



## DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

# Caracterización del desarrollo profesional de profesores de ciencias. Parte I: sistemas de representación implícita en la epistemología profesional docente

Ainoa Marzábal<sup>a,\*</sup>, Alejandro Rocha<sup>b</sup> y Braulio Toledo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

<sup>b</sup>Universidad Católica de la Santísima Concepción, Santiago, Chile

Recibido el 11 de abril de 2014; aceptado el 5 de noviembre de 2014

### PALABRAS CLAVE

Epistemología profesional docente; Modelo didáctico; Enseñanza de las ciencias; Sistema de representaciones implícitas

### KEYWORDS

Teachers' professional epistemology; Teaching models; Science teaching; Implicit representations system

**Resumen** Se investigan los sistemas de representaciones implícitas como obstáculos para el desarrollo profesional docente. Su caracterización requiere construir un modelo de epistemología profesional docente a partir de antecedentes que describen el quehacer de los profesores de ciencias en el aula. La investigación es cualitativa, exploratoria, interpretativa y transversal, basada en un estudio de casos, con recogida de datos en tres instancias y análisis por triangulación. Los sistemas de representaciones implícitas caracterizados revelan diversas teorías de dominio, agrupadas en cuatro teorías implícitas: la suficiencia del aprendizaje significativo; la dificultad de una didáctica y una evaluación que promuevan la autorregulación del estudiante; el rol directivo del profesor que impone un rol pasivo al estudiante, y una epistemología realista, empirista e inductivista.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

### Science teachers' professional development characterization - Part I: Implicit representations systems in professional teaching epistemology

**Abstract** We explore the implicit representations systems as obstacles for teachers' professional development. Their characterization requires a professional teaching epistemology model from backgrounds describing the performance of science teachers in the classroom. The research is qualitative, exploratory, interpretative and transversal, based on a case study through three instances of data collection and triangulation analysis. The Implicit Representations Systems characterized reveal various domain theories, grouped in four implicit theories: the sufficiency of meaningful learning; the difficulty of teaching and assessment that promote student self-regulation; managerial role of the teacher imposing the student a passive role, and a realistic, empirical and inductive epistemology.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ainoamb@gmail.com (A. Marzábal).

## Introducción

En el contexto de la formación continua de profesores, se pretende generar oportunidades para el desarrollo profesional docente. Se trata de un proceso complejo por la resistencia al cambio de los conocimientos, las creencias y las actitudes que tienen los profesores (Mellado, 2003), aun cuando ellos mismos identifican problemas en su acción docente e inconsistencias entre su discurso y su acción profesional (Bell y Gilbert, 1996). Actualmente se propone que se implique a los profesores en un proceso de reflexión sobre su propia práctica docente a partir de un trabajo colectivo y continuo del profesor como componente de un grupo (Furió y Carnicer, 2002), con una propuesta de formación continua que responda específicamente al colectivo de profesores que participan en ella. Es así que el levantamiento de una propuesta formativa puede fundamentarse en un diagnóstico inicial de la epistemología profesional de los docentes participantes.

La investigación didáctica de hace casi dos décadas ha venido constatando que hay incoherencias y contradicciones en las representaciones mentales de los profesores de ciencias (Mellado, 1996; Martínez et al., 2001) que obstaculizan los esfuerzos de mejora (Jiménez y Wamba, 2003; López-Vargas y Basto-Torrado, 2010) dificultando la autocrítica, el cambio y la innovación en las prácticas de aula, tan necesarias para un desempeño profesional eficiente en los complejos escenarios educativos que estamos enfrentando.

Comprendidas desde un modelo cognitivo denominado "Epistemología Profesional Docente" (EPD) (López, 2000), las representaciones mentales que conforman el pensamiento de un profesor de ciencias se organizan en varios niveles: como representaciones explícitas, conscientes y verbalizables, y como sistemas de representaciones implícitas (SRI): conjuntos de reglas no manifiestas, capaces de regular las expresiones explicitables.

Este artículo aborda las incoherencias en las representaciones y prácticas del profesorado de ciencias, para proponer un modelo de formación continua de profesores que considere las representaciones implícitas que obstaculizan la posibilidad del cambio educativo y la innovación en su proceder docente.

El objetivo de este artículo es, entonces, caracterizar las representaciones mentales en la epistemología profesional docente de los profesores de ciencias experimentales participantes en el estudio, y reconocer las incoherencias entre estas representaciones y las prácticas de aula para identificar las representaciones implícitas que podrían explicar su persistencia.

## Identificación de obstáculos para el desarrollo profesional docente de los profesores de ciencias experimentales

Investigaciones previas confirman que a los profesores les cuesta cambiar sus concepciones y, más todavía, sus prácticas docentes. Determinados convencimientos sobre sus prácticas se perciben como "algo obvio", "de sentido común" y, por ende, permanecen inmunes a la crítica (Mellado, 1996). En un ejemplo, entre muchos otros, se ha documentado que

un profesor puede manifestar su deseo consciente de que los alumnos participen en la clase al mismo tiempo que los hace callar cuando "hablan demasiado" o puede promover la participación del alumnado hasta que, al final, interviene para subrayar lo que es correcto (Porlán, 1999).

Ahora bien, asumir que tales incoherencias son resistentes en la cognición de los profesores lleva a suponer que se encuentran relacionadas con concepciones, creencias o valoraciones no inmediatamente evidentes, pero capaces de guiar, de manera inadvertida, sus comportamientos. Tales formas ocultas de la cognición han sido señaladas como SRI (López-Vargas y Basto-Torrado, 2010). Pero para poder explorar estos sistemas, se requiere un modelo de la mente del profesor de ciencias. Eso es, a grandes rasgos, la EPD (López, 2000).

Para caracterizar las representaciones mentales del profesor de ciencias en una EPD, debemos situarnos en el paradigma sociocognitivo (Román y Díez, 2003), dentro del cual el aprendizaje es un proceso cognitivo de integración y reestructuración de esquemas mentales previos (Mellado, 1996; Vargas, 2010). Así, la totalidad de lo que un profesor de ciencias puede saber, creer o valorar en sus prácticas puede englobarse en un discurso profesional docente, el cual debe considerar tres campos: epistemológico, didáctico y pedagógico (García y Vilanova, 2008; Cuellar, 2010).

Sin embargo, esto constituye tan solo el nivel explícito de la cognición. Muchos de los conceptos, las creencias y las valoraciones sobre nosotros mismos y sobre nuestro entorno, que nos permiten predecir y controlar los sucesos, han llegado a ser automáticos, por lo que no los tenemos presentes durante nuestras actuaciones, aunque es posible "explicitarlos". Pozo y Gómez Crespo (1998) han propuesto organizarlos en dos niveles jerárquicos: teorías de dominio y teorías implícitas, que en conjunto configuran los SRI.

Las teorías de dominio son concepciones que se pueden revelar a partir de las acciones y verbalizaciones manifestadas en contextos diferentes del nivel explícito. Cuando, por ejemplo, un estudiante explica que es necesario empujar constantemente un automóvil para mantenerlo en movimiento y, en otra situación, mantiene encendido el reactor del avión en un videojuego "para no perder velocidad", ello indica que tiene el convencimiento de que "un objeto solo se podrá mover si se le aplica una fuerza". Son, pues, modelos mentales estables, que condicionan y dirigen las respuestas del sujeto ante situaciones particulares que pueden no tener relación aparente (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Ahora bien, entre dos o más teorías de dominio puede haber una conexión, una base conceptual común. Hay investigaciones que han identificado tres principios perceptivos en el procesamiento que los bebés hacen de su entorno físico: cohesión, contacto y contigüidad (Carey y Spelke, 1994); se trata de principios que rigidizan la teoría previa de un movimiento forzado (por contacto) y también la teoría previa de una materia continua, lo que dificulta la comprensión de la materia como compuesta por átomos y moléculas. Así, la comprensión de distintos dominios del saber puede compartir las mismas restricciones, la misma teoría implícita básica (Rodrigo et al., 1993). Tales teorías implícitas, pues, actúan como un sistema operativo: guían el pensamiento y el comportamiento dando formato a las teorías de dominio y a las representaciones explícitas que el sujeto puede llegar a elaborar.

La EPD del profesor de ciencias experimentales puede definirse, entonces, como un conjunto de representaciones mentales referidas a la didáctica de las ciencias experimentales, la pedagogía y la epistemología del conocimiento científico, que constituyen el discurso profesional docente explícito del profesor acerca de las prácticas de aula relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en distintos niveles de acceso.

### **Caracterización de los sistemas de representación implícitos en la epistemología profesional docente de los profesores de ciencias**

Dado que la coherencia se entiende aquí como un aspecto del pensamiento y las prácticas de los profesores que es crucial en las tareas de enseñanza (Soussan, 2003), se aborda la investigación desde un paradigma cualitativo, dentro del cual se puede caracterizar, en profundidad y lo más detalladamente posible, dicho aspecto en un grupo de profesores de ciencias experimentales. La investigación, por lo tanto, es un estudio de casos múltiple, de tipo interpretativo y alcance exploratorio.

Participan en el estudio ocho profesores de educación general básica que imparten Comprensión del Medio Natural en establecimientos de Concepción, Chile, quienes participan de un programa de formación continua de profesores de 2 años de duración.

La recolección de datos es transversal, organizada en tres instancias, y la estrategia analítica es por triangulación.

#### **Recogida de datos**

Para caracterizar las representaciones mentales en la EPD de estos profesores, es necesario considerar los modelos didácticos en función de los cuales dichas representaciones tienen significado práctico. Un modelo didáctico es una reflexión anticipadora de la práctica educativa que los profesores elaboran para entender, justificar y organizar su desempeño docente (Mayorga y Madrid, 2010).

En un modelo didáctico, las representaciones mentales del profesor toman la forma de criterios o categorías acerca de los aspectos que la práctica debería satisfacer. Pozo y Gómez Crespo (1998) han descrito seis de ellos para la enseñanza de las ciencias: enseñanza tradicional, enseñanza por descubrimiento, enseñanza expositiva, enseñanza por conflicto cognitivo, enseñanza por investigación dirigida y enseñanza por contraste de modelos científicos.

Tras el análisis de contenido realizado, cada uno de estos modelos didácticos quedó definido por once categorías, desglosadas a su vez en 38 subcategorías distintivas (fig. 1). Estas subcategorías, validadas por juicio de experto, representan la totalidad de las representaciones mentales que los profesores de ciencias en estudio pueden contener en su pensamiento profesional, entendiendo que el modelo didáctico de un profesor es una construcción personal que no se adscribe necesariamente a los modelos propuestos en la literatura, sino que puede

presentar características de algunos de ellos, lo que da lugar a perfiles distintivos.

Dado que el objetivo de esta investigación requiere identificar las incoherencias que presenta el profesor en su discurso profesional docente, el diseño metodológico consideró tres instancias de recogida de datos: un cuestionario, la observación de una clase y una entrevista, para su posterior triangulación (en el anexo se presenta, a modo de ejemplo, el cuestionario aplicado).

El cuestionario y la observación de clase permiten contrastar la coherencia entre las creencias y la acción docente del profesor, pero dado que no todas las subcategorías son observables en la acción docente, fue necesario considerar un tercer instrumento que asegurara la triangulación, es decir, que cada una de las subcategorías fuera explorada en al menos dos de los instrumentos de recogida de datos.

El cuestionario consistió en 38 proposiciones, organizadas en una escala de Likert, con cuatro alternativas que van desde el total acuerdo hasta el completo desacuerdo. Este instrumento recoge las creencias del docente en todas las subcategorías resultantes de la reducción de los modelos didácticos. Las observaciones de clases se guiaron por una pauta con 27 indicadores que acusaban la presencia o ausencia de otras tantas subcategorías en la práctica de aula. Finalmente, las entrevistas fueron guiadas por una pauta semiestructurada, diseñada inicialmente con once preguntas estándar, pero enriquecida para cada caso con preguntas personalizadas que buscaban confirmar lo declarado por el profesor en el cuestionario o lo observado en sus clases y profundizar en las incoherencias que surgen al triangular los datos obtenidos.

#### **Análisis de los datos**

Los datos recopilados por las tres instancias de recogida se presentan en una tabla de acuerdo con las siguientes claves: una marca gris (afirmación) si el profesor comparte total o parcialmente la subcategoría/representación afirmada en el cuestionario, la sostiene en la entrevista o se observa efectivamente en sus acciones en el aula, y una marca blanca (negación) en caso contrario.

Estos datos se valorizan con una marca en trama gruesa (coherencia) si las afirmaciones o negaciones aparecen constantemente en todas las instancias para cada subcategoría/representación, y con una marca en trama fina (incoherencia) si las afirmaciones y negaciones aparecen alternadamente en cada subcategoría/representación.

Cada categoría es un campo representativo dentro de la EPD, de modo que su interpretación es la expresión explícita de un convencimiento o actitud del profesor, que explica las distintas respuestas, declaraciones o conductas observadas, de cuyo contenido puede deducirse una representación implícita en forma de una teoría de dominio (TD).

Finalmente, el análisis de contenido de todas las teorías de dominio identificadas permite reunir las en conjuntos de sentencias con significados asociados, sintetizados en expresiones representativas de teorías implícitas (TI) más fundamentales.

La identificación de los sistemas de representación en la EPD se realiza de manera colectiva, dado que los resultados obtenidos deben permitir que se extraiga una propuesta de formación continua de profesores para promover el desarrollo profesional docente.

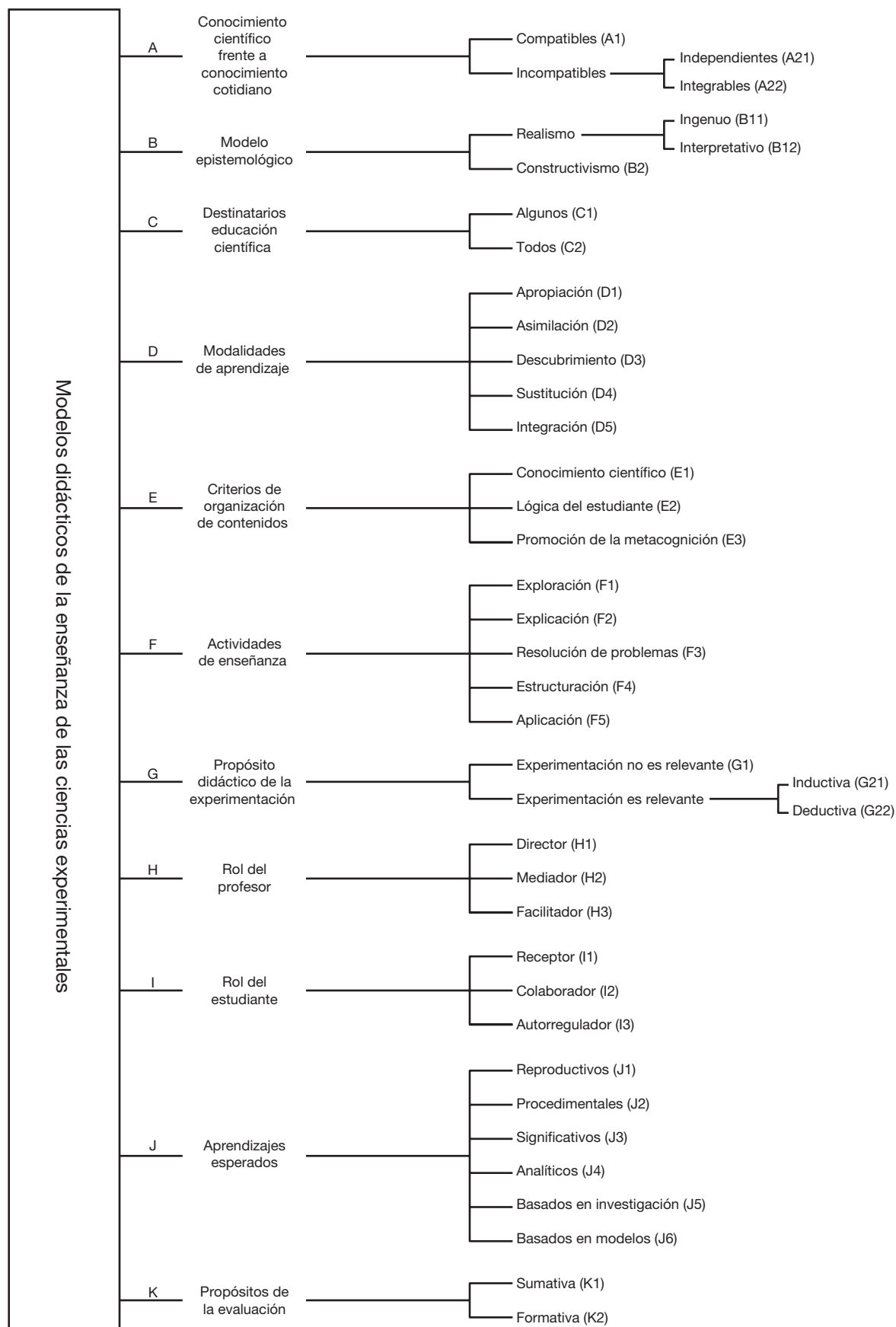


Figura 1 Categorías y subcategorías reducidas a partir de los seis modelos didácticos descritos por Pozo y Gómez Crespo (1998).

### Recogida de datos y análisis

En la figura 2 se consolidan los datos recogidos de cada uno de los docentes, y la triangulación entre ellos para determinar coherencia o incoherencia en cada una de las representaciones. Para ello, se aplicó la codificación ya referida a las representaciones observables y no observables de los docentes.

### Discusión de resultados

A continuación se discuten las coherencias e incoherencias identificadas. Las diversas representaciones se organizan según las relaciones temáticas que permiten articular las TD para identificar las TI.

Los docentes participantes en el estudio presentan poca coherencia al tratar de establecer la compatibilidad entre

|  |              | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span> Afirmación</span> <span> Negación</span> <span> Coherencia</span> <span> Incoherencia</span> <span> No observable</span> </div> |   |   |   |        |   |   |   |       |   |   |   |         |   |   |   |         |   |   |   |      |   |   |   |           |   |   |   |       |   |   |   |
|--|--------------|---|---|---|---|--------|---|---|---|-------|---|---|---|---------|---|---|---|---------|---|---|---|------|---|---|---|-----------|---|---|---|-------|---|---|---|
| Categoría  | Subcategoría | Eliana  |   |   |   | Helena |   |   |   | Clara |   |   |   | Ricardo |   |   |   | Celinda |   |   |   | José |   |   |   | Alejandra |   |   |   | María |   |   |   |
|  |              | C   | O | E | V | C      | O | E | V | C     | O | E | V | C       | O | E | V | C       | O | E | V | C    | O | E | V | C         | O | E | V | C     | O | E | V |
| Compatibilidad conocimiento científico y cotidiano | A1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | A21          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | A22          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Modelo epistemológico                              | B11          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | B12          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | B2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Destinatarios educación científica                 | C1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | C2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Modalidades de aprendizaje                         | D1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | D2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | D3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | D4           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | D5           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Criterios de organización de contenidos            | E1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | E2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | E3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Actividades de enseñanza                           | F1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | F2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | F3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | F4           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | F5           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Propósito didáctico de la experimentación          | G1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | G21          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | G22          | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Rol del profesor                                   | H1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | H2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | H3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Rol del estudiante                                 | I1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | I2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | I3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Aprendizajes esperados                             | J1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | J2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | J3           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | J4           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | J5           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | J6           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
| Propósito de la evaluación                         | K1           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |
|  | K2           | -   | - | - | - | -      | - | - | - | -     | - | - | - | -       | - | - | - | -       | - | - | - | -    | - | - | - | -         | - | - | - | -     | - | - | - |

Figura 2 Valoraciones (V) de coherencia o incoherencia obtenidas por triangulación entre las declaraciones en el cuestionario (C), la observación de clase (O) y la entrevista (E).

el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano. La noción de que ambos conocimientos son incompatibles y que el primero debe convertirse en el segundo, sin presentar claridad en el desarrollo de este proceso, constituye la primera TD identificada ( $TD_A$ )

En el modelo epistemológico sostenido por los profesores, la distribución de coherencias apunta a la creencia preponderante en un realismo ingenuo o moderado, en desmedro de epistemologías constructivistas (Acevedo, 1996; Martínez et al., 2001). Subyace aquí, pues, la TD ( $TD_B$ ) según la cual el conocimiento científico es un reflejo más o menos aproximado de la realidad.

En cuanto al propósito didáctico de la experimentación, los docentes concuerdan en su importancia para la emergencia de la teoría científica a través de procesos de inducción ( $TD_C$ ).

Estas tres teorías de dominio están relacionadas. De hecho, la incompreensión en la forma de transitar desde el conocimiento cotidiano al conocimiento científico puede explicarse por su desconocimiento de la naturaleza de la ciencia (Garritz, 2006). Es la falta de comprensión de que las teorías científicas son modelos de validez limitada, que se desarrollan en un contexto histórico y cultural (Chalmers, 1987), lo que parece mantener a los profesores en la visión atávica de una ciencia basada en el realismo, el empirismo y el inductivismo, lo que permite identificar la TI ( $TI_{ABG}$ ) de que la realidad es un ámbito independiente de la conciencia, cuyo conocimiento es un reflejo de esta realidad que puede obtenerse por inducción lógica.

Estas inclinaciones hacia el realismo y el inductivismo predisponen a la opinión de que hay conceptos y teorías “correctas” o “erradas” en términos absolutos, de modo que el profesor debe velar por su corrección. El profesor, que se asume como conocedor experto de dichos contenidos, tiende a imponerse como el “director de la clase”, con el fin de guiar a sus alumnos hacia el “conocimiento correcto” sobre la naturaleza (Pozo y Gómez Crespo, 1998). De hecho, hay una coherencia unánime en la adopción del rol del profesor como director de la clase, en contraste con la incoherencia en las declaraciones de los demás roles ( $TD_H$ ). Investigaciones previas corroboran este resultado (Mellado, 1996; Porlán et al., 1998; Vásquez et al., 2006). Este notable predominio del rol directivo en los profesores lo justifican los propios docentes por el temor a la pérdida de autoridad y liderazgo en la clase y por la desconfianza en las capacidades de autorregulación de los estudiantes.

Este resultado se relaciona estrechamente con el obtenido para el rol del estudiante: en las clases, tratado como receptor de conocimientos, a pesar que los profesores afirman no concebirlo así (Izquierdo, 2005). Solo esporádicamente se observa el rol estudiantil como colaborador, y hay un reconocimiento expreso de no situarlo como un autorregulador de su aprendizaje ( $TD_I$ ).

De hecho, que las prácticas de organización de contenidos no consideren en absoluto la promoción de la metacognición delata desconocimiento de los atributos y la pertinencia de los modelos didácticos que fomentan la autorregulación en los estudiantes, tales como la enseñanza por investigación dirigida y la enseñanza por contraste de modelos científicos (Pozo y Gómez Crespo, 1998), lo que constituye una TD relativa a los criterios de organización de contenidos ( $TD_E$ ).

En síntesis, estas tres concepciones previas están sostenidas en la teoría implícita  $TI_{HIE}$ , según la cual el aprendizaje es posible solamente cuando el profesor proporciona actividades de enseñanza, imprimiendo dirección al proceso educativo ante un estudiante con un rol eminentemente pasivo.

El mismo origen social y cultural tendrían, de hecho, las dos TI descritas a continuación. La primera de ellas,  $TI_{CEFK}$ , sustenta también la  $TD_E$ . Pero asimismo sustenta la creencia de que la tarea de enseñar las ciencias experimentales a todos los estudiantes afronta muchas dificultades ( $TD_C$ ). Esta creencia también procede de desconocer cómo se logra ese objetivo y la creencia de que las actividades de aplicación y resolución de problemas demandan tiempo y esfuerzo ( $TD_F$ ), lo cual se revela en la ausencia de prácticas de metodologías de aplicación y resolución de problemas (Oñorbe, 2003).

Por último, también se sustenta en  $TI_{CEFK}$  la TD de que la evaluación sumativa no tiene un propósito autorregulador ( $TD_K$ ). Ello parece deberse a que no se comprende la evaluación sumativa como instancia de autorregulación de los aprendizajes, pues en las aclaraciones y los comportamientos de los profesores se enfatiza su función administrativa y centrada en determinar el logro de objetivos (Jorba y Casellas, 1997).

Finalmente, una coherencia unánime revela que predomina el empleo de la modalidad de aprendizaje por asimilación ( $TD_D$ ), y la coherencia en un mayor número de casos da cuenta de la preponderancia de las prácticas de aula basadas en el aprendizaje significativo ( $TD_J$ ). Esto significa que entre los profesores de ciencias hay un convencimiento notable de que la organización de la clase en función de la activación de conocimientos previos y a base de relacionar, diferenciar y jerarquizar unos conceptos respecto a otros (Pozo y Gómez Crespo, 1998) es la forma idónea de lograr aprendizajes, lo que constituye la última TI identificada ( $TI_D$ ).

En la tabla 1 se caracterizan las TD y TI identificadas como síntesis de los resultados de la discusión. En la figura 3 se sintetiza la discusión de resultados, para visualizar con mayor claridad las TD y TI y sus relaciones.

## Conclusiones

La triangulación de los resultados obtenidos mediante tres instancias de recogida de datos de las representaciones explícitas de los profesores investigados revela coherencias e incoherencias cuya distribución por categorías es lo suficientemente homogénea para llegar a resultados para el conjunto de casos de estudio. Esta homogeneidad indica un patrón de representaciones mentales que trasciende la individualidad, lo cual refuerza la hipotética existencia de SRI que orientan y condicionan las concepciones y las actuaciones de los docentes en el aula de ciencias.

El primero de los SRI caracterizados articula una teoría implícita de origen sensorial referida a la realidad y el modo de obtener conocimiento. De la percepción de la realidad parece derivar la TI según la cual las experiencias son percepciones de una realidad independiente de la conciencia y que el conocimiento es un reflejo de esta realidad que se puede obtener por inducción. Pero al asumir de este modo

**Tabla 1** Caracterización de los sistemas de representaciones implícitas identificados

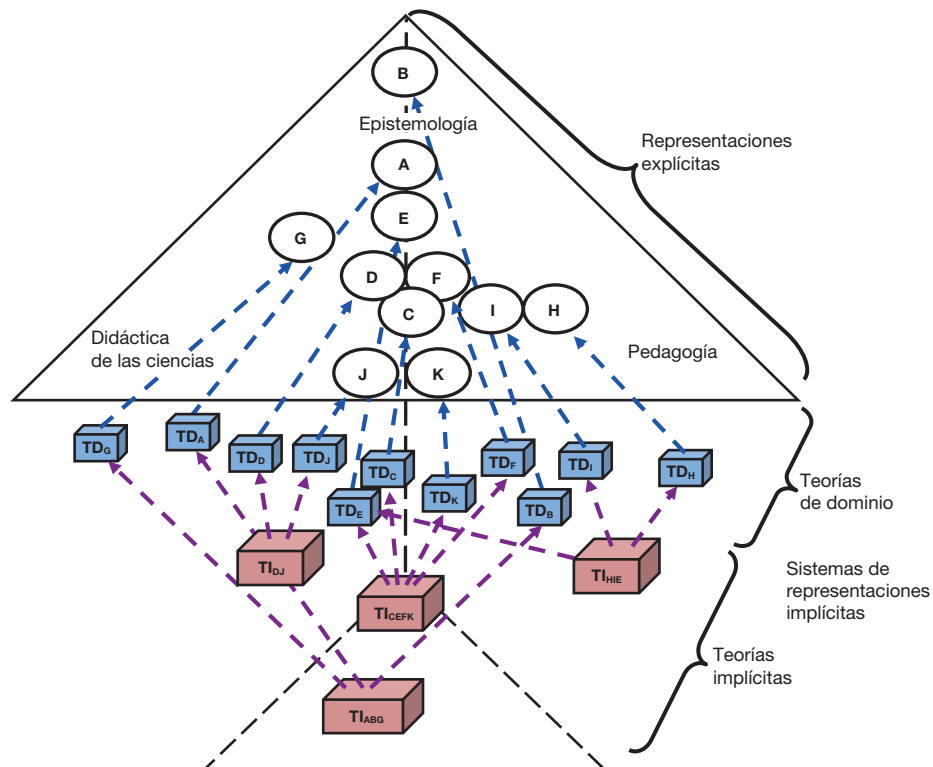
Sistemas de representaciones implícitas

*Teorías de dominio*

- TD<sub>A</sub>: el conocimiento cotidiano es incompatible con el conocimiento científico; el primero debe poder transformarse en el segundo, de un modo que se desconoce
- TD<sub>B</sub>: el conocimiento científico es un reflejo más o menos aproximado de la realidad
- TD<sub>C</sub>: la experimentación permite la producción en el aula de conocimientos por inducción
- TD<sub>H</sub>: el logro de aprendizajes en el estudiante depende fundamentalmente de que el profesor sea quien dirija las actividades en el aula
- TD<sub>I</sub>: el estudiante es cognitivamente dependiente de la elaboración del conocimiento que hace el profesor
- TD<sub>E</sub>: ¿hay modelos didácticos que permitan guiar la selección de contenidos para el fomento de la autonomía educativa de los estudiantes?
- TD<sub>C</sub>: la tarea de enseñar ciencias experimentales a todos los estudiantes entraña muchas dificultades
- TD<sub>F</sub>: las actividades de aplicación y de resolución de problemas son difíciles de implementar, demandan tiempo y esfuerzo
- TD<sub>K</sub>: la evaluación sumativa no tiene un propósito autorregulador
- TD<sub>D</sub>: la organización de la clase en función de la activación de los conocimientos previos es la forma idónea de lograr aprendizajes
- TD<sub>J</sub>: la organización de la clase a base de la relación, diferenciación y jerarquización de unos conceptos con respecto a otros es la forma idónea de lograr aprendizajes

*Teorías implícitas*

- TI<sub>ABG</sub>: la realidad es un ámbito independiente de la conciencia; el conocimiento científico verdadero es un reflejo de esta realidad que puede obtenerse por inducción lógica a partir del conocimiento cotidiano, de un modo que se desconoce
- TI<sub>HIE</sub>: el aprendizaje solo es posible cuando el profesor es quien proporciona las actividades de enseñanza, el conocimiento o sus elaboraciones e imprime dirección al proceso educativo ante un estudiante receptivo
- TI<sub>CEFK</sub>: las estrategias didácticas, evaluativas y de selección de contenidos que desarrollan la autorregulación de los aprendizajes son extremadamente difíciles de realizar
- TI<sub>DJ</sub>: la modalidad de aprendizaje por asimilación y la promoción de un aprendizaje significativo representan un modelo didáctico de enseñanza de las ciencias eficaz y suficiente



**Figura 3** Modelo gráfico de epistemología profesional docente para la identificación de teorías implícitas.

una distancia entre la conciencia y la realidad, se dificulta comprender la compatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico, se conceptualiza el conocimiento científico como un reflejo en la mente especializada del científico y se limita la valoración epistemológica de la deducción.

Las otras tres TI descritas parecen tener un origen más relacionado con la interacción temprana y reiterada con el entorno cultural y social (Rodrigo et al., 1993). El rol director del profesor, las dificultades de implementar actividades autorreguladoras y la preponderancia de un modelo de aprendizaje por asimilación configuran modelos didácticos próximos a un modelo expositivo, con las limitaciones que ello conlleva. Estas prácticas, por su larga tradición en el contexto de la educación científica, pueden parecer “obvias” o “de sentido común”, sin que el docente llegue a cuestionarse su eficacia didáctica. Sin embargo, basta darse cuenta de que tales creencias expresan situaciones sujetas a determinadas condiciones, que no son propiedades de una realidad inmutable, sino restricciones contextuales propias de la cultura y organización escolar, y que, por lo tanto, son susceptibles de evolucionar mediante el desarrollo profesional docente.

En estrecha relación con esta constatación, el logro del desarrollo profesional docente en los profesores de ciencias

requiere que reconozcan críticamente su propia acción docente mediante la problematización de esta como requisito para la activación de cambios en su epistemología profesional. Para ello, la identificación de sus SRI es clave, porque permite generar propuestas de formación continua de profesores que faciliten la problematización de las teorías menos accesibles de la epistemología profesional, para que su evolución sea posible.

Los resultados obtenidos en este estudio, en efecto, han fundamentado un programa de formación continua de profesores de 2 años de duración. El estudio del desarrollo profesional docente de estos profesores constituye la segunda parte de este artículo.

## Agradecimientos

Producto científico derivado del Proyecto FONDECYT 11110065 (2011-2013) “Validación experimental de secuencias de actividades didácticas con base en el ciclo constructivista del aprendizaje que promueven la alfabetización científica” patrocinado por la Comisión Nacional de Investigación y Tecnología de Chile (CONICYT).

## ANEXO 1 CUESTIONARIO SOBRE LAS CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES ACERCA DEL PROCESO EDUCATIVO

|  | Muy en desacuerdo | En desacuerdo | De acuerdo | Muy de acuerdo |
|--|-------------------|---------------|------------|----------------|
|  | --                | -             | +          | ++             |
| 1. El alumno es capaz de llevar a cabo los procedimientos experimentales que realizan los científicos  |                   |               |            |                |
| 2. Las ideas iniciales de los alumnos respecto de los fenómenos naturales deben ser reemplazadas por ideas científicas   |                   |               |            |                |
| 3. El conocimiento científico es un cuerpo de conocimiento acumulativo que a futuro no va a cambiar sustancialmente  |                   |               |            |                |
| 4. Los instrumentos evaluativos deben aplicarse continuamente a lo largo de la unidad didáctica  |                   |               |            |                |
| 5. El alumno es el principal responsable del aprendizaje de conocimiento científico  |                   |               |            |                |
| 6. El conocimiento científico corresponde a la mejor explicación que los científicos han podido dar a los fenómenos naturales  |                   |               |            |                |
| 7. Los alumnos adquieren el conocimiento y/o los procedimientos científicos estableciendo conexiones con sus conocimientos precedentes                                 |                   |               |            |                |
| 8. Solamente algunos estudiantes tienen las aptitudes suficientes para lograr el aprendizaje de las ciencias   |                   |               |            |                |
| 9. Los contenidos se seleccionan y ordenan considerando las características de los alumnos a los que se va a enseñar, como el estilo de aprendizaje o sus dificultades |                   |               |            |                |
| 10. El conocimiento científico es un cuerpo de conocimiento en construcción, y por tanto a futuro puede cambiar sustancialmente  |                   |               |            |                |
| 11. Los contenidos se seleccionan y ordenan siguiendo la lógica propia de los conocimientos científicos que se quiere enseñar  |                   |               |            |                |
| 12. La actividad principal de la clase de ciencias es la explicación que da el profesor  |                   |               |            |                |



|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| 13. El profesor es el actor principal de la actividad en el aula   |  |  |  |  |
| 14. Los contenidos se seleccionan y ordenan siguiendo la lógica de las ideas iniciales que presenta el alumno                        |  |  |  |  |
| 15. Mediante la aplicación de procedimientos experimentales, los alumnos logran construir por sí mismos el conocimiento científico   |  |  |  |  |
| 16. El alumno es el actor principal, y el profesor supervisa su actividad  |  |  |  |  |
| 17. El alumno contribuye a construir conocimiento científico en el aula  |  |  |  |  |
| 18. La actividad principal de la clase de ciencias es la experimentación   |  |  |  |  |
| 19. La educación científica es parte de la cultura que debe adquirir un ciudadano  |  |  |  |  |
| 20. El alumno contrasta diferentes maneras de explicar los fenómenos y las integra para ir construyendo su propio modelo explicativo |  |  |  |  |
| 21. Los instrumentos evaluativos se aplican solamente al término de la unidad didáctica  |  |  |  |  |
| 22. El alumno es capaz de llevar a cabo los razonamientos que realizan los científicos   |  |  |  |  |
| 23. El conocimiento científico refleja fielmente la realidad   |  |  |  |  |
| 24. La actividad principal de la clase de ciencias es la resolución de problemas por parte de los estudiantes                        |  |  |  |  |
| 25. Para que los alumnos aprendan ciencias, no es necesario que establezcan conexiones con sus conocimientos precedentes             |  |  |  |  |

## Referencias

- Acevedo, J.A. (1996). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125.
- Bell, B., y Gilbert, J. (1996). *Teacher development: A model from science education*. London: Falmer Press, 1996.
- Carey, S., y Spelke, E.S. (1994). Domain specific knowledge and conceptual change. En: Hirschfeld, L., y Gelman, S. (eds.), *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture* (pp. 169-200). New York: Cambridge University Press.
- Chalmers, A.F. (1987). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Cuellar, L. (2010). *La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente. Un estudio de caso desde la enseñanza de la Ley Periódica* (Tesis de doctorado). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Furió, C., y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. *Estudio de ocho casos. Enseñanza de las ciencias*, 20, 47-73.
- García, M.B., y Vilanova, S.L. (2008). Las representaciones sobre el aprendizaje de los alumnos de profesorado. Diseño y validación de un instrumento para analizar concepciones implícitas sobre el aprendizaje en profesores de matemáticas en formación. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 3, 27-34.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42, 127-152.
- Izquierdo, M. (2005). Las estructuras retóricas de los libros de texto. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, 36, 11-34.
- Jiménez, R., y Wamba, A.M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de ciencias naturales de educación secundaria. *Revista interuniversitaria de formación de profesorado*, 17, 113-131.
- Jorba, J., y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Síntesis.
- López, J.I. (2000). Al otro lado de la academia: el conocimiento empírico del profesorado. *Revista de Educación*, 321, 245-246.
- López-Vargas, B.I., y Basto-Torrado, S.P. (2010). Desde las teorías implícitas a la docencia como práctica reflexiva. *Educación y Educadores*, 13, 275-291.
- Martínez, M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M., Fernández, M., y Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 67-87.
- Mayorga, M.J., y Madrid, D. (2010). Modelos didácticos y estrategias de enseñanza en el espacio europeo de educación superior. *Tendencias Pedagógicas*, 1, 91-111.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 343-358.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 289-302.
- Oñorbe, A. (2003). Resolución de problemas. En: Jiménez, M.P. (coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 73-93). Barcelona: Graó.
- Porlán, R. (1999). Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. En: Kaufman, M., y Fumagalli, L. (comp.), *Enseñar ciencias naturales: reflexiones y propuestas didácticas* (pp. 24-64). Buenos Aires: Paidós Educador.
- Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 271-288.

- Pozo, J.I., y Gómez Crespo, J.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Rodrigo, M.J., Rodríguez, A., y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Román, M., y Díez, E. (2003). *Aprendizaje y currículum: diseños curriculares aplicados*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación*. Santiago de Chile: Oficina regional de educación para América Latina y el Caribe, UNESCO.
- Vargas, J.A. (2010). *El paradigma sociocognitivo como base del cambio en la cultura pedagógica: análisis de una experiencia de intervención regional* (Tesis de doctorado). Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Vásquez, B., Jiménez, R., Mellado, V., y Taboada, C. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25, 73-90.
- Wamba, A.M. (2001). *Modelos didácticos personales y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de ciencias experimentales en educación secundaria* (Tesis de doctorado). Huelva: Universidad de Huelva.