.4 Políticas educativas																
	3.5 Contexto socio cultural																

Categoría	Indicador	Preguntas (46 al 60)															
		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
1. Ciencia	1.1 Imagen de los científicos																
	1.2 Imagen de actividad científica																
	1.3 Imagen de progreso de la ciencia																
	1.4 Paralelo “ciencia convencional” y “otras ciencias”				X	X	X										
2. Enseñanza y aprendizaje de la ciencia	2.1 Papel de las ideas previas																
	2.2 Imagen de incremento de conocimiento																
	2.3 Conocimiento científico versus conocimiento escolar							X	X	X							
	2.4 Papel de la evaluación	X	X	X													
	2.5 Imagen de aprendizaje						X										
	2.6 Imagen interdisciplinaria de los conocimientos									X	X	X					
3. Contexto escolar	3.1. Diseños curriculares																
	3.2 Relación CTS-A																
	3.3 El papel de clima de aula																
	3.4 Políticas educativas													X	X	X	
	3.5 Contexto sociocultural																

Anexo 3

Considerando que:
Muy entretenido (1)
Entretenido (2)
Poco entretenido (3)
Indiferente (4)
Poco aburrido (5)
Aburrido (6)
Muy aburrido (7)

Imagen de ciencia Indicadores: 1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.4			
Pregunta N.º	Racionalismo	Empirismo radical - Empirismo moderado	Constructivismo
1	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
3	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
4	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
5	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
6	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
7	NO APLICA		⑥ ⑦
27	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
28	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
29	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
30	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
31	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
32	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
33	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
34	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
35	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
36	① ②	⑤ ⑥ ⑦	③ ④
37	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤

2 Se discrimina este ítem de acuerdo con los siguientes parámetros: postura sexista excluyente 6 y 7; postura indiferente 3, 4 y 5; y postura sexista incluyente 1 y 2.

Imagen de ciencia Indicadores: 1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.4			
Pregunta N.º	Racionalismo	Empirismo radical - Empirismo moderado	Constructivismo
38	NO APLICA ²		① ②
39	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
40	③ ④ ⑤	⑥ ⑦	① ②
49	③ ④ ⑤	⑥ ⑦	① ②
50	⑥ ⑦	① ② ③	④ ⑤
51	③ ④ ⑤	⑥ ⑦	① ②

Enseñanza y aprendizaje de la ciencia Indicadores: 2.1 – 2.2 – 2.3 – 2.4			
Pregunta N.º	Modelo didáctico tradicional	Modelo didáctico tecnológico-espontaneísta	Modelo didáctico por investigación orientada
2	① ② ③	⑥ ⑦	④ ⑤
3	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
8	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
9	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
12	⑤ ⑥ ⑦	① ②	③ ④
13	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
14	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
15	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
16	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
17	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
18	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
19	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
20	⑤ ⑥ ⑦	① ②	③ ④
21	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
25	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
26	① ② ③	⑥ ⑦	④ ⑤
41	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
43	⑤ ⑥ ⑦	① ②	③ ④
44	① ② ③	⑥ ⑦	④ ⑤
45	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
46	⑤ ⑥ ⑦	① ②	③ ④
47	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
48	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
52	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
53	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
54	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦

Enseñanza y aprendizaje de la ciencia Indicadores: 2.5 – 2.6			
Pregunta N.º	Aprendizaje por apropiación formal	Aprendizaje por asimilación	Aprendizaje por construcción de conocimientos
2	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
10	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
13	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
15	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
16	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
17	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
18	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
19	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
20	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
23	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
26	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
27	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
30	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
41	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
42	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
52	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
55	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
56	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
57	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②

Contexto escolar Indicadores: 3.1 – 3.2 – 3.3 – 3.4			
Pregunta N.º	Enfoque formal	Enfoque tecnológico-espontaneísta	Enfoque complejo
8	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
9	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
10	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
11	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
12	⑤ ⑥ ⑦	① ②	③ ④
13	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
14	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
17	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
19	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
21	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
22	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
23	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
24	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
58	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	① ②
59	⑥ ⑦	③ ④ ⑤	⑥ ⑦
60	① ②	③ ④ ⑤	⑥ ⑦

Anexo 4

Cuestionario por ponderación múltiple

Instrumento tipo Liker

Dentro del marco del proyecto de investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: “Estrategias para el favorecimiento de cambios didácticos en profesores de Química en formación inicial y en ejercicio, a partir de la reflexión sobre la práctica”, liderado por el Grupo de investigación en Didáctica de la Química DIDAQUIM, se solicita atentamente que respondan el siguiente cuestionario, ya que la opinión de los profesores en formación inicial y titulares es fundamental para esta investigación. Para ello, se proponen una serie de afirmaciones y se pide marcar con una X el número que represente mejor el nivel de acuerdo o desacuerdo que producen diferentes afirmaciones, de la siguiente forma:

Totalmente de acuerdo	①
En desacuerdo	②
Imparcial	③
De acuerdo	④
Totalmente de acuerdo	⑤

Es importante resaltar que la información proporcionada es confidencial y sólo será usada para fines investigativos; recordamos, además, que cada pregunta **solo** puede tener una respuesta. Esta encuesta debe ser resuelta en un tiempo máximo de media ($\frac{1}{2}$) hora.

Nombre:

Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Inseguro no decide	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La investigación es un proceso complejo, en el que existen diferentes metodologías para resolver un problema de interés científico.	①	②	③	④	⑤
La observación depende de nuestros conocimientos e ideas previas.	①	②	③	④	⑤
El conocimiento científico siempre está en permanente construcción y no constituye en sí mismo la realidad.	①	②	③	④	⑤
Dado que nuestras concepciones sobre el mundo cambian a lo largo de la historia, las teorías científicas se desarrollan permanentemente.	①	②	③	④	⑤
La experimentación científica hace parte de las estrategias que se ponen en marcha en la investigación y en la educación.	①	②	③	④	⑤
El conocimiento científico surge por el interés de las comunidades de solucionar problemáticas del mundo natural o social en el que se desenvuelven.	①	②	③	④	⑤
Los científicos revisan el trabajo que ellos mismos u otros elaboran al momento de solucionar problemas.	①	②	③	④	⑤
Los resultados de las investigaciones en ciencias pueden llegar a ser parciales y susceptibles de ser cambiados o modificados, lo que da apertura a nuevas investigaciones.	①	②	③	④	⑤
Las rupturas de diversos modelos teóricos (recientes o anteriores) son parte del avance de las ciencias.	①	②	③	④	⑤
La ciencia es el resultado del esfuerzo de diversos hombres y mujeres interesados por la investigación científica.	①	②	③	④	⑤
La verdad absoluta no existe. Reconocemos modelizaciones teóricas plausibles y duraderas.	①	②	③	④	⑤
Los científicos y científicas son personas que pertenecen a un contexto cultural y sus investigaciones suelen dirigirse a solucionar problemas de interés social, cultural, económico, etc.	①	②	③	④	⑤
Gracias a la historia de las ciencias, es posible reconocer los aspectos culturales, políticos, sociales, entre otros, que afectaron la investigación científica.	①	②	③	④	⑤
Los estudiantes poseen ideas, conocimientos y destrezas, incluso antes de una nueva actividad de aprendizaje.	①	②	③	④	⑤
Existe corresponsabilidad entre la enseñanza y el aprendizaje.	①	②	③	④	⑤
Un profesor o profesora debe poseer un cuerpo de conocimientos, actitudes y procedimientos acerca de cómo debe enseñar.	①	②	③	④	⑤
La enseñanza de las ciencias es una actividad práctica y teóricamente orientada por el dominio disciplinar de la didáctica de las ciencias.	①	②	③	④	⑤
Los contenidos científicos por enseñar en la clase de ciencias deben seleccionarse y adaptarse según los niveles cognitivos y los intereses de los estudiantes.	①	②	③	④	⑤

Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Inseguro no decide	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Un buen aprendizaje de las ciencias se da cuando el profesor favorece una metodología basada en la resolución de problemas.	①	②	③	④	⑤
Una buena estrategia de enseñanza de las ciencias debe favorecer el aprendizaje significativo de conceptos, procedimientos y actitudes relacionadas con la ciencia.	①	②	③	④	⑤
Es necesario reconocer los ritmos de aprendizaje de cada estudiante para lograr una eficacia en la construcción de conocimiento científico.	①	②	③	④	⑤
Cuando se pueden valorar los logros de los estudiantes y las estrategias empleadas por el profesor se puede asegurar que es un buen proceso de evaluación.	①	②	③	④	⑤
La evaluación debe ser continua a lo largo de todo el proceso académico.	①	②	③	④	⑤
Al programar, el profesor debe planificar con detalle las tareas que debe realizar por él y por sus alumnos.	①	②	③	④	⑤
La didáctica se considera en la actualidad como una disciplina científica.	①	②	③	④	⑤
Un aprendizaje verdaderamente significativo se logra cuando los estudiantes son capaces de aplicar lo aprendido a situaciones y contextos diferentes.	①	②	③	④	⑤
El docente debe dar a conocer y negociar con los estudiantes los objetivos de cada una de las unidades de contenido que desarrolle.	①	②	③	④	⑤
Los contenidos del programa deben ser una organización de saberes centrados en los intereses de los estudiantes y no un temario rígido.	①	②	③	④	⑤
Los procesos de enseñanza-aprendizaje que se dan en cada clase son fenómenos complejos en los que intervienen innumerables factores.	①	②	③	④	⑤
Los alumnos deben intervenir activamente en la planeación y evaluación de las actividades de clase.	①	②	③	④	⑤
La organización de la escuela interviene en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.	①	②	③	④	⑤
Los alumnos comprenden mejor un contenido científico si lo pueden relacionar con aspectos tecnológicos reconocidos por ellos mismos.	①	②	③	④	⑤
El aprendizaje científico es significativo cuando el alumno tiene un interés personal relacionado con lo que aprende.	①	②	③	④	⑤
Los métodos de enseñanza de las ciencias basados en la investigación por parte del estudiante producen un mejor aprendizaje de los conceptos.	①	②	③	④	⑤
Las características socioeconómicas de los estudiantes no son un obstáculo directo en el aprendizaje de las ciencias.	①	②	③	④	⑤
Las ciencias no ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas.	①	②	③	④	⑤
La mayoría de libros de texto científicos usados en las escuelas presentan una imagen deformada y parcial de las ciencias.	①	②	③	④	⑤

Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Inseguro no decide	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
En el estudio de un fenómeno, es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador.	①	②	③	④	⑤
El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantearnos problemas e imaginar sus posibles soluciones.	①	②	③	④	⑤
Las políticas internas de las instituciones no son un obstáculo para adaptar el currículo en ciencias a las necesidades educativas de los estudiantes.	①	②	③	④	⑤
El primer paso del proceso evaluativo es el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes.	①	②	③	④	⑤
Una buena propuesta para la enseñanza de las ciencias es la de incluir el estudio de los fenómenos naturales y de las problemáticas ambientales.	①	②	③	④	⑤
La inclusión de científicos puros en los programas escolares de enseñanza de las ciencias no garantiza el éxito en los procesos de alfabetización científica.	①	②	③	④	⑤
Los proyectos de aula y los proyectos transversales permiten relacionar los conceptos aprendidos en diferentes áreas disciplinares con los aprendidos en las clases de ciencias.	①	②	③	④	⑤
Los conocimientos particulares de los estudiantes, relacionados con sus culturas y costumbres, más que un obstáculo pueden ser una alternativa para el trabajo en el aula.	①	②	③	④	⑤
Proponer la implementación del lenguaje científico avanzado en las clases de enseñanza de las ciencias puede convertirse en un obstáculo para el aprendizaje.	①	②	③	④	⑤
Debido a los fines, los experimentos científicos no son equivalentes a los experimentos llevados a cabo en las clases de ciencias.	①	②	③	④	⑤
La motivación del estudiante hacia las ciencias es fundamental para un aprendizaje asertivo de estas.	①	②	③	④	⑤
Plantear a los estudiantes situaciones que confronten sus concepciones alternativas es un primer paso para acercarlos a los conceptos propios de las ciencias.	①	②	③	④	⑤
Al enseñar ciencias, el profesor debe hacer uso de conceptos históricos, geográficos, matemáticos y lingüísticos para la apropiación del contenido por parte del estudiante.	①	②	③	④	⑤
Las pruebas SABER no deben convertirse en obstáculos para los procesos de aprendizajes en la clase de ciencias.	①	②	③	④	⑤
El conocimiento que se construye en la clase de ciencias puede ser utilizado en proyectos escolares de otras asignaturas.	①	②	③	④	⑤
Cada cultura y cada sociedad pueden tener conocimientos innatos; pero esto no debe ser motivo para no aprender los conceptos científicos a los que se les ha asignado el título de “universales”.	①	②	③	④	⑤

Afirmación	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Inseguro no decide	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Conceptos estructurantes como “el calor” pueden ser estudiados desde la mirada de la Física, la Química y la Biología, debido a la relación histórica que precede a estos conceptos.	①	②	③	④	⑤
Una planeación curricular eficaz puede ser la base fundamental para superar obstáculos de tiempos, espacios físicos y/o recursos a los que se ven enfrentados los profesores en las instituciones educativas.	①	②	③	④	⑤
La finalidad de la enseñanza de las ciencias no es la formación de científicos en la escuela.	①	②	③	④	⑤
La cotidianidad en la que se desenvuelven los estudiantes es una amplia fuente de las ideas que expresan en las clases de ciencias frente a conceptos desconocidos o aun no desarrollados.	①	②	③	④	⑤
La didáctica tiene una autonomía como ciencia, y su conocimiento es interdisciplinario y aplicable.	①	②	③	④	⑤
Es necesario organizar los contenidos por aproximaciones a conceptos previos e intereses de los estudiantes, y no únicamente para responder a pruebas censales o por hacer parte de los estándares curriculares en ciencias naturales.	①	②	③	④	⑤
Los conocimientos, saberes y actitudes que tienen los profesores ejercen una elevada influencia en el modo de secuenciar los temas y en las estrategias y dinámicas usadas en el aula.	①	②	③	④	⑤

¡Muchas gracias!

Referencias bibliográficas

- Abell, S. (2007). Research on science teachers' knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). Mahwa, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Acevedo, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.
- Aduriz, A., Izquierdo, M. y Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de la ciencia en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(6), 465-476.
- Ariza, L. G. y Parga, D. (2008). El conocimiento didáctico del contenido de los profesores de Química en relación con la combustión. Ponencia presentada en el Primer Coloquio Internacional y Tercer Nacional de Didáctica de las Ciencias Memorias. Universidad del Tolima.
- Bachelard, G. (1968). *La filosofía del no*. New York: The Orion Press.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Baxter, J. A. y Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education* (pp. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Komorek, M., Kross, A y Reiska, P. (2001). *Research in Science Education: Past, Present and Future*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Berry, A., Loughran, J. y Mulhall, P. (2006). Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge using resource folios. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA, USA.
- Benejam, P. (1986). *La formación de maestros, una propuesta alternativa*. Barcelona: Laia.
- Benejam, P. (1993). Los contenidos de la Didáctica de las Ciencias Sociales en la formación del profesorado. En L. Montero y J. M. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo.

- Benito, A. y Cruz, A. (2007). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de la Educación Superior*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones.
- Bell, B. (1998). Teacher development in science education. En B. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer academic publishers.
- Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: el programa de L. Shulman. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16, 113-124.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 9(2), 1-39.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.
- Briscoe, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teachers change. *Science Education*, 75(2), 185-199.
- Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. Instituto de didáctica de las matemáticas. Universidad de Bielefeld, Alemania. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 19-29.
- Butt, R., Raymond, D. y Yamagishi, L. (1988) Autobiographic Praxis: Studying the Formation of Teachers' Knowledge. *Journal of Curriculum Theorizing*, 7(4), 87-164.
- Campanario, J. M. (2002). Asalto al castillo: ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 315-325.
- Cano, E. (2005). *El portafolio del profesorado universitario. Un instrumento para la evaluación y para el desarrollo profesional*. Barcelona: Ediciones Octaedro, S. L.
- Carnicer, J. y Furió, C. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. *Investigación en la Escuela*, 47, 33-52.
- Carretero, M. y Limón, M. (1996). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica. En M. J. Rodrigo y Arnay (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate*. Buenos Aires: Aique.
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. En R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 291-310). New York: Macmillan.
- Chatterji, M. (2004). Evidence on "what works": an argument for extended- Term mixed-method (ETMM) evaluation design. *Educational Researcher*, 33(9), 3-13.
- Clark, C. M. y Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. En M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 255-296).

- Clermont, C. P., Krajcik, J. S. y Borko, H. (1993). The influence of an intensive in-service workshop on pedagogical content knowledge growth among novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 21-43.
- Clermont, C. P., Borko, H. y Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 419-441.
- Climont, N. y Carrillo, J. (2002). Una propuesta para la formación inicial de maestros. Ejemplificación: los triángulos, una situación de Primaria. *Revista EMA*, 7(2), 171-205.
- Cortina, A. (1992). Ética comunicativa. En V. Camps, O. Guariglia y F. Salmerón (Eds.), *Concepciones de la ética*. Madrid: Editorial Trotta.
- Dawkins, K. y Butler, S. (2001). Analyzing preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge regarding mole concept. Proceedings of the annual meeting of the Association for Teacher Education in Europe, Stockholm. Disponible en <http://www.soe.ecu.edu/csmte/research.htm>
- De Jong, O., Van Driel, J. H. y Verloop, N. (2005). Pre-service teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947-964.
- Duschl, R. y Gitomer, D. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implication for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 839-858.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking. A study of practical knowledge*. London: Croom Helm.
- Elliott, J. (1990). *La investigación acción en educación*. Madrid: Morata.
- Feiman-Nemser, S. (1983). Learning to teach. En L. Shulman y G. Sykes (Eds.), *Handbook of teaching and policy*. Nueva York: Longman.
- Fraser, B. y Tobin, K. (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 188-199.
- Furió, C. (2001). *Proyecto docente: didáctica de las ciencias experimentales*. Universitat de València – Estudi General.
- Furió, C. y Gil, D. (1999). Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesor de ciencias. En Memorias Educación Científica. Congreso iberoamericano de educación en ciencias experimentales. Formación permanente de profesores, 129-146. España: Publicaciones Universidad de Alcalá.

- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, G. y Romo, V. (2002). Spanish teachers' views of the goals of science education in secondary education. *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 39-52.
- Gabel, D. (1994). *Handbook of research on science. Teaching and learning*. New York: MacMillan Pub Co.
- Garrett, R. M., Satterly, D., Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12(1), 1-12.
- Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(1), 98-103.
- Garritz, A. (2006). Historia y retos de la formación de profesores (algo más sobre Lee Shulman). *Educación Química*, 17(3), 322-326.
- Garritz, A. (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del curso "Ciencia y Sociedad" a nivel universitario. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 226-246.
- 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: Kluwer Academic Publishers.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164.
- Gil, D., Furió, C. y Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la escuela*, 36, 49-63.
- González, F. L. (2000). *Investigación cualitativa en Psicología. Rumbos y desafíos*. México, D. F.: International Thomson Editores.
- Grossman, P., Wilson, S. y Shulman, L. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. En M. Reynolds (Ed.), *Knowledge Base for the Beginning Teacher* (pp. 23-36). New York: Pergamon Press.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hewson, P. W. y Hewson, M. G. (1989). Analysis and use of a task for identifying conceptions of teaching science. *Journal of Education for Teaching*, 15(3), 191-209.

- Izquierdo, M. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 3-4.
- Jiménez, M. P. y Sanmartí, N. (1997) ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En L. Del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Kuhn, S. T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Kyle, W. C., Linn, M., Bitner, B. L., Mitchener, C. P. y Perry, B. (1991). The role of research in science teaching: an NSTA Theme Paper. *Science Education*, 75(4), 413-418.
- Lakatos, I. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Latapí, P. (2002). *¿Cómo Aprenden Los Maestros?* Conferencia inaugural del Foro Ciudadano sobre Formación y Actualización de Docentes, Puebla, México.
- Leinhardt, G. y Smith, D. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter Knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 247-271.
- Linn, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), 191-216.
- Loughran, J. J., Berry, A. y Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching*. Dordrecht: Kluwer.
- Marcelo, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAC.
- Marcelo, C. (1992). *Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido*. Ponencia presentada al Congreso Internacional Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado, Santiago de Compostela, España.
- Marcelo, C. (2001). El aprendizaje de los formadores en tiempos de cambio. La aportación de las redes y el caso de la Red Andaluza de Profesionales de la Formación. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 5(1), 1-17. Disponible en: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev51ART2.pdf>.
- Martín, E. (2005). Educación primaria: mesa de especialistas. Una nueva ley, una nueva oportunidad de mejorar la formación del profesorado. Disponible en: <http://www.mecd.es/cscs/seminario-2005/educacion-primaria-mesa-especialistas.pdf>

- Martínez-Terrades, F. (1998). *La didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. Génesis, estado actual y perspectivas*. (Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia, España).
- Matthews, M. R. (1998). The nature of science and science teaching. En B. Fraser, y K. Tobin, (Eds), *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- McDermott, L. (1990). A perspective on teacher preparation in physics –other sciences -. The need for special science courses for teachers. *American Journal of physics*, 58(8), 734-742.
- Mella, O. (1998). *Naturaleza y orientaciones teórico-metodológicas de la investigación cualitativa*. Disponible en <http://www.reduc.cl/reduc/mella.pdf>
- Mellado, V. y González, T. (2000). La formación inicial del Profesorado de Ciencias. En: F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 535-555). Marfil: Alcoy.
- Moir, E. (1990). Phases of first-year teaching. *California New Teacher Project*. Disponible en: <http://www.newteachercenter.org/blog/phases-first-year-teaching>
- Munby, H. y Russell, T. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En B. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Mosquera, C. J. (2001). *Concepciones sobre enseñanza, aprendizaje, currículo y evaluación de profesores de Química en formación inicial* (Tesina de Investigación, Universitat de València, Valencia, España).
- Mosquera, C. J. (2008). La didáctica de las ciencias. Fundamento del conocimiento profesional de los profesores de ciencia. *Revista Electrónica El Educador*, 16-18.
- Mosquera, C. J. y Furió, C. J. (2008). El cambio didáctico en profesores universitarios de química a través de un programa de actividades basado en la enseñanza por investigación orientada. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (22), 115-154.
- Mosquera, C. J. (2009). *Propuesta de proyecto de investigación presentada al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Convocatoria 001 – 2009.
- Mora, W. y Parga, D. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en Química: integración de las tramas de contenido/histórico-epistemológicas con las tramas de contexto/aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (24), 54-74.
- Morine-Dersheimer, G. y Kent, T. (1999). The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.),

- Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching* (pp. 21-50). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mulholland, J. y Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767-790.
- Navío-Gámez, A. (2005). *Las competencias profesionales del profesor. Una visión desde la formación continua*. Barcelona: Ediciones Octaedro – EUB.
- Parcerisa, A. (Coord.). (2005). *Materiales para la docencia universitaria*. Barcelona: Ediciones Octaedro, S. L.
- Perales, F. J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Ed. Marfil.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Peterson, P. (1988). Teachers' and Students' Cognitive Knowledge for Classroom Teaching and Learning. *Educational Researcher*, 17(5), 5-14.
- Porlán, R. (1988). El pensamiento científico y pedagógico de maestros en formación. En: R. Porlán, E. García y P. Cañal (Eds.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada: Sevilla.
- Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores* (Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España).
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998a). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Diada.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998b). *La construcción del conocimiento profesional deseable*. Sevilla: Diada Editores.
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: Perales, F.J. y Cañal, P. (Editores) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Editorial Marfil: Alcoy, p.363 – 388.
- Pozo, J. I. (2000). Concepciones de aprendizaje y cambio educativo. *Ensayos y Experiencias*, 33, 4-13.
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. A. (2000). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozuelos, F. (1997). Unidades didácticas y dinámica de aula. En L. Lledó, F. Pozuelos y G. Travé (Eds.), *Investigar en la escuela: elementos de una enseñanza alternativa*. Sevilla: Diada Editora, Serie Fundamentos No. 7.

- Prats, J. (2005). Estudios de caso único como método para el aprendizaje de los conceptos históricos y sociales. *Cuadernos digitales. Monografía sobre Ciencias Sociales*. Recuperado el 8 de marzo de <http://quadernsdigitals.net>
- Rodríguez, J. (1995). *Formación de profesores y prácticas de enseñanza. Un estudio de caso*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Rodríguez, L. (2008). Autorregulación en el aprendizaje. En A. Ecribano y A. del Valle (Eds.), *El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Roehrig, A. D., Pressley, M. y Talotta, D. A. (2002). *Stories of beginning teachers: first-year challenges and beyond*. Notre Dame: University of Notre Dame.
- Rozada, J. M. (1997). *Formarse como profesor*. Madrid: Akal.
- Rué, J. (2009). *El aprendizaje autónomo en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Salazar, S. F. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, julio/diciembre, 1-18
- Schön, D. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- Shulman, L. y Sykes, G. (1986). *A national board for teaching: in search for a bold standard. A report for the task force on teaching as a profession*. New York: Carnegie Corporation.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Shulman, L. S. (1999). Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education* (pp. ix-xii). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Shulman, L. S. (2005a). Conocimiento y enseñanza: fundamento de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2), 1-30. Disponible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>
- Shulman, L. S. (2005b). El saber y entender de la profesión docente. *Estudios Públicos*, 99, 195-224.
- Simpson, R. D., Kobala, T. R., Oliver, J. S. y Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan Publishers.

- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- Talanquer, V., Novodvorsky, I., Slater, T. F. y Tomanek, D. A. (2003). Stronger role for science departments in the preparation of future chemistry teachers. *J. Chem. Educ.*, 80(10), 1168-1171.
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1988). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. México: Paidós.
- Tobin, K. y Espinet, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 105-120.
- Toulmin, S. (1972). *La comprensión humana: Vol. 1. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Treagust, D. F. y Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *Int. J. Sci. Educ.*, 25(11), 1353-1368.
- Van Driel, J. H., Verloop, N. y De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Van Driel, J. H. y De Jong, O. (2001). *Investigating the development of pre-service teachers' pedagogical content knowledge*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO.
- Veal, W. R. (1998). *The evolution of pedagogical content knowledge in prospective Secondary Chemistry teachers*. Proceedings of the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching, San Diego, CA., pp. 1-47. Recuperado de <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/98conference/veal2.pdf>
- Veal, W. R. y Makinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4). Disponible en <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>.
- Veenman, S. (1984). Perceived problems of beginning teachers. *Review of Educational Research*, 54, 143-178.
- Wilson, S. y Shulman, L. (1987). 150 different ways of knowing: representations of knowledge in teaching (pp. 104-124). En J. Calderhead (Ed.), *Exploring teacher thinking*. Eastbourne, England.
- Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea S. A. de Ediciones.

Carlos Javier Mosquera Suárez

Licenciado en Ciencias de la Educación con especialidad en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional en el programa ICFES – BID, y Doctor en Educación – Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Valencia (España). Es profesor titular de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y se desempeña como investigador y docente en los programas de Licenciatura en Química, Maestría en Educación y Doctorado en Educación. Dirige el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química (DIDAQUIM) y es autor de diversidad de artículos, libros de texto y libros resultados de investigación que versan principalmente sobre la ciencia química y la didáctica de las ciencias.

Este libro se
terminó de imprimir
en abril del 2016
en la Editorial UD
Bogotá, Colombia