

EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES NÓVELES Y EXPERTOS¹

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF THE SCIENCE TEACHING IN THE INITIAL AND CONTINUING TRAINING OF TEACHERS.

MARÍA ELVIRA SÁNCHEZ² – mariaesh@gmail.com

CARLOS ANDRÉS SOLANO² – karlosasc@hotmail.com

CARLOS JAVIER MOSQUERA³ – cmosquera@udistrital.edu.co

2. Docentes en formación Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Grupo de investigación en Didáctica de la Química “DIDAQUÍM”

3. Profesor Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Director del Grupo de investigación en Didáctica de la Química “DIDAQUÍM”

RESUMEN

En esta investigación se pretende mostrar la experiencia de una estrategia innovadora en metodologías de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, aplicada en el Programa de Formación de Profesores del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá – Colombia. El propósito ha sido el de generar una nueva perspectiva de profesionalización de la actividad docente mejorando los sistemas de Formación Inicial y Continuada de Profesores de Ciencias. Para lograr esto, se identificó el Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores expertos y novatos y se hizo seguimiento a los resultados de la implementación de la estrategia con el apoyo del Software ATLAS.ti ® para determinar los cambios en estos conocimientos, para establecer vínculos entre los Profesores noveles y expertos con un deseable de referencia y para finalmente generar cambios y procesos de autorregulación de las prácticas docentes.

PALABRAS CLAVES. Conocimiento didáctico del contenido, formación inicial, formación continuada, docente experto y novel, equipos colaborativos de trabajo.

ABSTRACT.

This research aims to show the experience of an innovative approach in teaching-learning of science, applied at the Teacher Training Program Curriculum Degree Project in Chemistry from the Universidad Distrital Francisco José de Caldas in Bogotá - Colombia. The propose was to generate a new perspective on professionalization of teaching by improving the

¹ Este artículo hace parte de los resultados obtenidos en el Proyecto de Investigación “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”, financiado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico CIDC, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

systems of initial and ongoing training of science teachers. To achieve this, we identified the pedagogical content knowledge of experienced teachers and novices and tracked the results of the implementation of the strategy supported by ATLAS.ti ® Software to determine changes in this knowledge, to establish links between new teachers and experts with a desirable reference and to ultimately bring about change and processes of self-teaching practices.

KEY WORDS. Pedagogical content knowledge, Initial Training and Continuing Education, novice and experienced teacher, Collaborative Working Team.

Introducción

Las fuentes primordiales de renovación de las prácticas escolares se generan en gran medida en las innovaciones que adelantan los profesores tomando como referencia 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 favorecen el desarrollo del conocimiento científico escolar, y la *Formación de Profesores*. Es este último aspecto sobre el cual se centra la atención de esta investigación, buscando principalmente que el profesor adquiriera un enfoque autorregulado y progresivo hacia su ser, saber y saber hacer, enmarcado en revisiones personales que realice sobre las connotaciones propias que tiene de la ciencia, su naturaleza, epistemología, enseñanza y aprendizaje.

La investigación ha buscado que docentes de ciencias 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 en 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, finalmente, formarse continuamente bajo procesos que vinculen la acción, la reflexión y el trabajo cooperativo.

Lo anterior hace necesaria la implementación de nuevas estrategias de formación de profesores apoyadas, en nuestro caso particular, en el modelo epistemológico constructivista y en el modelo didáctico por investigación orientada, de cuya integración hemos supuesto se abre el camino hacia el favorecimiento de cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales del profesorado hacia la ciencia y hacia la enseñanza de las ciencias. Las características de estos modelos alternativos de formación de profesores de ciencias tienen en cuenta las ideas, los intereses, las visiones del mundo, las destrezas y actitudes, las experiencias previas, la imagen de la ciencia y de la actividad científica, las necesidades educativas de contextos determinados, así como las necesidades formativas de los profesores que participan en las mismas, entre muchas otras; por ello es necesario iniciar por el reconocimiento explícito de las ideas espontáneas docentes que los profesores puedan manifestar y de igual manera evidenciar la forma de orientación de su enseñanza para comprobar la existencia de alternativas didácticas eficaces que permitan superar los alcances de modelos de enseñanza habituales.

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 o nuevos desarrollos teóricos de las ciencias. Se requiere por el contrario, que el profesorado intervenga activamente y proponga a la luz de nuevas orientaciones disciplinares, prácticas docentes alternativas. Ello implica que el propio profesorado es el que debe identificar y cuestionar de forma argumentada su actividad docente habitual para dar cuenta de las necesidades de cambios.

NUESTRO PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En las décadas de los años 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, 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 son la raíz y fundamento de las acciones que el docente hace explícitas en su práctica educativa.

La investigación de "The Knowledge Growth in Teaching" dirigida en Stanford por Shulman define hasta siete categorías de conocimiento del profesor: conocimiento del contenido; conocimiento pedagógico, conocimiento de curriculum, 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 de "Pensamientos 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**. Su poco de atención se ha centrado 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 segundo lugar aparecen los **estudios sobre el Conocimiento Práctico** 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 el Conocimiento Práctico Personal, y el Conocimiento de la Clase. Por último, en orden cronológico Carter sitúa las investigaciones sobre **Conocimiento Didáctico del Contenido**, para referirse a aquéllos 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.

Como toda persona, el docente convive permanentemente y genera de forma constante y progresiva distintos tipos de creencias, actitudes, conocimientos y saberes, que afectan su desempeño individual, ciudadano y obviamente, el de su actividad escolar cotidiana. Esto lo ubica como un profesional, que fundamentado en su experiencia y conocimientos, genera no solo creencias sino también actitudes hacia las ciencias, y por ende hacia la enseñanza de las ciencias. De otra parte, las implicaciones pedagógicas y didácticas de su actividad o de los procesos permanentes de formación, estimulan reflexiones o actuaciones en la práctica escolar. Así mismo, para que sean óptimos estos procesos de innovación, y se hagan evidentes cambios didácticos, es indispensable involucrar los resultados de la investigación

contemporánea en la Didáctica de las Ciencias, como lo son los trabajos realizados sobre la comprensión de los procesos de enseñanza – aprendizaje, las propuestas de formación de actitudes científicas, el diseño y desarrollo de estrategias que favorezcan al conocimiento científico escolar, la importancia concedida a las concepciones alternativas e ideas previas, la reflexión crítica y la evaluación permanente del currículo, y la reflexión sobre el papel de los problemas socio-ambientales en la didáctica de las ciencias entre otros, que contribuyan a desarrollar cambios conceptuales con relación a las nuevas tendencias científicas, epistemológicas y didácticas, sin dejar de lado la implicación de estos cambios en otros simultáneos como lo son los cambios actitudinales y metodológicos en el profesorado de cara al logro de mejores prácticas docentes.

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 que se tengan claros estos aspectos, la falta de concordancia entre lo que el profesor sabe con todo aquello que hace (relación del plano cognoscitivo con el plano práctico), es evidenciada de forma permanente en nuestra realidad educativa, puesto que se hace a un lado el tercer factor mencionado anteriormente: las actitudes del profesor. Por tal motivo, es importante asumir cambios didácticos que involucren conceptos, actitudes y metodologías de manera constante, simultánea y recíproca.

Tomando como referencia estos antecedentes, este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal **caracterizar el CDC de Profesores de Química en Formación Inicial y en Ejercicio en el marco de espacios académicos de Práctica Profesional en el Programa de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá - Colombia)**. El proyecto tuvo como propósito fundamental determinar cómo se favorece la construcción del CDC evidenciada en cambios didácticos a partir del tratamiento de situaciones problema sobre la enseñanza de la Química usando como metodología la constitución de equipos colaborativos de Profesores en Formación Inicial (docentes nóveles) y de Profesores en Ejercicio (docentes expertos). Para tal efecto, se elaboró un programa de actividades orientado por los directores de esta investigación, el cual tuvo como característica principal delinearse y articularse bajo presupuestos de la epistemología contemporánea sobre las ciencias, concepciones recientes del campo de la didáctica de las ciencias, paradigmas de enseñanza de las ciencias por investigación orientada y actividades de trabajo mediante equipos colaborativos.

CONCEPCIÓN Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA SEGUIDA

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 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 noveles y la formación continuada, referida a los profesores expertos.

A través de la integración en un contexto de equipos colaborativos de trabajo se comprobó la validez del supuesto originado a partir de esta investigación: Los CDC de profesores de química en formación inicial y de profesores de química en ejercicio, pueden fortalecerse conceptual y actitudinalmente a través de 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. Todo esto sin perder de vista lo que se espera de una investigación cualitativa interpretativa: “descripciones abiertas”, “comprensión mediante la experiencia” y “el estudio de los actos y los significados que los actores adscriben a lo que sucede en un contexto social particular” (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. Se pretende alcanzar un equilibrio teórico y práctico entre profesores expertos y noveles, de modo que el profesor experto reconozca tendencias actuales de la investigación en educación en ciencias y el profesor novel incremente estrategias prácticas de trabajo en el aula. Todo esto enmarcado en los parámetros que se obtienen al caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en términos de cambios didácticos, buscando mejoras en las prácticas educativas en los profesores de ciencia.

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 por equipos colaborativos de trabajo, *Variable dependiente*; cambios didácticos en los profesores noveles y expertos, *Variable independiente*: las actividades del profesor. El programa fue diseñado bajo el modelo de enseñanza de las ciencias por investigación orientada recurriendo a trabajos colaborativos de grupos de profesores.

La decisión de llevar a cabo una metodología por investigación orientada, 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 universitarias en el momento de asumir la formación de los futuros profesores, estudiando el mundo de relaciones y de percepciones que se van dando a través del tiempo.

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: la elección del tema de investigación, implica una voluntad de comprender esa realidad. Diseñados como estudios de caso, cada programa de formación de profesores considerado en la presente investigación (docente en formación inicial y en ejercicio), fue entendido como una unidad de estudio en sí misma, de tal manera que cada uno (novel y experto) fue analizado individualmente.

Por otra parte, Stake señala que es importante tener algunas premisas claras a la hora de decidir realizar una investigación con la metodología del estudio de caso. 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. El 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 caso, se afirma que lo que nos interesa, como objetivo central, es comprender el proceso de formación docente del Licenciado en Química en esta realidad y en su contexto determinado.

En esta investigación se definieron 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 (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1
Selección de categorías, indicadores y consecuencias contrastables²

CATEGORÍA	INDICADORES (1)						
	CONSECUENCIAS CONTRASTABLES (2)						
CIENCIA	1	Imagen de los científicos	Imagen de actividad científica	Imagen de progreso de la ciencia	Paralelo “ciencia convencional” y “otras ciencias”		
	2	RACIONALISMO – EMPIRISMO – CONSTRUCTIVISMO					
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA CIENCIA	1	Papel de las ideas previas	Imagen de incremento de conocimiento	Conocimiento científico vs conocimiento escolar	Papel de la evaluación		
	2	MODELO DIDÁCTICO: TRADICIONAL – TECNOLÓGICO / ESPONTANEÍSTA – INVESTIGACIÓN ORIENTADA					
	1	Imagen de aprendizaje		Imagen interdisciplinaria de los conocimientos			
	2	APRENDIZAJE POR: APROPIACIÓN FORMAL – ASIMILACIÓN – CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS					
CONTEXTO ESCOLAR	1	Diseño curricular	Relación CTS-A	El papel de la escuela en la promoción de aprendizajes	El papel del clima del aula	Políticas educativas	Contexto socio cultural
	2	PRODUCTO FORMAL – PROCESO TECNOLÓGICO / ESPONTANEÍSTA – COMPLEJO					

El proyecto se desarrolla en un estudio longitudinal para lo cual se tiene en cuenta la identificación de las ideas previas de los docentes a partir de un instrumento por Diferencial Semántico, la grabación en audio y en video de las sesiones en los equipos colaborativos y de las actividades docente y finalmente, el estudio de posturas finales sobre las ciencias y la enseñanza de las ciencias indagadas a través de entrevistas y cuestionarios tipo Liker. Los estudios sobre las elaboraciones en equipos colaborativos y las producciones en las actividades docentes, se estudiaron mediante el Software de Análisis de Datos ATLAS.ti®.

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 por ejemplo la segmentación del texto en citas, la codificación, o la escritura de comentarios y anotaciones.

² Cuestionario adaptado de Porlán, R., Rivero, A y Martín del Pozo, R. (1998) en el marco de las actividades del presente trabajo de investigación.

Los equipos colaborativos.

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 sumergidos 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 noveles 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 noveles 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 los profesores noveles y expertos, para así incrementar el 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 y 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 y 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 su 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 en profundidad, 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.

El programa de actividades

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 noveles 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.

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. 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 10 temas, perteneciente a 10 tópicos, distribuidos en 7 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.

RESULTADOS OBTENIDOS.

Cambios didácticos al interior del equipo colaborativo de trabajo.

Esta investigación no tiene como propósito mostrar lo “bueno” o “malo” del conocimiento de los profesores, sino más bien, comprender los conocimientos disciplinares, pedagógicos y didácticos que poseen, explicar los aspectos que están asociados a su construcción, integración y especialmente incremento, así como identificar diferentes características propias de sus actitudes y cómo estas son integradas y de qué manera influyen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Por consiguiente, de manera general, las características del CDC y el incremento producido a partir de nuestra actuación como investigadores se presentan a continuación.

Antes de la inmersión en los equipos colaborativo de trabajo

Con respecto a las ciencias los docentes noveles 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 noveles 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 noveles y docente experto) sustentan 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. Relación que según Porlán y Rivero (1998) en cuanto a la enseñanza debe incluir las dimensiones relativizadoras, complejas e investigativas que se sitúan entre las concepciones crítica e interpretativa de la teoría de la enseñanza; y que en cuanto al aprendizaje, lo 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 de contexto escolar al igual que en la referente a la imagen de ciencia todo el grupo de docentes (noveles y el docente experto) 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 e incluso algunos no son tomados en cuenta en la labor docente de este grupo de profesores noveles.

Después de la inmersión en los equipos colaborativo 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 socio-cultural 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 noveles de incluir factores como la historia de las ciencias y el cambio a un verdadero aprendizaje significativo contextualizando socio-culturalmente los conceptos a desarrollar en clase.

Aun cuando la visión inicial del grupo de docentes en general era tendiente 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, así mismo 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 noveles principalmente empezaron a proponer los ejercicios trabajados 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 noveles, 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 a 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.

El caso de “Felipe”³: un cambio didáctico en la formación inicial.

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 contaba con seis (6) docentes noveles y dos (2) docentes expertos. Para este artículo, resaltamos los resultados obtenidos en uno de los docentes noveles con el que trabajamos. Con relación a la imagen de ciencia, inicialmente, presentó una visión multivalente frente a esta categoría que no brinda la opción para categorizarlo, pues manifiesta opiniones contradictorias frente a una única concepción de ciencia. Se marcaba una ligera tendencia empirista en cuanto a que demostraba un cierto nivel de aceptación a la visión convencional del método científico; además, reconoció que la ciencia no se desarrolla en etapas plenamente delimitadas y que también es necesaria la teorización para el aprendizaje de las ciencias. Durante sus clases y sus prácticas de laboratorio, mostraba permanentemente una visión rígida exacta e infalible, socialmente descontextualizada. Además, por lo general no hacía énfasis en el trabajo de los científicos ni en los procesos de crecimiento de las ciencias; sumado a esto, no evidenciaba una ciencia articulada, sino que por el contrario deja entrever una imagen de la ciencia lineal, aporilada y acumulativa en la que muy poco involucra la historia y la epistemología del conocimiento científico tratado en clase.

Al referirnos a la enseñanza de las ciencias su visión inicial estuvo direccionada principalmente por el modelo espontaneísta: desde este modelo planteaba la importancia de involucrar al estudiante en su proceso de formación, desde el convencimiento de que el contenido verdaderamente importante para ser aprendido por ese alumno 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 sus prácticas de enseñanza situaba su postura en un modelo tradicional, ya que en ningún momento se interesa por conocer las ideas previas o concepciones alternativas de sus estudiantes. Comenzaba la explicación de un nuevo concepto para sus estudiantes sin aproximarlos a algunos referentes históricos o socioculturales del mismo. 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 de Felipe, que intentaba acumular una serie de conceptos y temas. Finalmente es totalmente evidente, que asocia el término "evaluación" a una simple calificación sancionatoria. La usa a manera de "represalia" o "castigo" para los estudiantes que no obedecen sus indicaciones, más que una forma de motivar y retroalimentar los contenidos en química.

³ El nombre presentado corresponde a un seudónimo asignado por los investigadores a uno de los docentes noveles del grupo.

Las concepciones iniciales de Felipe con relación al aprendizaje de las ciencias es consecuente con el modelo de asimilación, ya que solo puso 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 hizo de nuevo evidente cuando al hablar de la diversidad de los estudiantes y de sus procesos de aprendizaje. En cuanto a las características y finalidades de la evaluación no evidenciaba una postura definida, pues sus concepciones eran difusas entre los modelos tecnológico, espontaneísta e investigación orientada, con lo cual pone de manifiesto que para un momento inicial no tenía claridad en sus concepciones; veía la evaluación únicamente como el instrumento final y sancionatorio de un contenido temático desarrollado.

Consecuentemente con sus prácticas tradicionales de enseñanza, deja a la luz una visión formal de aprendizaje de los conocimientos científicos por parte de los estudiantes, según esto y en acuerdo con lo expuesto por Porlán y Rivero (1989, p. 337)

“concibe el hecho de aprender como un acto de apropiación cognitiva, mediante el cual, el sujeto que aprende, toma del exterior, ya sea de otra persona de un texto escrito o de la propia realidad, unos determinados significados. Presupone que la comunicación de significados es un proceso neutro y objetivo donde los mensajes no sufren alteraciones ni deformaciones en el proceso que va desde el sujeto que emite al sujeto que recibe. Presupone también que de cada concepto, proceso o dato, que es conveniente enseñar y aprender, sólo existe un único significado correcto. El que va a aprender algo lo hace porque, o no posee dicho significado, o el que posee es incorrecto. Esta idea sobre el aprendizaje ha sido representada por las metáforas del vaso vacío o de la mente en blanco”.

Finalmente al referirnos a las observaciones iniciales, en cuanto al contexto escolar inicialmente, su postura no estaba completamente definida con relación al contexto escolar, pues presentaba 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 los contextos escolares en el 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. No consideraba importante reconocer la diversidad en el aula de clase ni tampoco considera su actitud dentro de la misma como una posibilidad o no de aprendizaje, y la evaluación sigue siendo un mecanismo de represión. La evidencia demostró que Felipe no tomaba en cuenta significativamente los contextos sociales, culturales y económicos de sus estudiantes. Su interés se centra primordialmente en el conocimiento científico dejando de lado conocimientos complementarios de gran valor en la enseñanza de las ciencias; es el caso de la relación CTS-A, que se tuvo en cuenta superficialmente y que no logro trascender en la clase. Por otra parte nunca realizaron actividades para reconocer la diversidad de población existente.

Con el transcurrir del tiempo y su inmersión en las charlas en equipos colaborativos de trabajo, la imagen de las ciencias que mostró en sus clases fue cambiando positivamente, al empezar a incluir referentes históricos de los conceptos tratados en clase, además de dejar ver a sus estudiantes que muchas teorías científicas no son solo el resultado de la sumatoria de teorías anteriores y que por el contrario se han producido rupturas y confrontaciones de ideas entre diferentes comunidades científicas; esto permitió que la imagen de ciencia comunicada a los estudiantes se transformara de aporoblémica y ahistórica en algo completamente diferente. Además de esto empezó a crear puentes entre los conocimientos científicos estudiados en clase y la cotidianidad de los estudiantes.

La forma de enseñar de Felipe se enriqueció al incluir el estudio de ideas previas de los estudiantes y ampliar la visión de la evaluación convirtiéndola en un proceso permanente y formador. Su visión de los procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes se sustentó principalmente desde el modelo de construcción de conocimiento, con lo que se puede ver que después de la inmersión en los equipos colaborativos de trabajo Felipe 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 capaz de crear destrezas para resolver problemas de la vida cotidiana.

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 pequeñas contradicciones, al no tener claro las actuaciones del profesor frente a la diversidad socioeconómica y las diferencias de ritmos de aprendizaje de sus estudiantes, a pesar de esto el hecho de que ya identifique una diversidad tanto socioeconómica como en ritmos de aprendizaje es un cambio positivo que conlleva a ver las relaciones dentro del aula como un factor importante en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Es evidente que el trabajo en equipos colaborativos con otros docentes le permitió a Felipe mejorar sus prácticas educativas, en primera instancia es de resaltar que logro generar una reflexión autorregulada de sus actividades y a partir de eso reconocer errores para mejorarlos y potenciar y acrecentar las virtudes que ya se tenían. Por otra parte el tratamiento de un programa de actividades dirigido por los investigadores dio pautas y herramientas para iniciar un cambio en pro de acercar su CDC y acercarlo a un deseable de referencia.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados anteriormente, derivados de la observación y del trabajo directo con los siete profesores, nos hacen concluir que el Conocimiento Didáctico del Contenido, tal como se manifestó en los casos estudiados, es básicamente un conocimiento práctico, en el que el marco disciplinar bajo el que actúan los profesores y el nivel de comprensión que poseen de éste afecta a la calidad de las transformaciones que realizan para representar didácticamente el contenido. El CDC se vincula a las materias y contextos concretos en los que los profesores desarrollan su labor docente. Es un tipo de conocimiento que a medida que se va desarrollando permite al docente generar más y mejores transformaciones y procesos de razonamiento didáctico. El CDC es, a su vez, cada vez más elaborado a medida que los docentes adquieren una mayor comprensión del contenido y de los contextos de enseñanza, y a medida que se enfrentan a situaciones problemas en las que deban utilizar su CDC para analizar y revisar sus prácticas docentes o para planificar o crear nuevas formas de representación didáctica.

Es oportuno señalar que la comprensión que los profesores tienen del conocimiento del contenido ejerce una elevada influencia tanto en el modo de secuenciar y presentar los diferentes temas de una asignatura como en las estrategias y dinámicas que utilizan en el aula. De este modo, el conocimiento didáctico del contenido se constituye como un elemento fundamental para la consecución de una docencia actualizada pero también como un tipo de conocimiento determinante en muchas de las decisiones y acciones que los profesores desarrollan en la enseñanza.

En todo este proceso de transformación, mediado por el CDC, tiene un papel fundamental el conocimiento que los profesores representan sobre las creencias del estudiante acerca del aprendizaje de la materia. Este saber permite al profesorado aproximarse e interrogar el contenido disciplinar desde la perspectiva del sujeto que aprende, para lograr convertir los dilemas, dificultades y preferencias del estudiante tanto en objeto de enseñanza como en medio para el aprendizaje.

Dentro de los equipos colaborativos de trabajo fue fundamental el estudio de las manifestaciones y variaciones del CDC en función de la trayectoria profesional de los profesores (docentes noveles y docente experto), explorar la dimensión reflexiva del CDC y analizar los cambios que se están produciendo en la identidad y en el conocimiento profesional del profesorado tras la implementación del programa de actividades sugerido.

La metodología seguida durante la participación en los equipos colaborativos de trabajo (analizar las lecturas propuestas e indagar permanentemente tratando de dar respuesta a la pregunta hecha en el núcleo temático) fue pertinente y eficaz para la obtención de los objetivos propuestos. A este respecto, señalamos que el trabajo realizado fue acertado para que los docentes noveles y expertos pudieran reflexionar sobre su propia experiencia educativa, mostrándose ellos mismos, satisfechos de su participación, lo que ya de principio aporta una justificación a la labor realizada, y nos muestra que la metodología cualitativa, y más concretamente el proceso metodológico seguido en este trabajo, es válido no solo para dar respuesta al problema de investigación planteado, sino para implementar en programas de formación inicial y permanente del profesorado.

No obstante, se encontraron algunas dificultades, más de tipo estructurales que pedagógicas y didácticas, para vincular a los profesores de una forma más activa a la investigación. Inicialmente, se manifestaron conductas de desaprobación o desmotivación hacia el programa de actividades y hacia los equipos colaborativos de trabajo. Estas sin embargo, fueron superadas de forma progresiva, a medida que los profesores intervenidos veían productivos y aplicables los temas trabajados; en otras palabras, la vinculación del programa de actividades a los problemas cotidianos que los profesores tenían en sus clases de química, fue vital para la aceptación y participación activa en la propuesta.

Un aspecto que permitió el incremento en la calidad y eficiencia dentro de los equipos colaborativos de trabajo, fue la revisión constante que como investigadores realizamos al proceso llevado. Semanalmente, se analizaban las transcripciones hechas de los equipos colaborativos de trabajo y se observaban las grabaciones de clase (otro instrumento de recolección de datos de gran importancia en esta investigación) para determinar la mejor manera de proceder en las subsiguientes reuniones. Así mismo, fueron aceptadas las sugerencias hechas por todos los actores involucrados, para mejorar las actividades realizadas en los equipos colaborativos, lo que implicó la participación de los sujetos como estrategia de planificación, reiterando uno de los lineamientos de la investigación orientada, en la que el propio docente, novel o experto, es quien asume la organización y desarrollo de su trabajo académico.

En determinadas ocasiones el inicio de la carrera docente universitaria se caracteriza por ser una etapa llena de tensiones y descubrimientos que el profesor recién egresado afronta desarrollando un aprendizaje intenso con gran entusiasmo e idealismo. La realidad de nuestro contexto nos sugiere que a pesar de disponer de ciertos conocimientos sobre la materia, estos docentes no han recibido formación didáctica específica sobre cómo enseñarla. Un aspecto relevante que ha emergido de esta experiencia es la importancia que tiene para la formación de estos profesionales su incorporación a comunidades de práctica y su comunicación con profesores expertos, donde se compartan los procesos de acción, formación y

problematización de la práctica diaria. Este aspecto ha sido fundamental para comprender como los profesores noveles intervenidos incrementan su CDC de forma notable, adquiriendo una serie de competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales en un periodo de tiempo relativamente corto.

Consideraciones finales

La asociación de los elementos centrales en las prácticas profesionales como lo son la incorporación de los docentes noveles a las múltiples realidades educativas de las aulas y las instituciones y principalmente, la incorporación de propuestas de investigación por parte de los docentes noveles, entre otras, supone que la estructura curricular de la práctica profesional docente debe ser dispuesta como un *verdadero espacio de reflexión* que recupere e integre los diversos aspectos propios de la praxis docentes (cognitivo, cognoscitivo y práctico), especialmente por tratarse de un trabajo realizado con profesionales emergentes.

Todo esto nos remite a una reflexión sobre la práctica profesional del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química: es necesario que esta sea concebida no solo como un requisito del plan de estudios, sino como un espacio de formación complejo, que cohesione y articule todos los aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos, así como las actitudes y concepciones docentes innatas, en una verdadera experiencia docente, que requiere una completa atención, y permanente adaptación de directivos, docentes asesores y docentes en formación a las necesidades educativas actuales a la luz de las investigaciones e innovaciones educativas recientes.

Este tipo de formación implica una vinculación significativa del docente novel con las posibles tareas e intervenciones que desarrollará al concluir sus estudios universitarios. El espacio de la Práctica Profesional Docente debe estar dispuesto para la investigación, la autorregulación de saberes, y como se ha mencionado de forma repetida, la consolidación de los conocimientos sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y el contexto (en otras palabras, el Conocimiento Didáctico del Contenido).

Los CDC iniciales de los docentes noveles y expertos están empapados por creencias y concepciones de la ciencia y de la enseñanza de la misma, construidas tanto desde un plano profesional como desde un plano social cotidiano. En el caso de los docentes expertos la construcción se ha dado primordialmente por su gran recorrido en el ámbito de la enseñanza mientras que en los docentes noveles se ha construido primordialmente por la impregnación ambiental y la interacción con los docentes encargados de su formación inicial, consecuentemente el CDC de los docentes expertos está más afianzado y es más difícil modificarlo.

Siendo el CDC el cúmulo de conocimientos profesionales y personales que direccionan la labor docente su estructura está muy ligada a las propias concepciones que de la enseñanza y aun más de la ciencia y la sociedad posee el maestro, por tal motivo si se quiere generar un cambio en favor del incremento de conocimiento didáctico de contenido, es necesario formular situaciones problema propias de la praxis docente que reten e incluso sobrepasen los conocimientos del docente, para obligarlo a que de forma autorregulada reconozca la insuficiencia de sus conocimientos y así busque nuevas estrategias, metodologías o saberes que le permitan dar solución a dicha problemática.

El tratamiento de situaciones problema propias de la enseñanza de la química genera procesos auto-reflexivos en los que es posible identificar carencias en el plano cognoscitivo y/o en el plano práctico del docente, sin embargo para que esto suceda es necesario que el propio docente esté abierto al cambio didáctico conceptual y metodológico y con base en esto no solo

identifique dichas carencias sino que también inicie un proceso de incremento de conocimiento didáctico de contenido gradual. La inmersión en equipos colaborativos de trabajo se presenta como una buena oportunidad para los docentes noveles de construir su perfil docente, brindándoles la posibilidad de tener a su lado profesores expertos y profesores pares haciendo aportes constantes a la consolidación de su propio conocimiento didáctico de contenido de la enseñanza de la química. Los docentes expertos inmersos en equipos colaborativos con docentes noveles recíprocamente reciben la posibilidad de conocer e implementar metodologías, tecnologías y alternativas contemporáneas de enseñanza de la química y de iniciar o retomar el camino de formación como docentes investigadores.

El CDC se incrementa cuando el profesor comprende cómo aprenden los estudiantes y reconoce la serie de factores que inciden en la calidad del aprendizaje, así, el reconocimiento y autorregulación del CDC implica elegir el empleo de representaciones, estrategias y criterios para promover una enseñanza de calidad, desde los procesos de formación Inicial y continuada de profesores. La brecha conceptual entre profesores noveles y profesores expertos se reduce cuando intervienen en problemas educativos en equipos colaborativos integrados, así mismo la construcción colectiva de CDC generada en este proceso brinda herramientas a cada maestro para que acerque sus conocimientos a un deseable de referencia y promueva cambios en las dinámicas de la enseñanza de la química.

Los docentes, en inicio, nos resistimos al cambio. Los procesos de autorregulación y de autoevaluación son tan restringidos, que somos nosotros mismos, los que no nos damos la oportunidad de mejorar e incrementar nuestros CDC. Sin embargo, se comprueba que el trabajo en equipos colaborativos, que los comentarios de los pares académicos y de líderes profesionales, así como una auto-reflexión más rigurosa y un acercamiento a los resultados de las investigaciones contemporáneas en Didáctica de las Ciencias, nos permiten acercarnos a ese Cambio Didáctico, conceptual, procedimental y por supuesto, actitudinal. Estos procesos no son sencillos; por el contrario, requieren de un esfuerzo constante, de una capacitación y formación docente permanente; ser rigurosos con nuestros desempeños y con nuestra actividad diaria. Permitirnos a nosotros mismos, evaluarnos y ser evaluados, para de esta manera, aislarnos de toda tendencia tradicional y de ambientalismos pasados que perjudiquen nuestra labor docente.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELL, S. Research on science teachers' knowledge. In **Handbook of research on science education**. Por ABELL, S. K. y LEDERMAN, N. G.. Mahwa, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 2007.
- ADURIZ, A. IZQUIERDO, M; & ESTANY, A. 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. 2002.
- BOLÍVAR, A. Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. **Revista de currículum y formación del profesorado**; pp. 1-39. 2005
- CARTER, K. Teachers' Knowledge and Learning to Teach. En **Handbook of Research on Teacher Education**, Por HOUSTON, R. New York, Macmillan; pp. 291-310. 1990
- CLERMONT, C.P., KRAJCIK, J.S., & BORKO, H. The influence of an intensive in-service workshop on pedagogical content knowledge growth among novice chemical demonstrators. **Journal of Research in Science Teaching**. Volumen 30; pp. 21-43. 1993

- CLERMONT, C.P., BORKO, H., & KRAJCIK, J.S. Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. **Journal of Research in Science Teaching**. Volumen 31; pp. 419-441. 1994.
- DAWKINS, K. & BUTLER, S. 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/csmt/research.htm>> Acceso en Enero de 2011
- DE JONG, O., DRIEL, J.H. VAN, & VERLOOP, N.. Pre-service teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**; p.p 947-964. 2005
- ELBAZ, F. *Teacher Thinking. A Study of Practical Knowledge*. London, Croom Helm. 1983
- GARRITZ, A. 2006. Historia y retos de la formación de profesores (Algo más sobre Lee Shulman). **Educación Química**. Volumen 17(3); pp. 322-326. 1983
- GROSSMAN, P., WILSON, S. & SHULMAN, L.. Teachers of Substance: Subject Matter Knowledge for Teaching. En **Knowledge Base for the Beginning Teacher**. New York, Pergamon Press; pp. 23-36. 1989
- LEINHARDT, G. & SMITH, D. Expertise in mathematics instruction: Subject matter Knowledge. **Journal of Educational Psychology**. Volumen 77 (3); pp. 247-271. 1985
- LOUGHRAN, J. J., BERRY, A. & MULHALL, P.. Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. **The Netherlands: Sense Publishers**. Rotterdam. 2006
- MARCELO, C. 1992. **Como 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. **El Pensamiento del Profesor**, Barcelona, CEAC. 1987.
- MELLADO, V. **Análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido, en profesores de ciencias de primaria y secundaria en formación inicial**. Universidad de Sevilla. Facultad de ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Escolar, y de investigación y diagnóstico en educación. Disponible en: <<http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/620/analisis-del-conocimiento-didactico-del-contenido-en-profesores-de-ciencias-de-primaria-y-secundaria-en-formacion-inicial/>> Acceso en Julio de 2011
- PETERSON, P. Teachers' and Students' Cognitive Knowledge for Classroom Teaching and Learning. **Educational Researcher**, Volumen 17 (5); pp. 5-14. 1988
- PORLÁN, R. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores**. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 1989
- PORLÁN, R. & RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias**. Sevilla: Editorial Díada. 1998
- PORLÁN, R; RIVERO, A & MARTIN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. **Revista Investigación Didáctica**, Volumen 16 (2); pp. 271 – 288. 1998

- SHULMAN, L. S. 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. Volumen 99; pp. 195-224. 1986
- SHULMAN, L. S. **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**. Volumen 9(2). 1987. Disponible en <<http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>> Acceso en Julio de 2011
- STAKE, R. E. **Investigación con estudio de casos**. Madrid: Editorial Morata. 1998.
- TALANQUER, V. D. A Stronger Role for Science Departments in the Preparation of Future Chemistry Teachers. **Journal Chemistry Education**. Volumen 80(10); pp. 1168-1171. 2003
- TREAGUST, D. F. & MAMIALA, T. L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations, **International Journal of Science Education**., Volumen 25(11); pp. 1353-1368. 2003
- VEAL, W.R., & MAKINSTER, J.G.. Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. **Electronic Journal of Science Education**. Volumen 3 (4), 1999. Disponible en: <<http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>> Acceso en julio de 2011
- WILSON, S. & SHULMAN, L. "**150 Different Ways" of Knowing: Representations of Knowledge in Teaching**". En Exploring Teacher Thinking, Eastbourne, England; pp. 104-124. 1987