

## **DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN:** Didáctica de la Química DIDAQUIM

**NOMBRE DE LA LÍNEA:** Cambio Didáctico y Formación del Profesorado de Ciencias

**DIRECTOR DE LA LÍNEA:** Carlos Javier Mosquera Suárez

**INTEGRANTES:** Carlos Javier Mosquera Suárez, Alvaro García Martínez, William Manuel Mora Penagos, José Ramón Bertomeu Sánchez y Sandra Isabel Enciso.

### **RESUMEN EJECUTIVO:**

En la actualidad, en el campo de conocimiento de la educación y en particular desde el ámbito de la didáctica de las ciencias, vienen buscándose alternativas para explicar la idea del “pensamiento docente espontáneo” y sus relaciones con las “representaciones de los profesores” y con las “concepciones docentes”, pues desde una perspectiva constructivista es muy importante la reflexión sobre el papel del pensamiento cotidiano y elaborado en el aprendizaje de las ciencias. Al ser el conocimiento cotidiano el orientador de pensamientos y acciones básicos e implícitos de los seres humanos, desde allí pueden ofrecerse explicaciones interesantes y lo suficientemente fuertes para comprender por qué muchas veces, a pesar de enseñanzas reiteradas de conocimientos científicos, las personas no aprendemos lo que se nos enseña. ¿Acaso será que se trata de enseñanzas que por decirlo de alguna manera, no nos proporcionan ayudas para “desplazar” o para “recontextualizar” nuestros conocimientos cotidianos?

¿Podría ser que algo similar ocurra las concepciones de los profesores sobre la enseñanza? En la medida en que un profesor, antes de alcanzar tan importante dignidad, ha sido estudiante, debemos suponer que ha consolidado una imagen cultural fuertemente arraigada hacia la enseñanza y el aprendizaje lo que favorece la elaboración de un conjunto de concepciones acerca de la enseñanza; en definitiva, se ha apropiado de un imaginario de la actividad docente y en general de las prácticas educativas como producto de una impregnación ambiental profunda sobre lo que es la enseñanza. A partir de allí podríamos encontrar explicaciones acerca del por qué muchas veces los profesores actuamos más por sentido común que apoyados en un conocimiento consistente que relacione teorías, predisposiciones y prácticas de mayor nivel de elaboración en relación con aspectos propios de la enseñanza.

## **ANTECEDENTES:**

La didáctica de las ciencias es un campo de conocimiento cuyas actividades derivadas van mucho más allá que el tratamiento de métodos y técnicas novedosas para enseñar ciencias. Pfund y Duit (2002) desarrollaron una importante recopilación de investigaciones en educación en ciencias lo que demuestra lo fructífero que ha resultado el trabajo en este campo del conocimiento educativo; de otra parte algunos Handbooks en este campo del conocimiento (Fraser y Tobin, 1998; Gabel, 1994; Perales y Cañal, 1998; Abell y Lederman, 2007), destacan importantes avances de la investigación en educación científica y dan cuenta, entre otros aspectos, de la situación problemática del aprendizaje de conocimientos científicos por parte los estudiantes, de las dificultades que tienen para apropiarlos, de las dificultades que generan para su enseñanza y de algunas experiencias innovadoras que se han desarrollado con el ánimo de superar dichas situaciones problemáticas.

Desde modelos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias, tales como el de investigación orientada, se considera que los aprendizajes pueden deberse a cambios fuertes de naturaleza conceptual, metodológica, actitudinal y ontológica sobre y hacia la ciencia y la actividad científica en relación con el conocimiento cotidiano; desde estos mismos enfoques se sugiere que el aprendizaje de la enseñanza de la ciencia por parte de los profesores implica cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales que en suma se consolidan en cambios didácticos. Dichos cambios revelan exigencias fuertes para el trabajo científico que implican la investigación por parte de personas que abocan la problemática de la formación continuada de los profesores. Hoy es evidente que dada la complejidad de la actividad docente, las dificultades de las prácticas educativas por lograr resultados exitosos de los estudiantes en términos de aprendizaje significativo, relevante y contextual culturalmente hablando, tienen que convertirse en fuentes de fortaleza para romper justamente, con lo que muchos autores han denominado la inercia ocasionada por la enseñanza habitual, centrada en modelos excesivamente transmisivos donde se parte del supuesto que el profesor es el protagonista absoluto en el acto educativo y que los estudiantes son espectadores que receptionan y asimilan los conocimientos impartidos por los profesores.

Por lo tanto, se procura en definitiva superar modelos habituales de enseñanza de las ciencias, incorporando las actividades docentes como una tarea colectiva de innovación, de investigación y de formación permanente, tarea colectiva que implica que comprendamos que los currículos, los contenidos y las secuencias de lo mismos, no deben ser abordados de manera individual por los profesores como si cada uno solamente debiera dar cuenta de los cursos que imparte, sino más bien para fortalecer y motivar la idea de orientación global de los programas y de la estructura compleja de los planes de estudio. En síntesis, para comprender que se hace necesario que la práctica profesional

docente efectivamente sea propuesta, organizada y desarrollada en equipos docentes colaborativos de trabajo que indagan, innovan e investigan sobre la enseñanza, el aprendizaje, el currículo, la evaluación y el papel de las ciencias en el reconocimiento y desarrollo cultural de las personas.

Un aspecto fundamental sobre el cual la investigación en didáctica de las ciencias ha dedicado especial atención, es el conocimiento del contenido de la asignatura por parte del profesorado, lo cual implica conocimientos que van mucho más allá de los contenidos teóricos. Estos son mucho más complejos y diversos tal y como lo sugieren Coll (1988) y Bromme (1988). Diversos estudios han mostrado la importancia de un conocimiento profundo de la materia a enseñar, hasta el punto de considerar que su ausencia constituye quizás, el obstáculo fundamental para una actividad docente innovadora; por ello se han clarificado los diversos aspectos que implican “saber en profundidad los conocimientos de la materia a enseñar”. Estos conocimientos, no solo tienen que ver con los conceptos, las teorías y los principios científicos (aspectos que se han convenido en denominar como “conocimientos disciplinares”), sino también incluyen los aportes de la epistemología y la historia de la ciencia (aspectos que se han convenido en denominar como “conocimientos metadisciplinares”).

De hecho, 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, de otra forma, en determinar los componentes del conocimiento base 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 específicas destinadas 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, 2007). 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.

Así 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 por ende hacia su enseñanza. Esta perspectiva profesional del profesor tiene implicaciones

pedagógicas, didácticas y culturales que estimulan cambios como lo son los procesos autorregulados de innovación en la práctica escolar, ya sea dentro del aula de clase de ciencia, o en los cursos de formación de profesores.

Por otra parte, para que sean óptimos estos procesos de innovación, y se obtenga un cambio didáctico eficaz y motivante para el propio profesorado, es apropiado involucrar los resultados de la investigación contemporánea en la Didáctica de las Ciencias, en ámbitos de trabajo como los realizados sobre la comprensión de los procesos de enseñanza – aprendizaje, formación de actitudes científicas, desarrollo de estrategias que favorezcan al conocimiento científico escolar, importancia de las concepciones alternativas e ideas previas, evaluación permanente del currículo, relación de los problemas socio-ambientales con la didáctica de las ciencias, entre otros, que contribuyan a desarrollar un sistema didáctico conformado por cambios conceptuales con relación a las nuevas tendencias científicas, epistemológicas y didácticas, sin dejar de lado la estimulación permanente que favorezca de modo asociado, cambios actitudinales y metodológicos que favorezcan 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 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, llamadas *plano práctico*. A pesar de esta fundamentación, la investigación demuestra aún fuertes inconsistencias entre lo que el profesor sabe en relación con todo aquello que hace (relación del plano cognoscitivo y del plano práctico); sumado a lo anterior se encuentra un fuerte descuido en el tratamiento de las actitudes del profesor como fuente para su desarrollo personal y profesional lo que genera distanciamientos con una motivación efectiva por constituirse como investigador en el aula. De nuevo, resulta entonces importante asumir procesos de formación inicial y permanente del profesorado entendidos como cambios didácticos que involucran conceptos, actitudes y metodologías de manera constante, simultánea y recíproca.

Una propuesta formulada por Lee Shulman (1986) es la que tienen que ver con la noción de “Conocimiento Pedagógico del Contenido”, PCK, según sus siglas en inglés (Pedagogical Content Knowledge). Este trabajo ha generado una corriente de investigación dirigida al estudio de los diferentes tipos e interacciones de conocimientos de los docentes, que permiten relacionar las actitudes y saberes dentro de la práctica profesional. Otros trabajos en educación (Marcelo, 1992; Bolívar, 1993; Mellado, 1994) abrieron este campo de estudio en los países hispano-parlantes y le dieron el nombre de *Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC).

Como se ha anotado anteriormente, los saberes de los profesores de ciencias sobre las metadisciplinas de la ciencia constituyen un factor fundamental para propiciar y motivar la práctica educativa como actividad de investigación en el aula e investigación escolar. De hecho, diversas investigaciones han demostrado que el conocimiento de la historia de la ciencia no sólo resulta ser un aspecto básico de la cultura científica general que un profesor precisa (Moreno, 1990), sino resulta ser una estrategia definitiva para poder asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción (Bevilacqua y Kennedy, 1983; Pessoa de Carvalho, 1988; Matthews, 1990; Matthews, 1994; Furió, Azcona y Guisasola, 1999; Solbes y Traver, 1996). De otra parte, la asociación entre trabajos propios de la investigación en Historia de la Ciencia con tranahos en torno a la Filosofía de las Ciencias, también resulta útil para evidenciar el papel de la historia de la ciencia con la posibilidad de superar la imagen simple de construcciones arbitrarias (Otero, 1985; Otero, 1989). Además se asocia la idea con conocer cuáles fueron las dificultades y los obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1938) que ha tenido que superar la comunidad científica, también como ayuda imprescindible para comprender las dificultades de los alumnos (Saltiel y Viento, 1985; Furió, Hernández y Harris, 1987; Domínguez y Furió, 2001) y para evaluar cómo evolucionan dichos conocimientos, cómo se han articulado en cuerpos coherentes y cómo se evita apropiarse de visiones estáticas y dogmáticas, que en general deforman la naturaleza del conocimiento científico (Gagliardi y Giordan, 1986).

El conocimiento de la epistemología de las ciencias, brinda claves para reconocer las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, la forma como los científicos abordan los problemas con la ayuda de la metafísica, la epistemología y la lógica como partes consustanciales de la filosofía de las ciencias. Los conocimientos en torno a la filosofía de las ciencias ayudan a desarrollar la noción de los contenidos procedimentales comprendiendo la importancia que tienen los criterios de validación y aceptación de las teorías científicas en la actividad de la investigación científica (Gil, 1986). Así pues, se trata de un conocimiento esencial para orientar adecuadamente las prácticas de laboratorio (Gil y Payá, 1988), para mejorar la resolución de problemas de lápiz y papel y para fundamentar las orientaciones actuales en didáctica de las ciencias sobre la resolución de problemas (Gil, Martínez - Torregrosa y Senent, 1988); fundamentalmente para favorecer la posibilidad del aprendizaje en los estudiantes a la manera de la construcción de conocimientos (Gil et al, 1991).

Se trata también de examinar las interacciones desde el conocimiento científico, la ciencia, la tecnología y la sociedad. Furió y Vilches (1997), Gruender y Tobin (1991) y Aikenhead (1985) conceden un importante reconocimiento a los contenidos actitudinales como elementos fundamentales para comprender la ciencia y la actividad científica por parte de los estudiantes, y en consecuencia para ser tratados por parte los profesores.

Esto es muy importante para generar una imagen no deformada del conocimiento científico, y sí más bien para comprender que se trata de una actividad que desarrollan hombres y mujeres de ciencias que dedican su vida al desarrollo del conocimiento y donde sus objetos de estudio pretenden la solución de problemas interesantes en diversos momentos históricos, problemas que podrían suscitar en caso de no ser resueltos, dificultades para el sostenimiento o el desarrollo de la vida y del mundo que nos rodea.

En esta medida, la epistemología de la ciencia ayuda a superar la imagen habitual del conocimiento científico entendido éste como un conjunto de experimentos raros y afortunados, que son más bien motivo de novedad para los estudiantes, que fuente de elaboración y asunción de un compromiso claro por comprender la naturaleza del conocimiento científico y en general por ayudar al desarrollo de los contenidos actitudinales. De hecho, la historia y la epistemología de la ciencia contribuyen a superar la imagen de la enseñanza de la ciencia como simple transmisión de contenidos conceptuales, olvidando otros aspectos de naturaleza metodológica y actitudinal. Otros autores han indicado que la enseñanza contemporánea de las ciencias debe superar los aprendizajes de cambios conceptuales, entendidos únicamente como cambios en los contenidos conceptuales olvidando el desarrollo de aspectos históricos y de aspectos metodológicos (Solbes y Vilches, 1989; Jiménez y Otero, 1990; Bybee y De Boer, 1994). La construcción colectiva en los profesores de ciencias debe entonces dirigirse a cómo comprender y poner en práctica claves para la enseñanza que no solamente tengan en cuenta aspectos conceptuales (conceptos, teorías y principios), sino considerar conjuntamente las relaciones prácticas de los conocimientos conceptuales y que obedecen a contenidos metodológicos que no son universales ni generales, sino por el contrario directamente ligados con los principios de las teorías. De igual forma, para considerar las implicaciones sociales de la ciencia mediante conocimientos actitudinales que permitan definir no solamente nuevas predisposiciones por parte de quien enseña o quien aprende hacia el conocimiento científico, sino para que dichas predisposiciones sean interiorizadas para vivenciar aplicaciones de los conocimientos en el contexto cultural, para comprender los modos de circulación de los desarrollos científicos y para fortalecer intereses individuales y colectivos en ámbitos democráticos e incluyentes.

### **JUSTIFICACIÓN:**

Esta y las demás líneas de investigación que aborda el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química DIDAQUIM, surgen como resultado del desarrollo curricular iniciado hace aproximadamente veinte años en el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Considerando que este programa por su naturaleza se especializa en la formación inicial y continuada de profesores de Química, fue necesario, para atender políticas institucionales de la Universidad Distrital y particularmente del proyecto educativo de la Facultad de Ciencias y Educación, y para

responder a problemáticas asociadas con indicadores de aprendizaje y uso de las ciencias en el contexto cultural de niños y jóvenes en la región próxima a Bogotá y en el país, integrar este propósito formativo con propósitos de investigación en los campos de la educación en ciencias y especialmente la educación en química. En tal sentido las líneas de investigación fortalecidas con resultados de proyectos de investigación, con programas de formación permanente de docentes de ciencias, y con aportes a desarrollos curriculares del programa de Licenciatura en Química, ha permitido consolidar experiencias dirigidas al cambio en concepciones, actitudes, y prácticas de profesores; a proponer rutas alternativas para considerar la formación inicial y continuada de profesores de ciencias en general y de química en particular tanto a nivel básico, como medio y superior; abordar relaciones interdisciplinarias entre la historia de la ciencia, la epistemología de la ciencia y la didáctica de la ciencia; así como a estudiar el desarrollo de la educación en ciencias en Colombia y el pensamiento científico, todo lo anterior como alternativa para proponer estrategias eficaces en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y en la construcción de ciudadanía a partir del fortalecimiento de la cultura científica en los diferentes sectores del acto educativo.

La educación científica es hoy considerada prioritaria para el desarrollo económico y socio cultural de las personas. Vivimos en un mundo impregnado por el desarrollo de la ciencia y de la tecnología. Sin embargo así como es necesario favorecer aprendizajes en estudiantes de diferentes niveles educativos que desmitifiquen la ciencia y que permitan a quien aprende explicar fenómenos naturales o artificiales desde una perspectiva científica y solucionar problemas relevantes a los contextos de las personas, también es importante apreciar la ciencia como una subcultura académica que ha generado no solo efectos positivos para las personas y para el mundo en general, y que por tanto debe tratársela en su real dimensión. La apropiación de aprendizajes significativos sobre las ciencias y de una visión crítica y responsable de la ciencia requiere la organización de currículos que subvaloren la idea de ésta como conocimiento perfecto, acabado, objetivo y neutral, con el propósito de pasar a considerarla como un conocimiento en permanente construcción que se valida por su consistencia interna y por su capacidad de resolver problemas en un espacio y tiempo determinados, que corresponde a invenciones humanas que se validan intersubjetivamente, que cambian constantemente y que se desarrollan bajo propósitos e intencionalidades muchas veces ajenas a los propios intereses de las comunidades científicas.

En consecuencia, las implicaciones sociales de la ciencia en lo cultural, lo político, lo científico e incluso en lo cotidiano requieren replantear las estrategias habituales de enseñanza. Hoy se hace relevante aproximar la manera como se produce, valida y transforma el conocimiento científico con las maneras que deberíamos seguir las personas para aprender ciencia, esto es, a partir de situaciones problemáticas y retadoras, transformar nuestras concepciones, ideas, creencias y practicas de modo que el resultado

sea un conocimiento útil e interesante. En este contexto se propone una educación científica que abordada con profesores y estudiantes de ciencias de diferentes niveles educativos, orientada desde currículos críticos y coherentes con la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias, en ciencias cognitivas y en historia y epistemología de las ciencias, favorezcan cambios en la forma de pensar, sentir y actuar respecto a y desde la ciencia, lo cual debe expresarse en forma oral, escrita, textual y actitudinal coherente con las lógicas de razonamiento científico y con el sentido cultural de la ciencia en los contextos sociales de los estudiantes.

### **PROPÓSITOS, METAS Y OBJETIVOS:**

Propósitos del Grupo de Investigación en Didáctica de la Química DIDAQUIM: El grupo de investigación en Didáctica de la Química se ha propuesto contribuir al estudio de la educación en ciencias naturales de nuestro país, con el ánimo de generar procesos educativos más ricos, contextuales y diversos que se ajusten mejor a nuestra realidad social y cultural. De esta manera, nos hemos propuesto aportar a la formación del profesorado de ciencias naturales y tecnología en los diferentes niveles educativos desde la básica primaria hasta la universidad. Esto implica un fuerte compromiso con la educación en ciencias naturales, ya que las reflexiones y acciones sobre la enseñanza no pueden estar descontextualizadas de la escuela, de los estudiantes y sus aprendizajes y menos aún de los contenidos que se trabajan en las aulas.

En consecuencia, el propósito de esta línea es generar pensamiento educativo crítico, reflexivo y propositivo mediante la investigación en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias, para favorecer su transformación de cara a aportar al cambio social positivo, a partir de la construcción de conocimiento escolar socialmente útil y nuevo mediante una formación científica y cultural pertinente en el profesorado de ciencias.

Metas de la Línea de Investigación en Cambio Didáctico y Formación del Profesorado de Ciencias:

Generar y consolidar espacios de reflexión científica en torno a problemáticas asociadas a la formación de profesores de ciencias en general y de química en particular en todos los niveles del sistema educativo, que permitan la formación de talento humano formado para ejercer una docencia e investigación calificada, mediante la formalización de alianzas estratégicas con pares nacionales e internacionales en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Objetivos de la Línea de Investigación en Cambio Didáctico y Formación del Profesorado de Ciencias:

1. Desarrollar proyectos de investigación e innovación en torno a problemáticas asociadas con la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias.
2. Asesorar instituciones educativas de diferentes niveles con miras a fortalecer su desarrollo curricular y la cualificación profesional de los profesores de ciencias con el propósito de alcanzar criterios propios de una educación de calidad.
3. Desarrollar procesos de formación inicial y permanente de profesores de ciencias que contribuyan a la redimensión de sus concepciones, actitudes y prácticas docentes y, por ende, a la consolidación de la profesión, tomando como referente los desarrollos teóricos y prácticos logrados por el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química DIDAQUIM en relación con modelos teóricos de cambio didáctico.
4. Fortalecer alianzas estratégicas con pares académicos de reconocimiento nacional e internacional que permitan proyectar al grupo para su consolidación como grupo de referencia en investigaciones e innovaciones en torno al Cambio Didáctico y Formación del Profesorado de Ciencias.

#### **ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS:**

Producto de la investigación educativa en relación con la problemática sobre la formación de profesores de ciencias, se han logrado avances que dan cuenta de la complejidad epistémica y didáctica de las prácticas de los docentes, lo cual ha permitido establecer una serie de características que trascienden la enseñanza y superan el concepto artesanal y vocacional de la actividad del profesor.

Las primeras investigaciones y experiencias curriculares en Didáctica de las Ciencias respondían a la solución de problemas puntuales, desarticulados y muchas veces ateóricos (Klopfer, 1983), o simplemente se consideraban como una aplicación práctica de las denominadas Ciencias de la Educación (Pérez-Gómez, 1978). Implícitamente, lo que aquí se consideraba era que la didáctica correspondía a un asunto instrumental de la pedagogía; sin embargo, esta concepción no pudo solucionar problemas relacionados con la persistencia de errores conceptuales de los estudiantes y con el mantenimiento de ideas de sentido común en relación con teorías científicas y con la naturaleza de la ciencia (Gil-Pérez, Carrascosa & Martínez-Terrades, 1999). Por otra parte, las investigaciones en psicología educativa trazaban propuestas para la solución de problemas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, lo que llevaba a olvidar los propios conocimientos que se enseñan para la solución de esos problemas. Lee S. Shulman (1992) criticó irónicamente esta falta de atención como el “paradigma perdido”. Sin embargo, los intentos de aplicar teorías psicológicas a la problemática asociada con la educación científica tampoco dieron

los resultados esperados, pues como se reconoció años más tarde, no era posible hablar de problemas de aprendizaje “generales” para ser solucionados con estrategias generales. Los propios resultados de la investigación en psicología educativa refutaron la idea de la equipotencialidad de los aprendizajes, según la cual diferentes individuos podrían aprender cualquier clase de conocimiento siguiendo las mismas leyes (Pozo, 1989).

Factores de carácter social, político, económico y educativo, entre otros, han ido consolidando el desarrollo de la Didáctica de las Ciencias como cuerpo específico de conocimientos. a finales de la década de los 70 del siglo XX, cuando se fortalece la discusión crítica en relación con el modelo educativo en ciencias dominante hasta ese momento, correspondiente al movimiento del aprendizaje por descubrimiento, comienza a emerger un cuerpo disciplinar que hoy consideramos como la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Desde aquella época, es posible caracterizar un período que, como menciona Furió (2001), corresponde a la “época prodigiosa”, cuando la Didáctica de las Ciencias se caracteriza como un cuerpo preparadigmático, en el cual adquiere un protagonismo importante el denominado movimiento de las concepciones alternativas.

El trabajo Epistemology and context in research on learning to teach science, de Hugh Munby y Tom Russell (1998), desarrollado en el International Handbook of Science Education, resalta por una parte que las investigaciones en el campo de la formación de profesores han adquirido relevancia como dominio particular en la investigación en Educación Científica y por otra, que se está dando una relativa importancia al conocimiento práctico de la enseñanza. al respecto, en el contexto de la formación de profesores, se sugiere en la actualidad que los modelos y los programas, resulten ser consistentes con los resultados de la investigación en Didáctica de las Ciencias y que a su vez sean eficaces para el desarrollo profesional de los docentes. De esta manera, se busca 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, así como en la participación activa en modelos conceptuales y metodológicos propios de la enseñanza de las ciencias.

Trabajos citados por Porlán (1998) y por Gil-Pérez, Carrascosa y Martínez-Terrades (1999) hacen referencia al interés reciente en los procesos de formación de profesores en lo que tiene que ver con el “aprendizaje significativo de enseñar ciencia”, que no es otra cosa que el ámbito propio específico de lo que hoy conocemos como Didáctica de las Ciencias Experimentales.

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 implica, desde esta perspectiva, 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 esperadas 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 sugerido (Mosquera & Furió, 2008) busca por la vía del cambio didáctico —el cual se entiende como cambio en concepciones, en actitudes y en esquemas de acción del profesorado— modificaciones que van desde las manifestaciones que puedan encontrarse habituales en relación con la enseñanza y con el aprendizaje de las ciencias hacia otras maneras de interpretar, de desarrollar y finalmente de explicitar lo que ha de ser el proceso propio de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Un cambio didáctico, aprendido de manera internalista y por tanto sobre la reflexión consciente del profesor, implica cambios en la forma de pensar, de sentir y de actuar con los cuales podrían solucionarse 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 mediante la impregnación ambiental que el profesor ha apropiado a lo largo de su vida como estudiante y que después como profesor mediatiza con actitudes y comportamientos explícitos en el aula de clase; esta epistemología personal docente, en muchos casos puede constituir 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 como lo expresan Tobin y Espinet (1989) y Carretero y Limón (1996). Podría afirmarse que los 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 genera 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 (Murillo-Esteba, 2003; Zabalza, 2003).

De hecho, los cambios didácticos manifestados en modificaciones tanto en la epistemología personal docente como en la práctica docente, no son fáciles de lograr. Por ello, en la línea de investigación en Didáctica de la Química, DIDAQUIM, de la Universidad Distrital de Bogotá, Colombia, hemos propuesto que los procesos de formación de profesores se organicen sobre la base de las orientaciones de modelos didácticos asociados con la enseñanza de las ciencias por investigación dirigida. De modo equivalente al tratamiento para la enseñanza de conocimientos científicos desde una perspectiva constructivista, que considera la necesidad de cambios de naturaleza conceptual, metodológica y actitudinal, para 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.

El nivel conceptual en las concepciones de los profesores le da sentido al nivel práctico en la actuación del docente, dependiendo del tipo de actitudes que el profesor asuma y explicita en su trabajo docente, esto es, las concepciones del profesor guían sus ideas, sus creencias, sus grados de aceptación o de rechazo y sus decisiones. todo ello se refleja en las acciones que en la práctica adelanta el profesor en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. a partir de esta tesis, se puede plantear a título de hipótesis, que la incoherencia entre lo que sabe el profesor (nivel conceptual: conocimientos y concepciones) con lo que hace en la práctica (nivel operativo: esquemas de acción) se debe al deficiente desarrollo de un tercer valor agregado en la actividad profesional del docente: las actitudes del profesor (nivel cognitivo: ideas, creencias, valores y orientaciones para las decisiones). Por lo anterior, para nosotros, los programas de formación del profesorado para propiciar cambios didácticos que no involucren componentes conceptuales, actitudinales y metodológicas de manera simultánea, relacionada y coherente son impensables.

Desde esta perspectiva, resulta pertinente que los programas de formación de profesores tengan en cuenta las propias vivencias de clase y los problemas cotidianos que los profesores enfrentan, así pues, se trata no de programas de formación de profesores planeados a priori rigurosamente, pues serían de alguna manera “artificiales” en relación con la práctica docente del profesor y con las realidades que a diario vive en su práctica docente.

La preponderancia de la integración teoría didáctica-práctica docente ha de permitir la formación de actitudes positivas del profesorado de ciencias hacia la innovación y la investigación didáctica, ya que favorece un interés más explícito por parte del profesor hacia la actividad docente entendida como una práctica profesional fundamentada en conocimientos y prácticas coherentes con teorías y metodologías especializadas en el estudio de la educación ciudadana y los problemas asociados con la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y el currículo, entre otros. La investigación reciente en el ámbito

de la formación del profesorado de ciencias viene entregando resultados prometedores que podrían sentar bases para la obtención de mejores resultados, en tanto que la eficacia de programas de formación docente apoyados en modelos de enseñanza por investigación orientada y que favorecen el desarrollo de competencias docentes al integrar coherentemente cambios de tipo conceptual, metodológico y actitudinal del profesorado hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, promueve el desarrollo de epistemologías y prácticas docentes coherentes con los resultados de la investigación contemporánea en Didáctica de las Ciencias.

Por último, habría que decir que modelos de formación de esta naturaleza podrían favorecer esquemas de actuación dinámicos que estimulan a mediano plazo la inserción de los profesores en tareas propias de la innovación desde la Didáctica de las Ciencias, es decir, que estos profesores pueden terminar por abandonar una práctica que los reduce únicamente a ser consumidores acríticos de resultados de la investigación en educación científica para pasar más bien a ser parte activa y agentes protagónicos dentro de la comunidad de profesores que investigan en este nuevo ámbito del conocimiento educativo.

#### **TESIS ASOCIADAS:**

- **Diseño de Unidades Didácticas en torno a concepciones sobre Discontinuidad de la Materia, Cambios de la Materia y Cuantificación de Relaciones en Química. Una mirada desde las nociones científicas de Interacción.** 2006 – 2007. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. Sonia Teresa González, José Ignacio Santos, Adry Lilibiana Manrique, Carlos Hernández, Pablo Antonio Archila, Adriana Marcela Rodríguez.
- **Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la estequiometría en la Escuela de Química de la Universidad tecnológica de Pereira.** 2008. Universidad Tecnológica de Pereira. Investigación de Maestría. José Raúl Loaiza.
- **Impactos en las concepciones y en las prácticas de profesores de química debidos a la incorporación de nuevas tecnologías de la comunicación y la información en Unidades Didácticas.** 2007 – 2008. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. Sandra Mayerly Larrota y Mario Alejandro Gómez.
- **Diseño de Trabajos Prácticos de Laboratorio orientados por el Modelo Didáctico de Enseñanza por Resolución de Problemas. Efectos en el aprendizaje de los estudiantes y en la cultura escolar.** 2007. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. Julie Marcela Rueda y Diana Hernández.

- **Inclusión de la Dimensión Ambiental en un currículo escolar de ciencias.** 2009. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. Tulio Sánchez Segura, Félix Daniel Urrea y Daniel Fernando Yanguma.
- **Propuesta de trabajo colaborativo para el favorecimiento de cambios didácticos en profesores de química en formación inicial y en ejercicio.** 2011. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. María Elvira Sánchez y Carlos Andrés Solano.
- **Diseño de un aula virtual de Historia de la Química sustentada en resultados de la investigación actual en Didáctica de las ciencias.** 2011. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Química. Ingrith Esperanza Acosta y Leidy Johanna Galindo.
- **Las Competencias cognitivo-lingüísticas y el desarrollo de la argumentación como indicadores del Cambio Didáctico en la formación inicial del profesorado de Ciencias.** En curso. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctorado en Educación – Énfasis en Educación en Ciencias. Pablo Antonio Archila.
- **La teoría del Cambio Didáctico como experiencia contextual en la formación de los profesores de Ciencias.** En curso. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctorado en Educación – Énfasis en Educación en Ciencias. Rubén Hernández Barbosa.

#### PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS:

- **La Ciencia en las aulas del siglo XIX: libros de texto, practicas de enseñanza e instrumentos científicos.** Investigació Universitat De Valencia. 31/12/06. Terminado.
- **La formación pedagógico didáctica de educación superior en su desempeño profesional en la relación docencia e investigación. Un estudio en el contexto de las relaciones CTS.** COLCIENCIAS y Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico, UD. 10/12/2006 Terminado.
- **Inclusión de los contenidos ambientales en la docencia universitaria.** Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC. 2006-2008. (Contrato: 019 de 2006). 4 / 10 /2006 Terminado

- **El cambio en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de química.** Universidad de Valencia 15/12/2007 Terminado.
- **Impacto en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias naturales de un currículo articulado desde las concepciones científicas de interacción.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 30/10/2007 Terminado.
- **Concepciones de profesores de ciencias sobre diversidad cultural.** Colciencias – Universidad Distrital UDFJC. 30/01/2009 En curso
- **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.** Universidad Distrital UDFJC. 20/01/10 En curso

#### **REDES O VÍNCULOS CON ACADÉMICOS Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN:**

- **Asociación Colombiana de Educadores en Ciencias y Tecnología. EDUCYT.**
- **Departamento de Historia de la Ciencia y de la Documentación. Universidad de Valencia. Dr. José Ramón Bertomeu Sánchez.**
- **Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. Dr. Carles Furió Más, Dr. Daniel Gil Pérez, Dra. Amoparo Vilches, Dr. Jordi Solbes.**
- **Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Universidad Autónoma de Barcelona. Dra. Neús Sanmartí, Dra. Mercé Izquierdo.**

#### **AVANCES:**

Desde la línea de Investigación en Cambio Didáctico y Formación del Profesorado de Ciencias, el grupo de Investigación en Didáctica de la Química DIDAQUIM ha desarrollado diversos Programas de Formación de Profesores, orienta el desarrollo curricular del componente profesional del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital, ha elaborado a través de proyectos de investigación un importante número de unidades didácticas y de programas de actividades orientadas a la enseñanza de teorías y conceptos de la química así como a desarrollar habilidades, destrezas y actitudes alternativas a las convencionales en relación a las concepciones y prácticas científicas en estudiantes, ha producido un importante número de artículos, libros de texto, libros de investigación, capítulos de libro y comunicaciones relacionadas con la investigación sobre

la formación de profesores de ciencias, y ha participado con conferencias, ponencias y talleres en varios encuentros locales, nacionales e internacionales en educación en ciencias en general y en formación de profesores de ciencias en particular. En el Grupo del Grupo y en los respectivos CVLac de los integrantes se da cuenta de dicha productividad.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Abell, S. K. & Lederman, N. G. (2007). Handbook of Research on Science Education. New York: Routledge.

Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. Rev. Eureka Enseñanza y Divulgación Científica; pp. 21-46

Adúriz, 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; pp. 465-476

Astolfi, J. P. (2001). Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Sevilla: Díada Editora, S.L.

Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston. Versión española: Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: trillas. Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, h. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

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., Graber, W., Komerek, M., Kross, a. & Reiska, E. (2001). Research in science education: past, present and future. Dordrecht: Kluwer academic Publishers.

Bell, B. (1998). Teacher development in science education. En Barry Fraser & Kenneth g. tobin (eds). International Handbook of Science Education, 681-693. London: 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 (April 3-6).

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 Montero, L. y Vez, J.M. (Eds.) Las Didácticas específicas en la formación del profesorado. Santiago de Compostela: Tórculo.

Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: el programa de L. Shulman. Rev. Interuniversitaria de Formación del Profesorado; pp. 113-124.

Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. Revista de currículum y formación del profesorado; pp. 1-39

Brickhouse, N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. Journal of Teacher Education. Vol. 41(3); pp. 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.

Butt, R., Raymond, D. and Yamagishi, L. (1988). Autobiographic Praxis: Studying The Formation of Teachers' Knowledge. Journal of Curriculum Theorizing, Vo. 7, No. 4, pp. 87-164.

Carnicer, J. & Furió-Mas, C. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. Investigación en la Escuela, 47, 33-52.

Carretero, M. (1987). Prólogo. En Juan Ignacio Pozo, El aprendizaje de las ciencias y el pensamiento causal. Madrid: Visor.

Carretero, M. & Limón, M. (1996). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica. En María José Rodrigo & José Arnay (eds.). La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate. Buenos aires: Aique.

Cartes, K. (1990). Teachers' Knowledge and Learning to Teach. En R. Houston (Ed.). Handbook of Research on Teacher Education, New York, Macmillan, pp. 291-310.

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., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' Thought Processes. En M.C. Wittrock (Ed.), Handbook of research on teaching, pp. 255-296.

Claxton, G. (1987). Vivir y aprender. Madrid: Alianza Psicología.

Clermont, C.P., Borko, H., & 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.

Clermont, C.P., Krajcik, J.S., & 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.

Climent, N. y Carrillo, J. (2002). Una propuesta para la formación inicial de maestros. Ejemplificación: Los triángulos, una situación de Primaria. Revista EMA. vol.7(2), 171-205. Una empresa Docente (Bogotá, Colombia).

Coll, C. (1988). Conocimiento psicológico y práctica educativa. Barcelona: Barcanova.

Cortina, A. (1992). Ética Comunicativa. En: Concepciones de la Ética. Ed. por V. Camps, O. Guariglia y F. Salmerón. Editorial Trotta. Madrid; pp. 182

Cotham, J. C. & Smith, E. L. (1981). Development and validation of the conceptions of Scientifics theories test. Journal of Research in Science Teaching, JRST, 18 (5), 387-396.

Curtis, F. D. (1926). A Digest of Investigations in the Teaching of Science. Philadelphia: Blakiston & Co. Inc.

Dawkins, K., 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. Versión electrónica <http://www.soe.ecu.edu/csmte/research.htm>

De Jong, O., Driel, J.H. Van, & Verloop, N. (2005). Pre-service teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. Journal of Research in Science

Teaching; p.p 947-964.

Driver, R. P. (1973). The representations of conceptual frameworks in young adolescents science students. Tesis Doctoral. University of Illinois. Urbana, Illinois.

Duschl, R. & Gitomer, D. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implication for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching, JRST*, 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 (Editores). *Handbook of teaching and policy*. Nueva York: Longman.

Fraser, B. J. (1998). Science learning environments: assessment, effects and determinants. En Barry Fraser & Kenneth g. tobin (eds). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer academic Publishers.

Fraser, B. & tobin, K. g. (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer aca- demic Publisher.

Furió-Mas, C. (1994). tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21357/93312>

Furió-Mas, C. (2001). *Proyecto docente: didáctica de las ciencias experimentales*. Valencia: Universitat de València – Estudi general.

Furió-Mas, C. & gil-Pérez, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 257- 265. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51272/93017>

Furió-Mas, C., Vilches, a., Guisasola, J. & Romo, V. (2000). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? Valencia: Universidad de Valencia.

Gabel, D. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan Pub.

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, <http://www.apaceureka.org/revista/Larevista.htm>.

Gil-Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69- 77. Disponible en: [http://www.cneq.unam.mx/cursos\\_diplomados/diplomados/anteriores/medio\\_superior/gr/03\\_mat/construc/que\\_hemos\\_de\\_saber.pdf](http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/anteriores/medio_superior/gr/03_mat/construc/que_hemos_de_saber.pdf)

Gil-Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154-164. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21355/93310>

Gil-Pérez, D. (1997). *Proyecto docente*. Valencia: Universidad de Valencia.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J. & Martínez-Terrades, F. (1999). *La didáctica de las ciencias: una disciplina emergente y un campo específico de investigación*. Valencia: Universitat de València.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Furió-Mas, C. & Martínez- Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Gilbert, J. K. & Swift, D. J. (1985). Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative concep- tions research programs. *Science Education*, 69 (5), 681-696.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. En J. GESS-NEWSOME y N. G. LEDERMAN (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education* (pp. 3-17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Ithaca, New York, Cor- nell University Press.

Grossman, P., Wilson, S. and Shulman, L. (1989). Teachers of Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. En M. Reynolds (Ed.). *Knowledge Base for the Beginning Teacher*,

New York, Pergamon Press, pp. 23-36.

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*, Vol. 15(3); pp. 191-209.

Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12 (1), 25-57.

Hodson, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: some preliminary findings. *Interchange*, 24 (1&2), 41-52.

Izquierdo, M. (1999). aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra.

Jenkins, E. (2001). Science Education as a field of research. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1 (1), 9-21.

Jiménez-aleixandre, M. P. & Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria. En Luis del Carmen (co- ord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Kelly, g. (1955). *The Psychology of Personal Constructs*. New York: Norton.

Klopfer, L. E. (1983). Research and the crisis in science education. *Science Education*, 67 (3), 283-284.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of teacher's views. *International Journal of Science Education*, 11 (2), 173- 184.

Kyle, W. C., Linn, M., Bitner, B. L., Mitchener, C. P. & Perry, B. (1991). The role of research in Science teaching: an NSTa [National Science teachers association] theme paper. *Science Education*, 75 (4), 413-418.

Latapí, P. (2002). ¿Cómo aprenden los maestros? Conferencia inaugural del Foro Ciudadano sobre Formación y Actualización de Docentes, realizado el 8 de noviembre en

Puebla, México. En: Observatorio Ciudadano de la Educación, Comunicado. [www.observatorio.org](http://www.observatorio.org)

Lederman, N. g. (1992). Student's and teacher's con- ceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching, JRST, 29 (4), 331-359.*

Leinhardt, G. and Smith, D. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter Knowledge. *Journal of Educational Psychology, Vo. 77, No. 3, pp. 247-271*

Linn, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recom- mendations. *Journal of Research in Science Teaching, JRST, 24 (3), 191-216.*

Loughran, J. J., Berry, A. y Mulhall, P. (2006). Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Magnusson, S., Krajcik, J. and Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, and N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Mahwah, N. J., Erlbaum, L., Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149).

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, 6 de julio de 1992).

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),* <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. [Online]. Disponible en: <http://www.mecd.es/cesces/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. Valencia: Universidad

de Valencia.

Mella, O. (1998). Naturaleza y orientaciones teórico – metodológicas de la investigación cualitativa. Disponible en <http://www.reduc.cl/reduc/mella.pdf>

Mellado-Jiménez, V. & González-Bravo, t. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En Francisco Javier Perales-Palacios & Pedro Cañal de León (eds.). Didáctica de las ciencias experimentales, 535-555. Alcoy: Marfil.

Moir, E. (1990). Phases of first-year teaching. California New Teacher Project. California Department of Education (CDE) [Online]. Disponible en: <http://www.newteachercenter.org/article3.html>.

Mora, W.M., Parga, D.L. 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: TEΔ* No. 24, 2008, pp. 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, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Mosquera, C.J. (2008). La didáctica de las ciencias. Fundamento del conocimiento profesional de los profesores de ciencia. *Rev. Electrónica el Educador*, p.p. 16 -18.

Mosquera, C. J. (2008). El cambio en la epistemología y en la práctica docente de Profesores universitarios de Química. tesis Doctoral. Valencia: Universidad de Valencia.

Mosquera, C.J. (2009) 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. Propuesta de proyecto de Investigación presentada a: Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Convocatoria 001 – 2009.

Mosquera, C. J. & Furió-Mas, 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. *Re- vista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (22), 115-154.

Mosquera-Suárez, C. J. (2011). La investigación sobre la formación de profesores desde la perspectiva del cambio didáctico. *Magis*, Revista Inter- nacional de Investigación en

Educación, 3 (6), 265-282.

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.

Munby, h. & Russell, t. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En Barry Fraser & Kenneth G. Tobin (eds). *International Handbook of Science Education*, 643-666. London: Kluwer academic Publishers.

Murillo-Esteba, P. (2003). Formas de entender el aprendizaje de los estudiantes universitarios: teorías y Modelos del aprendizaje adulto. En Cristina Mayor-Ruiz (coord.). *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior*. Barcelona: Octaedro, Ediciones Universitat de Barcelona, EUB.

Oliver, S. & Koballa, t. (1992). Science Educators use of the concept of belief. Paper presented at the 65th annual meeting of the National association for Research in Science teaching. Boston.

Perales-Palacios, F. J. & Cañal de León, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil. Pérez-Gómez, Á. I. (1978). *Las fronteras de la educación. Epistemología y ciencias de la educación*. Madrid: Zero.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó, Colección Biblioteca del Aula.

Peterson, P. (1988). Teachers' and Students' Cognitional Knowledge for Classroom Teaching and Learning. *Educational Researcher*, Vo. 17, No. 5, pp. 5-14.

Piaget, J. (1999 [1947]). *La psicología de la inteligencia*. Madrid: Psique.

Pope, M. L. & Gilbert, J. (1983). Personal experience and the construction of knowledge in science. *Science Education*, 67 (2), 193-203. Pope, M. L. & Scott, E. M. (1983). teacher's epis- temology and practice. En Rob Halkes & John K. Olson. *Teacher thinking: a new perspective on persisting problems in education*, 259-275. amsterdam-Lisse, Holland: Swets & Zeitlinger.

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

Porlán, R. (1998). *Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias*. Enseñanza de

las Ciencias, 16 (1), 175-185. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/83243/108226>

Porlán, R. & Rivero, A. (1998). La construcción del conocimiento profesional deseable. Sevilla: Díada.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Díada.

Porlán, R., Rivero-García, A. & Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los Profesores/as I: teoría, métodos e instrumentos. Enseñanza de las Ciencias, 15 (2), 155-171. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v15n2p155.pdf>

Porlán, R., Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los Profesores/as II: Estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), 271-288. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21534/21368>

Porlán, R., Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En Francisco Javier Perales-Palacios & Pedro Cañal de León (eds.). Didáctica de las Ciencias Experimentales, 363-388. Alcoy: Marfil.

Pozo, J. I. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata. Pozo, J. I. & Gómez-Crespo, M. a. (1997) ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En Luis del Carmen (coord.). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Barcelona: Horsori.

Pozo, J. I. (2000). "Concepciones de aprendizaje y cambio educativo". Ensayos y Experiencias, Vol 33; pp. 4-13.

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. Universidad de Huelva. España.

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.

Salazar, S.F. El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. Rev. Actualidades Investigativas en educación. Julio/Diciembre 2005, pp. 1-18.

Schon, D. (1987). Educating the Reflective Practitioner. Jossey-Bass, San Francisco.

Schön, D. (1992). La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y aprendizaje en las profesiones. Barcelona: Paidós.

Schwab, J. J. & Harper, W. R. (1970). The practical: a language for curriculum. Washington: National Education association. Disponible en: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED038332.pdf>

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. Traducción castellana (2005): El saber y entender de la profesión docente. Estudios Públicos, 99, 195-224.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22. Traducción castellana (2005): Conocimiento y enseñanza: fundamento de la nueva reforma. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 9(2), <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>.

Shulman, L. S. (1992). Renewing the pedagogy of teacher education: the impact of subject-specific conceptions of teaching. En María Lourdes Montero-Mesa & José Manuel Vez (eds.). Las didácticas específicas en la formación del profesorado. Santiago de Compostela: tórculo.

Shulman, L. S. (1999). Foreword. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching (pp. ix-xii). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Simpson, R. D., Koballa, t. R., Jr., Oliver, J. S. & Crawley, F. E., III (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Dorothy gabel (ed). Handbook of Research on Science Teaching and Learning, 211-236. New York: MacMillan Pub.

Stenhouse, L (1984). Investigación y desarrollo del currículo. Madrid, Morata.

Strike, K. & Posner, g. J. (1992). a revisionist theory of conceptual change. En Richard A. Duschl & hamilton, R. (eds.). Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice, 147-176. Albany, New York: State University of New York, SUNY.

Talanquer, V., Novodvorsky, I., Slater, T. F.,Tomanek, D., A Stronger Role for Science Departments in the Preparation of Future Chemistry Teachers, J. Chem. Educ., 80(10), 1168- 1171, 2003.

Taylor, S y Bogdan, R. (1988) Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación. Paidós. México, DF.

Treagust, D. F., Mamiala, T. L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations, Int. J. Sci. Educ., 25(11), 1353-1368, 2003.

Tobin, K. G., Tippins, D. & Hook, K. (1993). The long hard road form objec- tivism to constructivism. Paper presented at the annual meeting of the Second International Conference of the history and Philosophy of Science teaching Conference.

Tobin, K. g. & Espinet, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. Journal of Research in Science Teaching, JRST, 26 (2), 105-120.

Van Driel, J. H., Verloop, N. y De Vos, W. (1998b). 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, Versión electrónica consultada el 20 de febrero, 2004, en la siguiente URL: <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/98conference/veal2.pdf>

Veal, W.R., & Makinster, J.G. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. Electronic Journal of Science Education, 3 (4). [<http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>].

Veenman, S. (1984). Perceived problems of beginning teachers. Review of Educational

Research, 54, 143-178.

Viennot, L. (1976). Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. Tesis Doctoral. Université Paris 7. Paris (1979, Paris: Herman).

Wilson, S. and Shulman, L. (1987). "150 Different Ways" of Knowing: Representations of Knowledge in Teaching". En J. Calderhead (Ed.). Exploring Teacher Thinking, Eastbourne, England, pp. 104-124.

Yuen, C. Y. (2009). Dimensions of diversity: Challenges to secondary school teachers with implications for intercultural teacher education. Teaching and Teacher Education, 1-10.

Zabalza-Beraza, M. a. (2003). Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional. Madrid: Narcea.