

La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: Estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa

Carmen Peme-Aranega¹, Vicente Mellado², Ana Lía De Longhi¹,
Alejandra Moreno³ y Constantino Ruiz²

¹Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. E-mails: cpeme2005@yahoo.com.ar; analiadelonghi@yahoo.com.ar

²Departamento de Didáctica de la Ciencia y las Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. España. E-mails: vmellado@unex.es; cruiz@unex.es

³Dirección General de Enseñanza Media, Córdoba. Argentina. E-mail: lalemoreno@yahoo.com

Resumen: Describimos el caso de una profesora principiante de Física del nivel secundario de Córdoba (Argentina), participante en un programa de desarrollo profesional a través de un proceso de reflexión orientada (PRO) colaborativa basado en sus concepciones y en los consensos interpretativos. Analizamos (durante 6 años y 6 ciclos de investigación) la evolución de sus concepciones didácticas y epistemológicas explícitas e implícitas, sus teorías en uso y las implícitas subyacentes, sus modelos didácticos deseables y los reales (manifestados en el aula a través del discurso) y cómo el PRO constituye una estrategia de formación que ayuda a ello.

Los resultados mostraron la importancia de la estrategia: inicialmente, sus concepciones explícitas eran más actualizadas que las implícitas y sus modelos didácticos deseables eran más avanzados que los reales. Durante el 2º ciclo se produjo un gran cambio en las conductas verbales asociadas con la construcción del conocimiento de los alumnos. En los ciclos siguientes evolucionó gradualmente. Mejoró además, los comportamientos asociados con la organización y gestión de la clase y con la evaluación. Luego de 6 años de investigación hubo bastante concordancia entre sus concepciones explícitas e implícitas y entre sus modelos didácticos deseables y prácticos, ambos próximos a los investigativo-constructivistas.

Palabras clave: Desarrollo profesional, profesorado ciencias secundaria, reflexión orientada colaborativa.

Title: The interaction between the conceptions and the practice of a Secondary Professor of Natural Sciences: A longitudinal program of professional development based on the collaborative oriented reflection.

Abstract: We described the case of a nascent professor of Physics of the secondary level of Cordova (Argentina), participant in a program of professional development through a process of guided reflection (PRO) collaborative based on its conceptions and the interpretative consensuses. We analyzed (during 6 years and 6 cycles of investigation) the evolution of

its explicit and implicit didactic and epistemological conceptions, the theories she uses and the underlying implicit theories through the discourse (real) and how the PRO constitutes a formation strategy that helps it.

The results showed the importance of the strategy: initially, their explicit conceptions were more updated than the implicit ones and their desirable educative models were more advanced than the real ones. During 2° cycle took place a great change in the verbal conducts associated with the students' construction of knowledge. In the following cycles it evolved gradually. It improved in addition, the behaviours associated with the organization and management of the class and with the evaluation. After 6 years of investigation there was enough agreement between its explicit and implicit conceptions and their desirable and practical educative models, both next ones to the action-research-constructivist perspective.

Keywords: Professional development, secondary education science teacher, collaborative guided reflection.

Introducción

El trabajo corresponde a una línea de investigación iniciada en 1993 con el propósito de desarrollar metodologías para estudiar algunas concepciones (epistemológicas y didácticas, explícitas e implícitas) de docentes de Ciencias (en formación y ejercicio), elaborar una "teoría sustantiva" para definir esas concepciones, y mejorar la relación teoría-práctica de docentes de Ciencias a partir de la sistematización de un proceso de reflexión orientado (PRO), colaborativo o tutorial, el que se ha mostrado esencial en otros trabajos sobre el desarrollo profesional del profesorado (Bailey, Scantlebury y Johnson, 1999).

El PRO pretende, mediante una orientación sistemática dada por un investigador (tutor), que el profesor focalice su reflexión en aspectos de su actividad y de su personalidad, en nuestro caso le permite identificar, por un lado, sus concepciones explícitas, sus teorías discursivas en uso en ese contexto y las implícitas, devenidas de sus concepciones acerca de las Ciencias, su enseñanza y aprendizaje. Finalizadas las clases se orienta su reflexión hacia los acontecimientos de la misma, hacia sus comportamientos interactivos verbales y hacia el significado de éstos a la luz de sus concepciones epistemológicas y didácticas implícitas. La metodología empleada le permite analizar y reflexionar sobre cuánto se diferencian las concepciones explícitas de las implícitas (lo que "se dice" de lo que "se hace"), cuán disímiles son los modelos docentes que se quiere tener y los que se manifiestan y cómo el PRO incide en su práctica discursiva, en su desarrollo profesional, en los obstáculos para su evolución y en la explicitación de necesidades formativas

Desde una perspectiva constructivista se considera que los profesores de Ciencias tienen concepciones acerca de la misma, de los conceptos científicos y de cómo éstos se aprenden y enseñan, las que están profundamente arraigadas y son difíciles de cambiar, tanto como sus prácticas educativas (Jeanpierre, Oberhauser y Freeman, 2005; Pro, 2006).

Por años se ha asumido que las concepciones de los profesores estaban relacionadas con sus prácticas áulicas. Sin embargo, en varios estudios se encontró que, dependiendo del profesor y del contexto, estos aspectos a

menudo no coinciden e, inclusive, entran en claras contradicciones y que los cambios en unas de ellas no están necesariamente acompañados por un cambio en las otras (Lederman, 1992; Mellado y otros, 2008).

Por otra parte, otros estudios mostraron que el análisis y la reflexión de los docentes acerca de sus propias concepciones (explícitas e implícitas) constituyen un primer paso para generar en ellos, por un lado, concepciones más adecuadas y, por otro, un mejoramiento en las prácticas áulicas (Mellado, 1996; Peme – Aranega, 2006a).

También se ha encontrado que los docentes principiantes usualmente presentan muchas contradicciones entre sus teorías expuestas y las implícitas, tanto en relación a la naturaleza de la ciencia (Lederman, 1999; Tsai, 2002) como con las asociadas a su enseñanza y su aprendizaje. A diferencia de los profesores experimentados, los noveles son generalmente más tradicionales en su comportamiento docente que en las intenciones que expresan a priori (Davis, Petish y Smithey, 2006; Freitas, Jiménez y Mellado, 2004; King, Shumow y Lietz, 2001; Lucas y Vasconcelos, 2005; Rodríguez, López y Mota, 2006). Éstas son fruto de los muchos años transcurridos en las instituciones educativas y utilizan métodos similares a los empleados por sus formadores (Ford y Fargo, 2007; Tobin y otros, 1994). Muchos docentes noveles que han estudiado en Universidades de excelencia se ven más como científicos que como profesores (Bianchini y otros, 2003) y consideran a la docencia como una salida profesional de segundo orden (Martínez, García y Mondelo, 1993).

En gran parte de las instituciones que los forman a los futuros docentes, rigen modelos academicistas que se centran en los conceptos del contenido que se enseñará con algunos conocimientos del área pedagógica y con una escasa práctica al finalizar la Carrera. Tales modelos no parecen ser los más apropiados, ni siquiera en lo que respecta a los contenidos científicos (Mellado, 2003), que se presentan atomizados, estáticos, carentes de una visión global (Hewson y otros, 1999) y sin considerar la diferencia existente entre la estructura de esa disciplina académica y la de su aprendizaje. Los modelos tampoco se orientan hacia la enseñanza ni son particularmente relevantes para ella.

Otro de los aspectos de la educación del profesor secundario que parece impedir el cambio educativo lo constituye la visión epistemológica absolutista de la ciencia que a menudo se transmite (Jiménez y Wamba, 2003; Porlán, Rivero y Martín, 1997).

En otros casos la resistencia al cambio de los profesores parece asociarse a aspectos del sistema educativo y de la misma comunidad docente, dimensiones que refuerzan los modelos tradicionales impidiendo el cambio (Tobin, 1998; Vázquez y otros, 2006).

Flores (2004) analizó la evolución de profesores noveles de ciencias de secundaria y observó dos tendencias: más de la mitad evolucionaron hacia una orientación tradicional, centrada en el profesor, asociada a problemas de gestión del aula y de control de los alumnos; apenas la cuarta parte evolucionó hacia orientaciones más centradas en los estudiantes. Razones de índole biográfica y contextual convergen para explicar estos resultados.

Pensamos que el desarrollo profesional de los profesores de Ciencias del nivel secundario se puede diseñar como un proceso interno de "crecimiento" y de "desarrollo gradual" basado en lo que ellos piensan y hacen (Day, 1999), en los problemas reales de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias, en sus preocupaciones diarias y en el contexto en el que trabajan. (Hashweh, 2003; Mellado y otros, 2006). Consideramos también que este desarrollo profesional se estimula por sucesivos procesos de autorregulación metacognitiva (Copello y Sanmartí, 2001) basados en la reflexión, en la comprensión y en la supervisión de los profesores acerca de lo que piensan y de lo que hacen (Peme-Aranega, 2006a y b). Esto implica el conocimiento de qué problemas de enseñanza y de aprendizaje pueden mejorarse elaborando nuevas actividades, materiales y propuestas didácticas, poniéndolas en práctica, y realizando reflexiones sucesivas acerca la misma y de los aprendizajes de sus alumnos.

Además, el desarrollo profesional debe estar acompañado del personal y social tomando en consideración aspectos afectivos del docente, reforzando su autoestima y estimulando su colaboración (Hargreaves, 1996). Esto requiere tiempo, ayuda sostenida y, por lo tanto, investigaciones longitudinales a medio y largo plazo (Davis, Petish y Smithey, 2006). En trabajos anteriores (Peme-Aranega, 2006a y b) confirmamos estas conjeturas, coincidiendo con otros autores que señalan que los trabajos longitudinales de considerable duración son una importante estrategia de desarrollo profesional (Lyons y otros, 1997; Roth, 1998).

En este trabajo –que duró 6 años- estudiamos las concepciones didácticas y epistemológicas de una profesora principiante de escuela secundaria en el complejo y sistémico proceso de enseñanza - aprendizaje en la etapa interactiva (Jackson, 1991) y la incidencia del PRO en la evolución de esas concepciones y en el mejoramiento de su práctica discursiva. Dicha profesora está a cargo de la Asignatura Física en 3° Año del llamado Ciclo Básico Unificado (CBU) en una escuela secundaria de la provincia de Córdoba (República Argentina) con características renovadoras, a la que asisten alumnos de nivel social medio y medio alto. Analizamos el estado inicial y la evolución de sus concepciones didácticas y epistemológicas explícitas e implícitas, el progreso de sus teorías en uso (manifestadas en el proceso discursivo en el aula), de sus modelos o enfoques didácticos (tanto los deseables o declarados como los reales o prácticos, estos últimos puestos de manifiesto en el aula). En el estudio empleamos el PRO tomando como principal criterio de sistematización los consensos interpretativos investigador – docente acerca de ellas. Y estudiamos la forma en que el PRO constituyó una estrategia de desarrollo profesional para mejorar su práctica discursiva y ayudar a solucionar algunos obstáculos para el desenvolvimiento de esa práctica.

Problemas de investigación

Los problemas que movieron la investigación fueron dos: ¿Cómo evolucionan los modelos didácticos de docentes de Ciencias desde un proceso formativo de reflexión orientado (PRO), tutorial o colaborativo? ¿Es posible basar este proceso en el conocimiento de sus concepciones epistemológicas y didácticas y en consensos interpretativos?

Objetivos de la investigación

1.- Conocer, analizar e interpretar en una profesora de Ciencias de Ciclo Básico Unificado el estado inicial y la evolución de: sus concepciones (epistemológicas y didácticas, explícitas e implícitas), sus teorías en uso y las teorías implícitas subyacentes, sus modelos didácticos (deseables y reales) y los obstáculos para su desarrollo profesional.

2.- Formular hipótesis acerca de sus niveles profesionales de partida y su progresión.

3.- Implementar un programa de formación tomando como eje el PRO.

4.-Desarrollar otras actividades de formación complementarias y consensuadas.

5.- Analizar e interpretar la evolución y los factores que inciden en su desarrollo profesional.

Metodología

La profesora estudiada (a la que llamaremos Alicia) se graduó de docente de Física en 1998 en la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) y estaba cursando un Doctorado en Didáctica de la Física en otra Universidad Nacional del país. Inició su carrera como profesora de secundaria en 1999 y, desde entonces, ejerce su actividad docente en una escuela privada de la ciudad de Córdoba, en la que se realizó el estudio. Alicia es una profesora con una buena formación en contenidos, muy motivada y con altas expectativas sobre su propio aprendizaje, factores importantes para el desarrollo profesional (Jeanpierre, Oberhauser y Freeman, 2005). La investigación se llevó a cabo, como se dijo, en un 3º Año de Física del CBU, con alumnos de entre 14 y 15 años.

El estudio etnográfico longitudinal (White y Arzi, 2005) se centró en el PRO. Éste se basó en sus concepciones epistemológicas y didácticas (acerca de la enseñanza y del aprendizaje) tanto las explícitas como las implícitas (que subyacen al discurso interactivo en el aula) y los consensos interpretativos investigadora - docente.

La investigación comenzó con una fase exploratoria inicial (año 2000) durante la cual se hizo un registro de lo sucedido en 4 clases y se inició la recopilación de datos relacionados con el conocimiento de las concepciones epistemológicas y didácticas explícitas de la profesora. A continuación se realizó un proceso de investigación cíclico. Cada ciclo estaba integrado por 5 Fases (figura 1).

El estudio (de 6 años) incluyó 6 ciclos. Éstos se llevaron a cabo durante los siguientes cursos lectivos de Argentina: año 2001, 2002 (2 ciclos), 2003, 2004 y 2005. En cada nuevo ciclo se reiteraban las fases 2 a 5. El PRO atravesó todos los ciclos y permitió el diseño y ejecución de otras actividades complementarias de formación, acorde a las necesidades de Alicia y a los obstáculos para su desarrollo profesional.

El instrumento interpretativo de los datos fue la "teoría sustantiva". Según Goetz y Le Compte (1984, Trad. Cast. 1988, p. 62 – 63) "... las teorías sustantivas son proposiciones o conceptos interrelacionados que se

centran en determinados aspectos de poblaciones, escenarios o tiempos. Esto es, se limitan a las características de poblaciones, escenarios o tiempos identificables en su concreción...". Esta "teoría sustantiva" estaba integrada por dos categorías conceptuales teóricas (C): Didáctica de las Ciencias y Epistemología o Imagen de las Ciencias. Cada categoría está a su vez conformada por subcategorías (SC) (cuadro 1), compuestas por dimensiones de análisis.



Figura 1. Fases de los seis ciclos de investigación.

<p><i>Sistema de sub categorías (SC) correspondiente a la categoría Epistemología (o Imagen de las ciencias):</i></p> <p>SC I.- Caracterización de las ciencias, de los científicos, del conocimiento y de las teorías científicas.</p> <p>SC II. - Caracterización del progreso de las ciencias. Importancia de factores históricos, sociales, políticos en el desarrollo de las Ciencias.</p> <p>SC III.- Metodologías. Papel de la observación, de la experimentación, de los datos, de las teorías.</p> <p>SC IV.- Concepción de teorías y de teorías rivales.</p> <p>SC V.- Realismo, instrumentalismo, interaccionismo.</p> <p><i>Sistema de sub categorías (SC) correspondiente a la categoría Didáctica de las Ciencias:</i></p> <p>SC I.- Relación conocimiento cotidiano y construcción del conocimiento científico</p> <p>SC II. - Caracterización y relaciones entre conocimiento cotidiano, conocimiento escolar y conocimiento científico.</p> <p>SC III. - Caracterización del conocimiento y del aprendizaje.</p> <p>SC IV. - Caracterización del aprendizaje científico escolar.</p> <p>SC V. - Caracterización de la enseñanza, de la didáctica, de la profesión y de la formación del profesorado de Ciencias Experimentales.</p> <p>SC VI. - Conceptualización de la enseñanza de las Ciencias</p> <p>SC VII. - Conceptualización de la función docente</p> <p>VIII. - Concepción de la enseñanza en general e institucional en particular</p> <p>SC IX. - Concepción de la programación</p> <p>SC X. - Concepción de la metodología</p> <p>SC XI. - Concepción de la evaluación</p>
--

Cuadro 1.- Sub categorías correspondientes a la categorías Epistemología o Imagen de las Ciencias y Didáctica de las Ciencias de la "teoría sustantiva".

Las dimensiones son aspectos de dichas SC expresados en términos de polos opuestos; en el polo positivo se encuentran las concepciones didácticas y epistemológicas más próximas a las actuales posiciones de la comunidad científica que trabaja en el área y, en el negativo, las opuestas (Peme-Aranega, 2006 a y b). En el cuadro 2 se presentan un ejemplo de una de las dimensiones de análisis correspondiente a 1 SC de la categoría Epistemología o Imagen de las Ciencias (IC) y un ejemplo de una de las dimensiones de análisis correspondiente a la categoría Didáctica de las Ciencias (DC). Esta "teoría" se consensuó previamente con Alicia.

CATEGORÍA (C) IMAGEN DE LAS CIENCIAS O EPISTEMOLOGÍA	
Subcategoría (SC) II: Caracterización del progreso de las ciencias. Importancia de factores históricos, sociales, políticos en el desarrollo de las Ciencias	
<u>polo positivo de la dimensión</u> (concepciones didácticas y epistemológicas próximas a las actuales posiciones de la comunidad científica que trabaja en el área)	<u>polo negativo de la dimensión</u> (concepciones didácticas y epistemológicas alejadas de las actuales posiciones de la comunidad científica que trabaja en el área)
<i>La Ciencia es una actividad social, históricamente y políticamente condicionada realizada por científicos que construyen conocimientos temporales y relativos.</i>	<i>La Ciencia es una actividad neutral realizada por científicos que construyen conocimientos verdaderos y universales.</i>
CATEGORÍA (C) DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	
Subcategoría (SC) I: Relación conocimiento cotidiano y construcción del conocimiento científico	
<u>polo positivo de la dimensión</u> (concepciones didácticas y epistemológicas próximas a las actuales posiciones de la comunidad científica que trabaja en el área)	<u>polo positivo de la dimensión</u> (concepciones didácticas y epistemológicas próximas a las actuales posiciones de la comunidad científica que trabaja en el área)
<i>Las elaboraciones del conocimiento cotidiano no tienen el significado de los conceptos científicos, pero les permiten a las personas interpretar su experiencia. El conocimiento cotidiano se valida en función de su utilidad y de su funcionalidad</i>	<i>Las elaboraciones del conocimiento cotidiano no les sirven a las personas para interpretar su experiencia porque son incorrectas. El conocimiento cotidiano se valida en función de su semejanza con el científico.</i>

Cuadro 2.- Ejemplo de polos opuestos de dimensiones de análisis correspondientes a subcategorías (SC) de las categorías (C) Epistemología o Imagen de las Ciencias y Didáctica de las Ciencias.

Las concepciones explícitas se infirieron de: a) Entrevistas semi-estructuradas, realizadas al comienzo del estudio que fueron sometidas a un "análisis de contenido" (Bardin, 1986) y, posteriormente, interpretadas con la "teoría sustantiva", por un acuerdo entre dos jueces. b) El Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas, INPECIP, elaborado por Porlán (1989). c) El Inventario de Creencias Epistemológicas y Didácticas, ICDE (Peme-Aranega y otros, 1999) empleado en otros estudios (Mellado y otros, 2003; Peme-Aranega, 2001; Peme-Aranega y Baquero, 2001 a y b). Los dos Inventarios se aplicaron en 3 oportunidades: al inicio de la investigación (2001), durante la misma (2003) y al finalizarla (2005).

De los indicadores correspondientes a las concepciones explícitas se infirieron, al inicio del trabajo, en 2003 y en 2005, los modelos didácticos declarados o deseables de Alicia (lo que ella "decía" o "quería hacer"), los que fueron sometidos a consenso con la docente.

El marco de referencia para caracterizar e identificar los modelos deseables fue un trabajo teórico, basado en diversos autores, en el que, a partir de las concepciones epistemológicas y didácticas, se consideraron 6

modelos: tradicional, tecnológico, expositivo, de conflicto cognitivo, descubrimiento autónomo o espontaneísta e investigación dirigida o investigativo-constructivista (Peme-Aranega, 2006a).

Las teorías en uso se dedujeron del discurso interactivo en el aula el cual, como en otros estudios (De Longhi, 2000; De Longhi y otros, 2003; Peme-Aranega, 2006a y b), fue una importante fuente de datos. Se infirieron del discurso de la profesora manifestados en las 36 clases analizadas durante los 6 ciclos, las que registraron en audio o con video y se desgrabaron.

Después de varias lecturas de cada clase se construyeron las "unidades de análisis" (acontecimientos) de las mismas. La investigadora y un evaluador externo acordaron la partición, lo que fue consensuado con Alicia. Con esas unidades se elaboraron los 1º Protocolos de análisis (donde cada fila correspondía a 1 unidad de análisis).

Se consideraron los comportamientos verbales que integraban cada "unidad". Se utilizó para ello una "Lista de Comportamientos verbales de clases" que se venía elaborando desde estudios anteriores. Ésta numeraba comportamientos relacionados con la a) la construcción del conocimiento por parte de los alumnos, b) la organización y la gestión de las actividades y c) la evaluación. A esta Lista se fueron agregando otros, propios de Alicia. Con esas conductas verbales se confeccionaron los 2º Protocolos de análisis (consensuados con un evaluador externo primero y luego con la docente), los que tenían 2 columnas: la primera con las unidades de análisis y, la segunda, con los comportamientos (expresados con los números correspondientes a las distintas conductas verbales de la Lista). Se elaboró, para cada clase, un cuadro de frecuencias de conductas presentes en las unidades y las secuencias de conductas más frecuentes. Finalizado el proceso de los 2º Protocolos de análisis y el estudio de los Cuadros de todas las clases de cada ciclo se derivaron las teorías en uso de Alicia en cada uno, las que se consensuaron con ella. Se estudió su evolución a lo largo de la investigación.

El análisis de estas teorías en uso permitió identificar los modelos didácticos reales (lo que la profesora "hacía") en cada ciclo y su evolución.

Los comportamientos verbales surgidos del discurso interactivo en el aula se interpretaron ubicándolos en la C, en las SC y en las dimensiones de análisis de la "teoría sustantiva" (cuadro 1 y ejemplo del cuadro 2). El acuerdo investigadora-evaluador externo-docente condujo a la confección de los 3º Protocolos de análisis, que incluían las unidades de análisis y las conductas discursivas verbales (Protocolo 2), y una 3º columna con su significado a la luz de las concepciones implícitas. De estos Protocolos se dedujeron globalmente las teorías implícitas subyacentes a sus teorías en uso en cada ciclo y el progreso evidenciado durante el estudio. Todo ello fue consensuado con Alicia.

El estudio de estas teorías implícitas permitió inferir los modelos didácticos reales (lo que la profesora "hacía") en cada ciclo y su evolución, lo que fue consensuado con ella.

La comparación de las concepciones explícitas e implícitas iniciales permitió inferir el nivel profesional de partida y determinar obstáculos para el desarrollo profesional de la profesora. La comprensión de esos obstáculos también se fue profundizando en reuniones mantenidas con ella que tuvieron lugar en los momentos en que se consensuaban: las

interpretaciones acerca de sus concepciones explícitas; los Protocolos de análisis de cada clase y las tablas de frecuencias y de secuencias; las teorías en uso (derivadas de esos Protocolos) y las implícitas subyacentes (interpretadas a través de la "teoría sustantiva"); los modelos didácticos (deseables y reales), los resultados y las conclusiones de este trabajo.

Su evolución profesional se obtuvo comparando el nivel profesional inicial con niveles posteriores (en 2003 y 2005) a través de las diferencias entre las concepciones explícitas - respuestas al ICDE y al INPECIP- y las implícitas. Se analizó y consensuó con Alicia la evolución profesional en esos intervalos y la medida en que se aproximaban los modelos deseables y los reales.

El proceso reflexivo tenía lugar en las reuniones en que se trabajaban los consensos investigadora principal-docente. En ellas quedaron de manifiesto otros requerimientos que dieron lugar a la organización conjunta de otras actividades de formación complementarias, adaptadas a sus necesidades, obstáculos y problemas prácticos: a.- Lecturas y discusiones acerca de distintos modelos didácticos utilizados en Didáctica de las Ciencias (Porlán y Rivero, 1998; Pozo y Gómez, 1998). La actividad le permitió identificar sus propios modelos didácticos (deseables y reales). b.- Lecturas y discusiones de otras investigaciones (en especial las relacionadas con el planteamiento de situaciones problemáticas). c.- Discusiones acerca de la posibilidad de transferencia al aula de conocimientos epistemológicos que la profesora había recibido en cursos de postgrado de su Doctorado. d.-Un Taller formativo de planificación de unidades didácticas en temas concretos del currículo.

A lo largo de la investigación (en los momentos de búsqueda de consensos) y al finalizar el estudio se tomaron notas de campo y se hicieron grabaciones de las reuniones lo que permitió, como se dijo, obtener datos acerca de la evolución del PRO, de los obstáculos para el desarrollo profesional de Alicia, de cómo los iba resolviendo y de otras necesidades formativas.

En el anexo 1 se sintetizan los aspectos estudiados, la manera en que se recolectaron e interpretaron los datos.

También realizamos un análisis cuantitativo de las teorías implícitas subyacentes a las teorías en uso (limitadas sólo a los comportamientos discursivos verbales relacionados con la construcción del conocimiento en el aula). Éste surgió de la comparación de las concepciones implícitas actualizadas o positivas con las concepciones implícitas desactualizadas o negativas. Se contabilizaron las conductas positivas y negativas que, en cada clase de la profesora, superaban el 5%. Se calculó luego el porcentaje de comportamientos que evidenciaban concepciones implícitas actualizadas y desactualizadas en cada uno de los 6 ciclos. (Figura 2). En cada uno de los ciclos se identifican dos direcciones de comportamientos discursivos: a) se consideran positivos (+) aquellos que van del docente (D) al alumno (A) y b) se evaluaron como negativos (-) los que van, de modo directo, desde el profesor (D) al objeto de conocimiento (OC). Una mayoría de los comportamientos (+) refleja un modelo centrado en los estudiantes; en cambio, una mayor número de los (-) manifiesta un enfoque centrado en la transmisión del contenido por parte de la profesora.

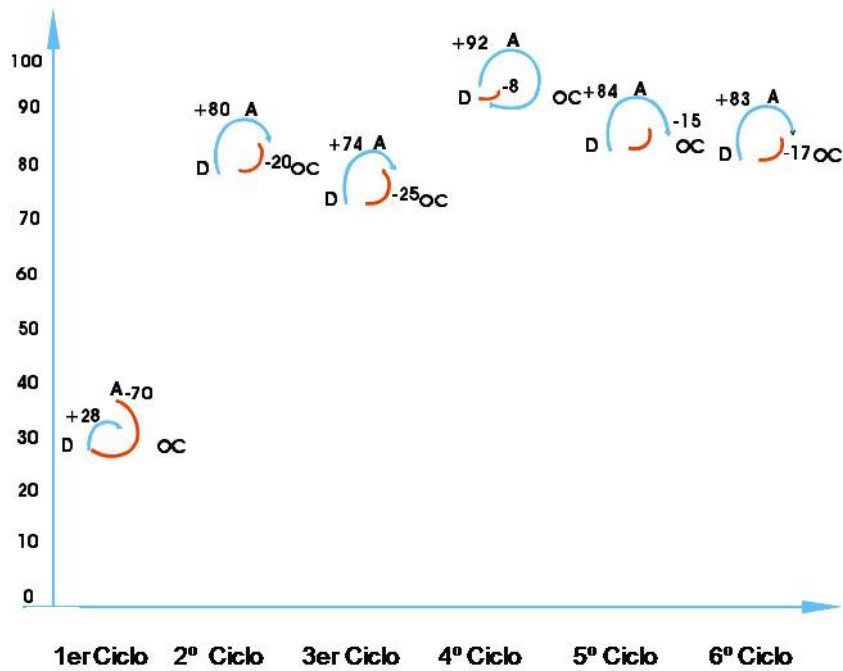


Figura 2.- Evolución de las teorías implícitas sobre la construcción del conocimiento en los 6 ciclos de la investigación

Resultados

El inicio de la investigación

A partir de los resultados obtenidos en la entrevista inicial y la interpretación de las respuestas al ICDE y al INPECIP se puede decir que Alicia evidenció concepciones explícitas bastante actualizadas (próximas a las que posee la comunidad que investiga en la didáctica de las ciencias). Las concepciones didácticas (categoría DC) relacionadas con el conocimiento y el aprendizaje, con las relaciones entre el conocimiento cotidiano, el escolar y el científico y con el aprendizaje científico escolar permiten caracterizar su perspectiva dentro de un constructivismo simplificado (López Ruiz, 1994). Tuvo también una visión sistémica y flexible acerca de aspectos curriculares y organizativos. Sin embargo, mostró visiones no actualizadas asociadas con la concepción de la disciplina Didáctica, de la función docente, la programación, la evaluación y la metodología. En lo que hace a la categoría IC (concepciones epistemológicas) los resultados mostraron una perspectiva relativista y contextualizada de las Ciencias y de su progreso; una concepción metodológica próxima a los planteamientos falsacionistas; y una visión actualizada de las teorías científicas, aceptando la coexistencia de teorías rivales.

El modelo didáctico deseable o declarado inicial de Alicia (lo que ella "quería hacer"), inferido de las distintas dimensiones epistemológicas y didácticas explícitas, permite caracterizarlo como mixto (poseía rasgos de los modelos tecnológico, espontaneísta y de algunos constructivistas).

Los comportamientos verbales durante el proceso interactivo en 5 clases correspondientes al 1º ciclo del estudio de Alicia se categorizaron, como se dijo, en las relacionadas con la construcción del conocimiento, la gestión de las actividades áulicas y la evaluación. Las teorías en uso correspondientes a 5 clases del 1º ciclo del estudio se dedujeron del estudio de los 1º y 2º

Protocolos de Análisis y de las tablas correspondientes a la frecuencia de sus comportamientos verbales y las secuencias de los mismos. Las implícitas surgieron de una interpretación sintética de los 3º Protocolos de Análisis. A partir de ello pudimos ver que:

Al comienzo del estudio y en esas 5 clases, Alicia mostró, respecto a la construcción del conocimiento en el aula, teorías en uso centradas en sí misma (no en los alumnos) y basadas en la exposición de conocimientos elaborados. Tales exposiciones, casi siempre exclusivas para toda la clase, eran desarrolladas siguiendo la lógica de sus propios razonamientos a través de un discurso continuado y sin tener en cuenta cuál era el grado de significación para los estudiantes. Mantenía el hilo de ese discurso, sólo interrumpido por preguntas hechas a los alumnos en búsqueda de respuestas que le permitieran volver a su idea conductora, o por cuestiones que ella misma se contestaba para poder retomarla; reforzando positivamente a los estudiantes cuando lo hacían según lo esperado y corrigiéndolos cuando esto no ocurría, como forma de encauzarlos. La interpretación de esas teorías en uso daba cuenta de teorías implícitas poco actualizadas tanto en lo epistemológico como en lo didáctico.

En cuanto a la gestión de las actividades áulicas, sus teorías en uso iniciales eran netamente directivas, dejando claro que era ella quien determinaba las actividades y el control del tiempo. Las teorías implícitas subyacentes a tales teorías prácticas dieron cuenta de orientaciones poco actualizadas tanto en lo didáctico como en lo epistemológico.

Los indicadores verbales de sus concepciones implícitas acerca de la evaluación fueron prácticamente nulos: sólo utilizó preguntas para considerar las respuestas de los alumnos.

Sintetizando se puede decir que, al comienzo del trabajo, las teorías en uso de Alicia dejaron en evidencia un modelo didáctico real que podía considerarse como de transición entre un modelo tradicional y uno tecnológico y menos evolucionado que el modelo deseable. Existía una gran diferencia entre sus concepciones explícitas y las implícitas; entre lo que "quería hacer" y lo que realmente "hacía" en el aula.

Consideramos que Alicia (como otros profesores con poca experiencia docente de otros trabajos) durante su primer año de experiencia no pudo transferir al aula sus concepciones explícitas (que eran más actualizadas) en tanto no disponía de estrategias y rutinas de acción prácticas consistentes con dichas concepciones (Lederman, 1999; Mellado y otros, 2008).

Evolución de Alicia en los seis años de la investigación

A lo largo de la investigación (a partir de los datos obtenidos de las dos aplicaciones del ICDE y del INPECIP, en 2003 y 2005) pudo observarse que las concepciones epistemológicas explícitas de Alicia se aproximaron cada vez más a los polos positivos de las diferentes dimensiones incluidas en todas las SC, logrando superar ciertas de sus limitaciones iniciales (relacionadas con la visión de las ciencias como actividad que puede resolver todos los problemas. También sus concepciones didácticas explícitas se acercaron a visiones más actualizadas: Pasó de una perspectiva constructivista simplificada (en la que del conocimiento de las ideas de los alumnos apenas se extraen consecuencias para la

construcción del conocimiento) a otra más compleja. Superó el enfoque metodológico espontaneísta. Venció su ambivalencia respecto de los procedimientos de evaluación, del papel que ocupa el control de la disciplina en la gestión áulica, de la función de los objetivos en la programación. Al definirse finalmente en el sentido de que la enseñanza es una actividad con componentes contextuales e ideológicos, enriqueció más su concepción investigativa de la didáctica y resolvió un pesimismo inicial frente a los cambios institucionales.

De la evolución de esas concepciones explícitas deducimos que el progreso fue en dirección de un modelo didáctico deseable final que categorizamos dentro del investigativo orientado a la resolución de problemas.

En lo que hace a la evolución de las teorías en uso a lo largo de los 6 ciclos y de las implícitas subyacentes (derivadas de los 1° y 2° Protocolos de Análisis y los cuadros de frecuencias y de los 3° Protocolos, respectivamente) se pudo ver que:

En la práctica discursiva áulica, Alicia partió de un cierto conflicto entre teorías en uso contrapuestas y fue evolucionando desde las estrategias centradas en sí misma hacia las que tomaban como eje al alumnado; desde el monólogo al diálogo; desde el propio discurso a las múltiples interacciones; desde los productos acabados a su construcción; desde el control de la dirección a la autodeterminación y desde el autoritarismo a la participación. Sus conductas verbales fueron inicialmente de carácter heteroestructurante centrándose en ella como docente (empleando la exposición, la continuidad de su discurso, el uso de preguntas autorrespondidas, el refuerzo de las respuestas correctas de los alumnos y la corrección de las incorrectas). En el 2° ciclo se produjo un gran cambio -que por su discontinuidad, podríamos decir tuvo un carácter kuhniano (Mellado, 2003)- empleando comportamientos verbales y secuencias discursivas más interestructurantes y centradas en los alumnos (Figura 2): Sus exposiciones se adaptaron a los requerimientos grupales e individuales; fue organizando el trabajo en grupo y coordinando discusiones; comenzó a incentivar la participación; sus preguntas empezaron a tener el sentido de invitar a los alumnos a dar respuestas; aceptó variedad de aportes y precisó los adecuados. Su discurso continuado fue cediendo paso a conductas cuyo propósito era lograr una mayor comprensión por parte de los estudiantes (comenzó a otorgarles espacios para que dieran explicaciones; las proporcionaba cuando ellos no podían hacerlo y, en este caso, limitándolas sólo a lo necesario). El pedirle a los alumnos que fundamentasen sus respuestas (conducta manifestada ya en el inicio) se fue consolidando y empezó a poner a consideración de ellos la intervención de los pares.

La figura 2 nos permite visualizar el gran cambio que se produjo en los comportamientos discursivos de Alicia entre el inicio (1° Ciclo) y el 2° ciclo. Al comienzo, la mayoría las teorías implícitas sobre la construcción del conocimiento iban de la docente (D) al objeto de estudio (OC). A partir del 2° ciclo la mayoría fueron de la profesora (D) a los alumnos (A).

A partir de este 2° ciclo evolucionó continua y gradualmente (figura 2) en un proceso que podríamos denominar toulminiano (Mellado, 2003), consolidando las estrategias interestructurantes. Las participaciones solicitadas a los alumnos cobraron nuevos sentidos en esta dirección: del pedido de opiniones a la solicitud de fundamentaciones y argumentaciones, a requerirles que explicaran a los compañeros, que buscaran solución a las propuestas de éstos y a las suyas

propias, que sintetizaran, que relacionaran. También fue tratando de que los alumnos emplearan, en la construcción colectiva, procesos cognitivos cada vez más próximos a los que utilizan quienes los desarrollan. El planteo de problemas (en contextos experimentales o no) fue requiriendo de los estudiantes un verdadero abordaje a la vez creativo y racional de su estudio y búsqueda de soluciones. Además, durante el 3º ciclo fortaleció comportamientos verbales apoyados en el diálogo constructivo, limitando sus participaciones a las necesarias. A partir del 4º marcó la importancia de la Historia de las Ciencias en la comprensión de los conceptos físicos. Simultáneamente, sus participaciones verbales buscaron una mayor comprensión de los alumnos, simplificando las preguntas que no respondían. En el 5º ciclo enriqueció sus intervenciones y empleó otras maneras de lograr una mejor comprensión (como el uso de analogías, de ejemplos y de dibujos). Sus exposiciones fueron cobrando el sentido de presentar los conocimientos nuevos necesarios, de sintetizar, de integrar, de reestructurar conceptos previos y de relacionarlos entre sí y con el conocimiento cotidiano. En la misma dirección, comenzó a emplear preguntas para que los alumnos recordaran conceptos previos, asociaran el conocimiento escolar con los fenómenos de la vida diaria, ejemplificaran, dibujaran, sintetizaran y respondieran preguntas de sus pares. Los comportamientos verbales interestructurantes que, a partir del 2º ciclo, aumentaron en frecuencia y en diversidad fueron consolidando una metodología de estudio de problemas por investigación dirigida, en el sentido, también de orientar el proceso de problematizar y socializar el conocimiento: Las conductas verbales relacionadas con el planteamiento de situaciones problemáticas aparecieron en el 2º ciclo. En el 4º presentó un verdadero problema y, desde entonces, muchos comportamientos se asociaron con un nuevo rol: el de ser facilitadora de situaciones problemáticas. Su discurso mostró cómo orientaba a los estudiantes en diferentes procesos de su estudio: formular hipótesis, encontrar respuestas a sus propuestas, diseñar e implementar experiencias y elaborar conclusiones.

Respecto a las teorías en uso relacionadas con la organización y la gestión del trabajo en el aula, los comportamientos y secuencias verbales de Alicia mostraron (al comienzo y hasta el 3º ciclo) la rivalidad de dos teorías en uso: una con rasgos modeladores del comportamiento de los estudiantes y, otra, con características orientadoras de su autonomía. El progreso en el sentido de las últimas se fue consolidando progresiva y continuamente. Las unidades y secuencias verbales de Alicia al comienzo mostraban que era ella quien determinaba las actividades de los alumnos y sus tiempos. Éstas fueron evolucionando, desde el 2º ciclo, hacia discursos que pretendían que los alumnos comprendieran el significado de las nuevas tareas. A partir del 3º les permitió que fuesen ellos los que decidieran acerca éstas y de su implementación. En el 4º les propuso actividades no convencionales en las que contaban con libertad de realizarlas en tiempos flexibles a condición de que fuesen creativas. Respecto al manejo de la disciplina y del orden de la clase, al comenzar el estudio, sus conductas verbales aparecían como ambiguas. A partir del 3º ciclo estos comportamientos fueron evolucionando al generar un ambiente de aula más distendido (como hacer bromas y admitirlas) las que se mantuvieron a lo largo del trabajo. También evolucionó en la dirección de una mayor democratización de los roles en el aula. En el 4º ciclo admitió que los alumnos le preguntasen sobre sus estrategias didácticas, accediendo a justificarlas. En el 5º, ella misma explicó estos comportamientos. Las teorías implícitas subyacentes a estas teorías prácticas tuvieron la misma forma.

Las teorías en uso relacionadas con la evaluación aparecieron en el 2º ciclo y evolucionaron, desde la explicación de los procedimientos a emplear (3º ciclo), y de los criterios a utilizar (4º), hasta la justificación de los procedimientos empleados para evaluar (5º). Las conductas verbales mostraron el empleo de técnicas no convencionales, incluyendo formas de autoevaluación por parte de los alumnos. Como en el caso de la profesora sin experiencia analizada por Bejarano y Carvalho (2003) el cambio en la práctica de la evaluación de Alicia se produce después de haber cambiado sus pautas de acción relacionadas con la construcción del conocimiento.

En concordancia con todo lo anterior concluimos que los modelos reales de Alicia evolucionaron (como los deseables) en dirección de un modelo didáctico práctico final que categorizamos también dentro del investigativo orientado a la resolución de problemas. Las diferencias entre el plano de lo que "quería ser" y lo que "hacía" fueron disminuyendo.

Conclusiones e implicaciones

Se lograron los objetivos establecidos para el estudio. Los procedimientos empleados resultaron adecuados para conocer, analizar e interpretar, en el caso de Alicia, el estado inicial y la evolución de: sus concepciones (epistemológicas y didácticas, explícitas e implícitas), sus teorías en uso y las teorías implícitas subyacentes y sus modelos didácticos (deseables y reales). Permitieron también determinar sus niveles profesionales de partida y su evolución en los 6 ciclos de la investigación y conocer algunos obstáculos para su desarrollo. La "teoría sustantiva" fue útil para interpretar datos de distintas fuentes, en diferentes contextos y momentos en relación con las concepciones de la profesora. El PRO (basado en sus concepciones y tomando como criterio de sistematización los consensos interpretativos) constituyó una metodología de formación adecuada que permitió, además, desarrollar actividades que coadyuvaron al desarrollo profesional.

Al inicio del estudio y durante el primer año de docencia el modelo didáctico real de Alicia era mucho más tradicional que el declarado. La evolución de sus concepciones explícitas y sus modelos deseables fue continua a través de los 6 ciclos de la investigación. Sin embargo, el gran cambio en su modelo didáctico práctico (manifestado en los comportamientos discursivos, especialmente en la construcción de conocimientos por parte de los alumnos) se produjo al inicio del estudio. Luego se observó una evolución más gradual en su desarrollo profesional.

Estos resultados son muy significativos, ya que en investigaciones anteriores (da Silva y otros, 2007) se señala la importancia, para el desarrollo profesional de los profesores, de la toma de conciencia de las ideas de los alumnos y del proceso de construcción del conocimiento. Consideramos que en Alicia el PRO fue decisivo para que sus prácticas discursivas asociadas a la dicha construcción por parte de los alumnos, cambiara de una orientación centrada en sí misma y en la materia, a otra que tomaba como eje a los alumnos y a su aprendizaje. Por otra parte, los cambios coinciden con investigaciones previas que mostraron que los cambios se consolidan cuando los profesores pueden construir nuevos papeles por un proceso de la reflexión crítica al mismo tiempo que adoptan o construyen las nuevas metáforas que son compatibles con los cambios (Tobin y otros, 1994).

La evolución encontrada en los comportamientos verbales relacionados con la organización y la gestión de las actividades áulicas de Alicia evolucionaron gradualmente durante el trabajo. Esto nos lleva a coincidir con la interpretación de Lederman (1999) quien señala que los profesores principiantes tienen que desarrollar rutinas y esquemas educacionales que les permitan sentirse cómodos con la organización y la gestión de la instrucción.

Al final de la investigación existió bastante concordancia entre sus concepciones explícitas e implícitas y entre sus modelos didácticos deseables y reales, ambos próximos a los investigativo-constructivistas.

Los mayores obstáculos al desarrollo profesional se encontraron al inicio de la investigación, durante el 1º ciclo de la misma. Entre ellos podemos mencionar una orientación elitista y academicista de las Ciencias y de la enseñanza, una autosuficiencia en su formación (a pesar de sus deficiencias didácticas) y, sobre todo, un absolutismo didáctico y epistemológico con fuerte influencia en su rol como profesora, en su gestión de la clase y en la forma de incidir en la construcción del conocimiento por parte de sus estudiantes. Interpretamos que estas visiones estaban influidas particularmente por el centro universitario de excelencia en el que se graduó. También tenía, como la mayoría de los docentes novatos, una visión separada y desconectada de la teoría y de la práctica y una percepción del entorno escolar como obstáculo para sus propósitos docentes. Las reuniones de consenso y discusión con Alicia durante el PRO apoyan estas conclusiones.

El PRO le permitió superar gran parte de sus obstáculos y fue el eje del proceso formativo. Al ser una profesora novel, los dos primeros ciclos fueron decisivos para vencer los obstáculos. Otros factores facilitaron y estimularon sus cambios y desarrollo profesional (de las reuniones de discusión y consenso se tomaron indicadores de estos rasgos, propios de Alicia): un deseo personal de mejora y una actitud positiva a buscar alternativas; la toma de conciencia de su práctica; la búsqueda de la concordancia entre su actividad en el aula y sus objetivos docentes; la importancia dada al mejoramiento del aprendizaje de sus alumnos; y, especialmente, a la problematización de la construcción del conocimiento de los estudiantes. Estos factores le permitieron superar su inicial absolutismo epistemológico y didáctico. A partir del 2º ciclo y hasta el final mantuvo el rol de profesora reflexiva que problematiza e investiga su práctica.

En cuanto a las implicaciones de este estudio y comparando a Alicia con otra profesora estudiada empleando también este procedimiento (Peme-Aranega, 2006a y b) consideramos que el PRO incide de forma muy diferente en profesores participantes según sea su formación inicial, su experiencia docente, su contexto escolar, etc. De ahí la necesidad de individualizar el tratamiento del desarrollo profesional, según las características personales y sociales de los docentes con que se colabore.

Nuestros resultados nos llevan a considerar la importancia que tendrían programas específicos de este tipo en los profesorados y en la formación continua de los docentes noveles porque es en esos periodos en los que cobran forma y se consolidan las estrategias y rutinas en el aula que, posteriormente, serán mucho más difíciles de cambiar.

Resaltamos que es importante relacionar el desarrollo profesional del profesorado y el aprendizaje del alumnado, incidiendo especialmente en su proceso de construcción del conocimiento (su progresión, la construcción de significados, la evaluación, etc.) y el conocimiento didáctico del contenido de los docentes (Reyes y Garritz, 2006). Es en este sentido que la investigación abrió una línea de estudio en la que hemos comenzado a trabajar.

Pensamos también que sería significativo centrarse en temas concretos de Ciencias del currículo escolar y aprovechar las investigaciones ya realizadas sobre la construcción del conocimiento escolar en estos temas y su progresión (Jiménez-Aleixandre y Reigosa, 2006). De esta forma los docentes participantes tendrían referencias de las que partir en el proceso de elaboración del conocimiento por parte de sus estudiantes.

Referencias bibliográficas

Bailey, B.L., Scantlebury, K.C. y Johnson, E.M. (1999). Encouraging the beginning of equitable science teaching practice: Collaboration is the key. *Journal of Science Teacher Education*, 10, 3, 159-173.

Bardin, L. (1986). Análisis de contenido. Madrid: Akal.

Bejarano, N.R.R. y Carvalho, A.M.P. (2003). Professor de ciências novato, suas crenças e conflitos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8, 3, En: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

Bianchini, J.A., Johnston, C.C., Oram, S.Y. y Cavazos, L.M. (2003). Learning to teach science in contemporary and equitable ways: The successes and struggles of first-year science teachers. *Science Education*, 87, 3, 419-443.

Copello, M.I. y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 2, 269-283.

Da Silva, C., Mellado, V., Ruiz, C. y Porlán, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*. 91, 3, 461-491.

Davis, E.A., Petish, D. y Smithey, J. (2006). Challenges new science teachers' face. *Review of Educational Research*, 76, 4, 607-651.

Day, Ch. (1999). *Developing teachers, the challenges of lifelong learning*. London: Falmer Press.

De Longhi, A.L. (2000). El discurso del profesor y del alumno: Análisis didáctico en clases de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 2, 201-216.

De Longhi, A.L.; Ferreyra, A.; Iparraguirre, L.; Campaner, G.; Paz, A.; Calatayud, P. (2003). La interacción discursiva y el proceso de enseñanza en Ciencias Experimentales. *Revista Diálogos Pedagógicos*, 1, 2, 56-59.

Flores, M.A. (2004). Os professores em início de carreira e o seu processo de mudança: influências e percursos. *Revista de Educação*, 12, 2, 107-118.

Ford, M.J. y Fargo, B.M. (2007). Routines, roles and responsibilities for aligning scientific and classroom practices. *Science Education*, 91, 1, 133-157.

Freitas, M.I., Jiménez, R. y Mellado, V. (2004). Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. *Research in Science Education*, 34, 1, 113-133.

Goetz, J.P. y Le Compte, M.D. (1984, Trad. Cast. 1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

Hargreaves, A. (1996). *Profesorado, cultura y modernidad*. Madrid: Morata.

Hashweh, M.Z. (2003). Teacher accommodative change. *Teaching and Teacher Education*, 19, 4, 421-434.

Jackson, P.G. (1991). *La vida en las aulas*. Madrid: Morata.

Jeanpierre, B., Oberhauser, K. y Freeman, C. (2005). Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 6, 668-690.

Jiménez, R. y Wamba, A.M. (2003). ¿Es posible el cambio de modelos didácticos? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de educación secundaria. *Investigación en la Escuela*, 17, 1, 113-131.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Reigosa, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90, 4, 707-733.

King, K., Shumow, L. y Lietz, S. (2001). Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education*, 85, 2, 89-110.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, 331-359.

Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 6, 8, 916-929.

López Ruiz, J.I. (1994). El pensamiento del profesor sobre el conocimiento de los alumnos. *Investigación en la Escuela*, 22, 58-56.

Lucas, S. y Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas no ambito das práticas letivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 4, 3, Artículo 4. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Lyons, L.L.; Freitag, P.K. y Hewson, P.W. (1997). Dichotomy in thinking, dilemma in actions: researcher and teacher perspectives on a chemistry teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 3, 239-254.

Martínez, C., García, S. y Mondelo, M. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 1, 26-32.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 3, 289-302.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 3, 343-358.

Mellado, V., Bermejo, M.L., Blanco, L.J. y Ruiz, C. (2008). The Classroom Practice of a Prospective Secondary Biology Teacher and his Conceptions of the Nature of Science and of Teaching and Learning Science. *International Journal of Science y Mathematics Education*, 6, 1, 37-62.

Mellado, V., Peme-Aranega, C., Redondo, C. y Bermejo, M; L. (2003). Los mapas cognitivos en el análisis gráfico de las concepciones del Profesorado de Ciencias Experimentales. *Campo Abierto*, 22, 37-58.

Mellado, V., Ruiz, C., Bermejo, M.L. y Jiménez, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to education of science teachers. *Science and Education*, 15, 5, 419-445.

Peme-Aranega, C. (2001). Utilización del "Inventario de creencias didácticas y epistemológicas (ICDE)" en la diferenciación de poblaciones de docentes de ciencias del Nivel Medio (en formación) de la ciudad de Córdoba. Comparación con un grupo de docentes (en ejercicio) de ese Nivel. *Enseñanza de la Física*, 14, 1, 5-26.

Peme-Aranega, C. (2006a). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales por medio de un proceso de autorreflexión orientado: estudio longitudinal de casos. Tesis doctoral inédita. Universidad de Extremadura.

Peme-Aranega, C. (2006b). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales por medio de un proceso de autorreflexión orientado: Estudio longitudinal de casos. *Revista de Educación en Biología*, 9, 2, 56-60.

Peme-Aranega, C. y Baquero, M. E. (2001a). El empleo de Inventarios para la descripción de creencias epistemológicas explícitas de una docente de ciencias en un estudio etnográfico. Comparación con las creencias implícitas. *Revista de Educación en Biología*, 4, 1, 15-24.

Peme-Aranega, C. y Baquero, M. E. (2001b). La descripción de creencias didácticas explícitas de una docente de ciencias empleando Inventarios como parte de un estudio etnográfico. Comparación con las creencias implícitas. *Revista de Educación en Biología*, 4, 2, 9-17.

Peme-Aranega, C., Gerbaudo, S., Ferreyra, A. y Echevarrieta, E. (1999). El proceso de Elaboración de un inventario de creencias didácticas y epistemológicas (ICDE). *Interdisciplinaria*, 15, 2 y 3, 1-37.

Porlán, R. (1989). Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.

Porlán, R., Rivero, A. y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores-I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 2, 155-171.

Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

Pro, A. de (2006). Perfil de la "Reforma LOGSE" y perfil de uso: los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 3, 337-356.

Reyes, F. y Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del contenido de reacción química en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, XI, 31, 1175-1205.

Rodríguez, D., López, y Mota, A. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula?. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11, 31, 1307-1335.

Roth, W.M. (1998). Science teaching as knowledgability: a case study of knowing and learning during coteaching. *Science Education*, 82, 3, 357-377.

Tobin, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. En B.J. Fraser y K. Tobin (Ed.), *International Handbook of Science Education* (pp. 129-151). Dordrecht: Kluwer A.P.

Tobin, K., Tippins, D.J. y Gallard, A.J. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. En D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 45-93). New York: McMillan P.C.

Tsai, C.C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24, 8, 771-783.

Vázquez, B., Jiménez, R., Mellado, V. y Taboada, C. (2007). Análisis de las secuencias de actividades: reflexión e intervención en el aula de ciencias. El caso de una profesora de secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 3, artículo 10, 649-672. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

White, R.T. y Arzi, H.J. (2005). Longitudinal studies: designs, validity, practicality, and value. *Research in Science Education*, 35, 1, 137-149.

Anexo 1: Aspectos estudiados, recolección e interpretación de los datos

Aspectos estudiados	Recolección de datos	Interpretación de datos
<i>Concepciones (epistemológicas y didácticas) explícitas</i> (*)	Una entrevista Semi estructurada. Respuesta al ICDE. Respuesta al INPECEP.	Análisis de contenido. "Teoría sustantiva". Criterios de los autores del inventario y "teoría sustantiva"
<i>Teorías en uso</i> (**)	Observación de clases (*****) <i>Protocolos de análisis 1 y 2</i> de cada una de las clases. Síntesis de resultados de cada ciclo con tablas de frecuencias y de secuencias de comportamientos verbales.	Determinación de unidades de análisis (del discurso interactivo del docente). Identificación y clasificación de comportamientos verbales empleando "Lista de comportamientos" y su clasificación. Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso.
<i>Concepciones (epistemológicas y didácticas implícitas)</i> (**)	<i>Protocolos de Análisis 3</i> de cada una de las clases. Síntesis de resultados de cada ciclo.	"Teoría sustantiva". Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso.
<i>Teorías implícitas subyacentes a las teorías en uso</i> (**)	Inferido de lo registrado en las teorías en uso.	"Teoría sustantiva". Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso.
<i>Modelos didácticos reales</i> (*)	Inferido de los registrado en las concepciones (epistemológicas y didácticas) implícitas.	"Teoría sustantiva" Trabajo teórico basado sobre modelos. (*****) Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso.
<i>Modelos didácticos deseables</i> (***)	Inferido de los registrado en las concepciones (epistemológicas y didácticas) explícitas.	"Teoría sustantiva". Trabajo teórico basado sobre modelos (*****) Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso
<i>Nivel profesional de partida</i>	Inferido de los registrado en las concepciones (epistemológicas y didácticas) explícitas (obtenidas en la fase exploratoria inicial) y en las implícitas (obtenidas al finalizar el 1º ciclo)	Comparación entre las concepciones explícitas (lo deseado) y las concepciones implícitas (lo real) al inicio del estudio. Consenso interpretativo investigador principal – evaluador externo- docente caso
<i>Niveles profesionales sucesivos</i> (****)	Inferidos de las concepciones (epistemológicas y didácticas) explícitas (obtenidos al finalizar el 4º y el 6º ciclo)	Comparación entre las concepciones explícitas (lo deseado) y concepciones implícitas (lo real) en los dos ciclos. Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso
Obstáculos para el desarrollo profesional	Inferidos del nivel profesional de partida y de los datos obtenidos en reuniones mantenidas con la docente – caso en los momentos de consenso interpretativos.	Consenso interpretativo: investigador principal – evaluador externo- docente caso
PRO	De los datos obtenidos en reuniones de consenso interpretativo investigador principal – docente caso y de una reunión al finalizar el estudio.	Interpretación cualitativa del proceso.

(*) Datos recolectados durante la fase exploratoria inicial, al finalizar el 4º ciclo (2003) y al terminar el 6º ciclo (2005)

(**) Datos obtenidos al finalizar cada ciclo (1º, 2º, 3º, 4º, 5º y 6º) en los años 2001, dos veces en 2002, en 2003, en 2004 y en 2005)

(***) Datos recolectados durante la fase exploratoria inicial, al finalizar el 4° ciclo (2003) y al terminar el 6° ciclo (2005)

(****) Datos obtenidos al finalizar el 4° ciclo (2003) y al terminar el 6° ciclo (2005)

(*****) Se trató de 5 clases en 2001 (1° ciclo); 4 en el 2002 (2° ciclo); 5 en 2002 (3° ciclo); 7 en 2003 (4° ciclo); 7 en 2004 (5° ciclo) y 6 en 2005 (6° ciclo).

(*****) Se consideraron 6 tipos de modelos: tradicional, tecnológico, expositivo, de conflicto cognitivo, descubrimiento autónomo o espontaneísta e investigación dirigida o investigativo-constructivista.