



DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Caracterización del desarrollo profesional de profesores de ciencias – parte 2: Proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje



Ainoa Marzábal^{a,*}, Alejandro Rocha^b y Braulio Toledo^b

^a Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

^b Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

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

Disponible en Internet el 16 de julio de 2015

PALABRAS CLAVE

Formación continua de profesores;
Desarrollo profesional docente;
Modelo didáctico;
Ciclo constructivista aprendizaje

KEYWORDS

In-service teachers training;
Teaching development;

Resumen A lo largo de los 2 años que ha durado el programa de formación continua hemos realizado el seguimiento del desarrollo profesional de los docentes participantes para monitorizar la apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje, a través de la reflexión y la acción de los profesores de ciencias. Si bien cada profesor se apropia del modelo de forma diferenciada, en todos los casos se observa una apertura del patrón comunicativo que promueve un rol más activo del estudiante, y la consolidación de estrategias reguladoras del aprendizaje por parte del profesor.

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 2: The process of appropriation of a teaching model based on the constructivist learning cycle

Abstract Throughout the 2 years that lasted the in-service teachers training program, we have monitored the professional development of the participants to explore the appropriation of an educational model based on a constructivist learning cycle, through the reflection and action

* Autora para correspondencia.

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

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Educational model;
Constructivist
learning cycle

of science teachers. While each teacher appropriates a differentiated model, opening up the communication pattern promoting a more active student role, and the consolidation of the teachers' regulatory strategies of learning, is observed in all cases.

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.

Introducción

La consolidación de prácticas innovadoras en la enseñanza de las ciencias experimentales está sujeta al diseño de nuevas propuestas formativas, a la factibilidad de que los docentes puedan apropiarse de ellas, y a que su implementación tenga un impacto positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, considerándose entonces como un modelo didáctico validado experimentalmente (Rodríguez y Larios, 2008).

Nuestro trabajo se inició con la identificación de los sistemas de representación implícita de los profesores participantes, lo que corresponde a la parte 1 de este artículo, cuyos resultados han orientado el diseño de una propuesta de formación continua de profesores que tiene como propósito promover la apropiación de un modelo didáctico propuesto. En este contexto continuamos explorando la reflexión de los profesores y su acción docente, mediante instrumentos de recogida y análisis de datos que nos permiten evaluar de forma específica el proceso de apropiación del modelo didáctico, y discutir sus implicancias.

Mediante este trabajo queremos aportar mayor claridad al proceso de transformación del conocimiento profesional de los profesores de ciencias, una tarea compleja ya que se trata de un sistema de ideas en las que subyacen concepciones muy arraigadas (Jiménez y Wamba, 2003).

Así, el objetivo de esta investigación es caracterizar el desarrollo profesional del profesor de ciencias naturales en el proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje.

Un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje

Nos referimos a modelo didáctico como una «construcción teórico-formal que, basada en supuestos científicos e ideológicos, pretende interpretar la realidad escolar y dirigirla hacia unos determinados fines educativos» (Cañal y Portlán, 1987, p. 92). En nuestra propuesta, dicho modelo didáctico estaría conformado por un ciclo de aprendizaje de contenidos científicos, que de acuerdo a Maturano, Soliveres y Macías involucra procesos relacionados con la cognición y la metacognición (Maturano, Soliveres y Macías, 2002).

El ciclo de aprendizaje que se propone a continuación se fundamenta en 2 propuestas complementarias: la de Jorba y Sanmartí (1994) y la de Needham (1987).

En la figura 1 representamos el ciclo de aprendizaje resultante.

A continuación desarrollamos cada una de las fases del ciclo propuesto.

Explorar

El primer paso para el estudio de un nuevo contenido es plantear actividades en situaciones simples y concretas, que permitan al alumnado poner a prueba sus conocimientos, de tal manera que activen sus estructuras de acogida. Las estructuras de acogida son el conjunto de conductas, representaciones y maneras espontáneas de razonar del estudiante, y conforman la estructura donde se inserta y organiza el nuevo conocimiento que se adquiere (Jorba y Sanmartí, 1994). Así, en esta fase el profesor deberá proponer actividades que involucren la conexión entre un fenómeno conocido por el estudiante y su propia representación mental, en un ámbito comunicativo amplio que incite a los estudiantes a *elicitar* dichas estructuras.

Para poder identificar las ideas iniciales se requieren estrategias donde estudiantes y profesor tengan un papel activo, que permitan explorar y desafiar estas ideas para que puedan ser modificadas y/o desarrolladas (Izquierdo y Aliberas, 2004). Es también importante que los estudiantes reconozcan la existencia de diferentes puntos de vista, explicaciones, interpretaciones, intereses o formas de formular los problemas, para ver los fenómenos desde otras perspectivas, y hablar de ello utilizando otros conceptos o ideas (Sanmartí, 2002).

A medida que este proceso va teniendo lugar, los estudiantes van tomando conciencia de los objetivos que el profesor se plantea para la actividad, y progresivamente tiene lugar la apropiación de estos objetivos, lo que es un requisito para que el alumno pueda regular su propio aprendizaje (Sanmartí y Alimenti, 2004). Para que los estudiantes identifiquen qué van a aprender y para qué van a aprenderlo, es importante que más allá de comunicar los objetivos, el profesor regule las percepciones de los estudiantes sobre lo que creen que aprenderán (Sanmartí, 2002). La parte *orientadora* y ejecutora de las actividades de aprendizaje dependerán de la apropiación de los objetivos, por lo que es importante dedicar tiempo a identificar y regular las representaciones que los estudiantes se hacen de ellos.

Reestructurar

En esta fase se presenta a los alumnos el *nuevo conocimiento* que se intenta enseñar. Se pueden aplicar metodologías didácticas diversas, pero se debe trabajar a un nivel de análisis superior al de la fase anterior. Así, se podría decir que el

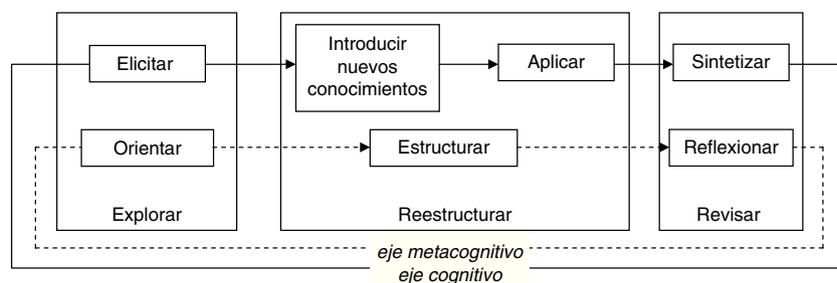


Figura 1 Ciclo de aprendizaje adaptado de Jorba y Sanmartí (1994) y Needham (1987).

conocimiento que en la fase anterior se trabajaba de forma concreta y acotada, se va generalizando con el objetivo de que sea transferible (Marzábal, 2011).

Para lograr la generalización se debe *estructurar* el nuevo conocimiento de forma que se establezcan relaciones entre las estructuras de acogida de los estudiantes y el nuevo conocimiento, a partir de actividades de reproducción, conexión y reflexión entre las ideas que se están trabajando, con una complejidad creciente.

Una vez que se llega a la generalización del conocimiento y que este se consolida, debe ser transferido a nuevas situaciones problemáticas progresivamente más complejas, buscando una mayor efectividad en la realización de las acciones, y por tanto un grado de dominio creciente. En esta etapa será fundamental el establecimiento de relaciones entre los fenómenos y la teoría (Roca, 2005).

Para poder realizar este proceso de adquisición y transferencia de conocimiento el estudiante debe ser capaz de regular sus acciones, en un conjunto de operaciones cuyo propósito es generalizar las habilidades de pensamiento científico como estrategias heurísticas, es decir, estrategias cuya *aplicación* sea eficaz y generalizable a una gran cantidad de tareas (Yuste, 1997). Si esta fase del ciclo de aprendizaje se realiza sin un proceso de regulación, las cuestiones que se han planteado en la fase de exploración no se relacionan entre ellas y la teoría se convierte entonces en algo aplicado mecánicamente sin encontrarle un sentido o finalidad (Izquierdo y Aliberas, 2004). La efectividad de las funciones reguladoras garantiza que los conocimientos se adquieran como acciones, y por tanto que sean operativos y dinámicos, adaptables a las circunstancias y capaces de contribuir a la resolución de situaciones reales.

Revisar

Actividades de predicción-observación-explicación, mapas conceptuales, V de Gowin, resolución de problemas, proyectos, elaboración de un diario de clase o bases de orientación son actividades compatibles con el desarrollo de la cognición y metacognición al término de una secuencia didáctica (Campanario, 2000). Todos estos instrumentos permiten *sintetizar* el conocimiento adquirido a lo largo de la unidad didáctica, además de promover la *reflexión* sobre el proceso que se ha seguido, momento en el que el estudiante debe ser capaz de identificar sus dificultades y cómo las ha superado, para ser cada vez más eficaz en la autorregulación del aprendizaje, así como verificar si ha logrado los objetivos que se plantearon inicialmente para su aprendizaje.

Además, a través de estas estrategias el profesor puede regular también su acción docente, reflexionando sobre las acciones didácticas que se han mostrado eficaces y aquellas que deben ser replanteadas, y evaluando a qué nivel los estudiantes han logrado los objetivos que se planteó al principio.

La formación continua de profesores de ciencias experimentales

Actualmente se propone que se implique a los profesores en un proceso de reflexión sobre su propia práctica docente de forma que se les posibilite un análisis crítico de la misma, y la adquisición de un marco teórico en la didáctica de las ciencias, a partir del trabajo colectivo y continuado como componente de un grupo (Furió y Carnicer, 2002).

Para García Díaz (1999) el conocimiento profesional está en evolución y reorganización continua, según un proceso abierto e irreversible, bien mediante pequeños ajustes (asimilación, reestructuración débil), bien por una reorganización más amplia (acomodación, reestructuración fuerte).

Este cambio debe ser conceptual, metodológico y actitudinal, logrando resolver los problemas a los que se enfrenta diariamente el profesorado en las aulas, a partir de la incorporación de nuevos modelos didácticos que evolucionan gradualmente en la medida que el docente reflexiona y regula su propia práctica (Mellado, 2003), al encontrar que los nuevos elementos son plausibles y tienen un impacto positivo en el aprendizaje de sus estudiantes (Guskey, 2002).

La caracterización del desarrollo profesional docente

El desarrollo profesional docente es el proceso que, ya sea de forma «intuitiva o deliberada, individual o social, da como resultado cambios específicos en el conocimiento, habilidades, creencias o acciones profesionales docentes» (Fraser, Tobin y McRobbie, 2012.p. 156).

A partir de las condiciones que puede favorecer el desarrollo profesional docente, se han elaborado modelos que permiten planificar el desarrollo profesional (Hoban, 2002). Desde el momento en que el profesor empieza a ver un aspecto de su propia práctica como problemática, empieza a indagar e intentar implementar nuevas ideas en su acción docente (Escudero, 1991). Bell y Gilbert (1996) identifican la reflexión como una condición clave de este proceso. El desarrollo profesional supone un proceso de aprendizaje en

Tabla 1 Instrumentos de trabajo para la recogida de datos

		Taller docente		Actividad asociada	Evidencia
Modelo didáctico inicial	O1	Sesión 1	Acción docente (inicial)	Clase	Registro audiovisual de la clase
	M1	Sesión 2	Reflexión inicial	Se plantea individualmente cuáles deben ser los elementos de una clase como pregunta abierta	Registro escrito de las respuestas
Reflexiones intermedias	M2	Sesión 10	Reflexión intermedia	Se identifican en la pauta de evaluación los elementos presentes en la clase	Registro escrito de las categorías señaladas en la pauta de evaluación
Modelo didáctico final	M3	Sesión 17	Reflexión final	Se plantea individualmente cuáles deben ser los elementos de una clase como pregunta abierta	Registro escrito de las respuestas
	O2	Sesión 18	Acción docente (final)	Clase	Registro audiovisual de clase

el que la reflexión ocupa un lugar central, ya que posibilita la exploración y revisión de las experiencias y del conocimiento, dando lugar a una nueva comprensión que se traduce en acción (Compagnucci y Cardós, 2007).

Diseño de una estrategia metodológica para caracterizar el desarrollo profesional docente

La caracterización del desarrollo profesional docente se dio en un grupo de profesores que participaron periódicamente en talleres de reflexión docente a lo largo de los años 2011 y 2012, con una periodicidad quincenal. De los 8 profesores que formaron parte del estudio inicial, referido a la parte 1 de este artículo, hemos considerado solamente a aquellos que, durante 2 años, siguieron de forma regular vinculados al programa de formación docente y participaron en todas las instancias de recogida de datos de este estudio.

Se trata entonces de un estudio exploratorio que queda acotado a 3 docentes de 2.º ciclo básico, que imparten clase en 7.º y 8.º básico (13 y 14 años) en colegios de la ciudad de Concepción (Chile). Este contexto se privilegia por la facilidad de acceso para los autores de este artículo, tratándose por consiguiente de un muestreo por conveniencia (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

El diseño metodológico empleado en este estudio recoge estrategias de investigación previas en las que se considera que las metodologías cualitativas y los estudios de caso aportan una información más completa sobre la experiencia de los sujetos en estudio (Mellado, 1996).

Situados en la investigación cualitativa, la metodología que usamos es el estudio de caso, ya que estudiamos casos particulares de manera cualitativa con diversos focos y argumentos (Coller, 2000). Esta metodología pretende desarrollar un cuerpo de conocimiento que describa casos individuales para poder llegar a abstracciones concretas y particulares, referidas a la muestra analizada, en las cuales

se puedan identificar patrones que nos permiten extraer lo que es generalizable a otras situaciones (Merriam, 1998).

Partiendo de la consideración de que la reflexión y la acción docente pueden ser buenos indicadores para caracterizar el desarrollo profesional docente de los profesores participantes (Furió y Carnicer, 2004), hemos diseñado una estrategia de análisis de estos 2 elementos a lo largo del programa de formación, específica para caracterizar el proceso de apropiación del nuevo modelo didáctico.

Recogida de datos

Para recoger los datos pertinentes para nuestro estudio hemos definido, a lo largo de las 20 sesiones de trabajo, instancias oportunas para la observación de clases y la reflexión de los docentes (tabla 1).

Para la recogida de datos nos interesa identificar los elementos propios del modelo didáctico que presenta el profesor tanto en su acción docente como en su reflexión. Para ello construimos un instrumento de recogida de datos que operacionaliza el modelo teórico (Marzábal, 2011) en dimensiones y criterios cognitivos (c) y metacognitivos (m) que pueden ser identificados en la acción y en la reflexión de un profesor (tabla 2).

Las categorías planteadas han sido validadas primero por juicio de experto, y posteriormente mediante un análisis cruzado de 3 investigadores, quienes han obtenido más de un 70% de resultados coincidentes (Hernández et al., 2010).

Estrategia de análisis de datos

El proceso de desarrollo profesional docente se concibe como un cambio progresivo y permanente que pasa por diferentes niveles de desarrollo (Jiménez y Wamba, 2004).

Para el proceso de apropiación de un modelo didáctico hemos definido 3 niveles de desarrollo:

- Basal: Elementos que aparecen tanto en la acción como en la reflexión desde las instancias iniciales

Tabla 2 Pauta de evaluación de elementos constituyentes del modelo didáctico**Exploración**

c

Exploran ideas y opiniones
 Proponen situaciones simples y concretas
 Establecen conexión fenómeno-representación mental
 Promueven explicación y predicción
 Fomentan ámbito comunicativo amplio
 Reconocen la existencia de diferentes puntos de vista
 Permiten al profesor conocer las estructuras de acogida

m

Presentan claramente los objetivos
 Promueven la apropiación de los objetivos
 Identifican y regulan la representación de los objetivos

Reestructuración

c

Presentan el nuevo conocimiento
 Plantean nivel de análisis superior
 Aclaran dudas
 Permiten intervención
 Sitúan la actividad en el plano abstracto
 Promueven reproducción
 Promueven conexión
 Promueven reflexión
 Plantean situaciones concretas
 Plantean actividades de complejidad creciente
 Dan oportunidades de transferencia
 Articulan hechos y teoría

m

Plantean preguntas de verificación
 Dan elementos orientadores en el discurso
 Retroalimentación de los estudiantes
 Gestionan la puesta en común de ideas

Revisión

c

Promueven síntesis final

m

Revisan el logro de objetivos
 Promueven la metacognición

- Emergente: Elementos que van apareciendo progresivamente a lo largo del desarrollo profesional docente. Dentro de estos elementos hemos distinguido (García Díaz, 1995):
 - Reestructuración débil: aparecen en algunas instancias de reflexión, y no en la acción docente
 - Reestructuración fuerte: aparecen en todas las instancias de reflexión, y en la acción docente
- No emergente: Elementos que no aparecen ni en instancias de reflexión ni en la acción docente

Para poder caracterizar el desarrollo profesional docente, considerando que da como resultados cambios específicos tanto en la reflexión como en la acción docente (Fraser et al., 2012), consideraremos incorporados al modelo didáctico del profesor solamente aquellos

elementos que presentan una reestructuración fuerte de su pensamiento y acción. Los elementos que emergen como reestructuraciones débiles o no emergen, consideramos que no han sido incorporados al modelo didáctico del profesor.

Recogida de datos

En la [tabla 3](#) se presentan los datos recogidos en el estudio para cada uno de los profesores participantes.

El desarrollo profesional docente de los profesores participantes

Para el análisis y discusión de los casos de estudio se representa el desarrollo profesional docente y se discuten sus implicaciones didácticas.

José (tabla 4)

El modelo inicial de José consideraba la exploración de ideas en situaciones simples y concretas, lo que le permitía activar y conocer las estructuras de acogida de sus estudiantes (Sanmartí, 2002) mediante su elicitación. En la reestructuración planteaba el nuevo conocimiento dando elementos orientadores en el discurso, permitiendo intervenciones de los estudiantes, aclarando sus dudas y planteando preguntas de conexión entre ideas, promoviendo la generalización para hacer el conocimiento transferible a nuevas situaciones (Marzábal, 2011). A continuación planteaba actividades en contextos concretos como la aplicación del nuevo conocimiento. La revisión consistía en una síntesis final de la clase realizada por el profesor.

A raíz de su participación en la propuesta de formación, José incorpora a su práctica preguntas más abiertas al inicio de su clase, y da más oportunidades de respuesta, lo que fomenta un ámbito comunicativo más amplio que genera diferentes puntos de vista. Si bien estos no se reconocen explícitamente, constituyen el insumo que puede desafiar las ideas de los estudiantes para que puedan ser desarrolladas o modificadas (Izquierdo y Aliberas, 2004). En la exploración el profesor explicita los objetivos del aprendizaje, introduciendo elementos metacognitivos que contribuyen a la regulación del aprendizaje, en la medida en que los estudiantes comprenden lo que se espera de ellos y pueden responder a las actividades en consecuencia (Sanmartí, 2002). En la reestructuración, el profesor marca más claramente el inicio de esta fase mediante actividades que van de situaciones particulares a generales, y preguntas que van desde la reproducción hasta la conexión de ideas, lo que facilita el proceso de generalización y después de transferencia (Izquierdo y Aliberas, 2004). Desde el punto de vista de la regulación del aprendizaje, José incorpora estrategias de retroalimentación y de gestión de aula que tienden a desarrollar la autonomía (Campanario, 2000). Al término del ciclo de aprendizaje, además de la síntesis final, el profesor promueve una reflexión en torno al logro de los objetivos, consolidando la estrategia para la autorregulación del aprendizaje (Jorba y Casellas, 1997).

En síntesis, como resultado del desarrollo profesional docente José logra incorporar elementos en las 3 fases

Tabla 3 Consolidación datos del estudio

	José					Ricardo					Eliana				
	O ₁	M ₁	M ₂	M ₃	O ₂	O ₁	M ₁	M ₂	M ₃	O ₂	O ₁	M ₁	M ₂	M ₃	O ₂
Explora ideas y opiniones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Propone situaciones simples y concretas	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X
Establece vínculo fenómeno/representación	X		X		X			X	X		X			X	X
Promueve explicación y predicción									X	X	X				
Fomenta ámbito comunicativo amplio				X	X			X	X	X					
Reconoce existencia de puntos de vista			X		X	X	X		X				X	X	
Permite conocer estructuras de acogida	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Presenta claramente los objetivos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Promueve la apropiación de los objetivos			X	X			X		X			X			
Identifica y regula representación objetivos															
Presenta el nuevo conocimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plantea nivel de análisis superior		X	X	X	X		X				X			X	X
Aclara dudas	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
Permite intervención	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	X
Sitúa actividad en plano abstracto			X	X			X		X		X	X	X	X	X
Promueve reproducción		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Promueve conexión	X	X	X	X	X		X	X				X	X	X	X
Promueve reflexión									X				X	X	
Plantea situaciones concretas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plantea actividades de complejidad creciente					X		X	X		X				X	
Da oportunidades de transferencia		X			X	X	X	X	X	X		X		X	
Articula hechos y teoría	X		X	X		X			X			X	X		
Plantea preguntas de verificación	X	X				X		X		X	X	X	X	X	X
Da elementos orientadores en el discurso	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Retroalimenta a los estudiantes			X	X	X			X	X	X			X	X	
Gestiona la puesta en común de las ideas			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Promueve la síntesis final	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	
Revisa el logro de objetivos			X	X	X				X					X	
Promueve la metacognición		X			X			X	X						

Tabla 4 Representación del desarrollo profesional docente de José

Modelo didáctico inicial			Modelo didáctico final
Explora ideas y opiniones Propone situaciones simples			Explora ideas y opiniones Propone situaciones simples y concretas Fomenta ámbito comunicativo amplio Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos
Permite conocer estructuras de acogida	MODELO DIDÁCTICO INICIAL	MODELO DIDÁCTICO FINAL	
	Explora ideas y opiniones Presenta claramente los objetivos	Explora ideas y opiniones Promueve explicación y predicción Fomentan ámbito comunicativo amplio Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos	
	Presenta el nuevo conocimiento Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia		Presenta el nuevo conocimiento Permite intervención Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia Retroalimenta a los estudiantes Gestiona puesta en común de ideas
Presenta el nuevo conocimiento		Promueve la síntesis final	
Aclara dudas Permite intervención			Presenta el nuevo conocimiento Plantea nivel de análisis superior Aclara dudas Permite intervención Promueve reproducción Promueve conexión de ideas Plantea situaciones concretas Da elementos orientadores en el discurso Retroalimenta a los estudiantes Gestiona puesta en común de ideas
Promueve conexión de ideas Plantea situaciones concretas Da elementos orientadores en el discurso			
Promueve la síntesis final			Promueve la síntesis final Revisa el logro de objetivos

Tabla 5 Representación del desarrollo profesional docente de Ricardo

Modelo didáctico inicial			Modelo didáctico final
Explora ideas y opiniones			Explora ideas y opiniones
Presenta claramente los objetivos			Promueve explicación y predicción Fomenta ámbito comunicativo amplio Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos
	MODELO DIDÁCTICO INICIAL	MODELO DIDÁCTICO FINAL	
	Explora ideas y opiniones Presenta claramente los objetivos	Explora ideas y opiniones Promueve explicación y predicción Fomentan ámbito comunicativo amplio Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos	
	Presenta el nuevo conocimiento Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia	Presenta el nuevo conocimiento Permite intervención Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia Retroalimenta a los estudiantes Gestiona puesta en común de ideas	
		Promueve la síntesis final	
Presenta el nuevo conocimiento			Presenta el nuevo conocimiento
Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia			Permite intervención Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia Retroalimenta a los estudiantes Gestiona puesta en común de ideas
			Promueve la síntesis final

Tabla 6 Representación del desarrollo profesional docente de Eliana

Modelo didáctico inicial			Modelo didáctico final
Explora ideas y opiniones Propone situaciones simples y concretas Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos	MODELO DIDÁCTICO INICIAL	MODELO DIDÁCTICO FINAL	Explora ideas y opiniones Propone situaciones simples y concretas Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos
	Explora ideas y opiniones Presenta claramente los objetivos	Explora ideas y opiniones Promueve explicación y predicción Fomentan ámbito comunicativo amplio Permite conocer estructuras de acogida Presenta claramente los objetivos	
	Presenta el nuevo conocimiento Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia		Presenta el nuevo conocimiento Permite intervención Promueve reproducción de ideas Plantea situaciones concretas Da oportunidades de transferencia Retroalimenta a los estudiantes Gestiona puesta en común de ideas
Presenta el nuevo conocimiento Aclara dudas		Promueve la síntesis final	Presenta el nuevo conocimiento Aclara dudas
Sitúa la actividad en el plano abstracto Promueve reproducción de ideas			Permite intervención Sitúa la actividad en el plano abstracto
Plantea situaciones concretas Plantea preguntas de verificación Da elementos orientadores en el discurso Gestiona la puesta en común de ideas			Promueve reproducción de ideas Promueve conexión de ideas Plantea situaciones concretas Plantea preguntas de verificación Da elementos orientadores en el discurso Gestiona la puesta en común de ideas

del ciclo de aprendizaje, que generan una elicitación desafiante para las ideas del estudiante y promueven un trabajo con el nuevo conocimiento más progresivo, orientado hacia la conexión de ideas y su aplicación a nuevas situaciones. Además se consolidan estrategias de regulación del aprendizaje mediante la presentación de los objetivos al inicio y una reflexión sobre su logro al término, y mayor atención a la gestión de aula y retroalimentación para promover la autonomía de los estudiantes y evitar la aplicación del conocimiento científico sin un sentido o finalidad (Izquierdo y Aliberas, 2004).

Ricardo (tabla 5)

En su modelo didáctico inicial, Ricardo exploraba las ideas de los estudiantes a partir de preguntas cerradas, y presentaba claramente los objetivos de aprendizaje sin estrategias que mediaran en la apropiación que los estudiantes se hacen de ellos (Sanmartí, 2002). En la reestructuración presentaba el nuevo conocimiento y a continuación planteaba preguntas reproductivas para que los estudiantes replicaran ese nuevo conocimiento (Roca, 2005). A continuación planteaba varias situaciones concretas en las que aplicar el nuevo conocimiento, generando oportunidades de transferencia (Marzábal, 2011).

A raíz de su participación en los talleres Ricardo empieza a explorar las ideas de los estudiantes a partir de preguntas más abiertas que promueven la generación de explicaciones y predicciones en un ámbito comunicativo más amplio en el que el profesor logra conocer las estructuras de acogida de los estudiantes (Sanmartí, 2002) y desafiarlas para que puedan ser desarrolladas (Izquierdo y Aliberas, 2004). En la reestructuración se observa una apertura para establecer un diálogo con los estudiantes, lo que da lugar a patrones comunicativos más abiertos que permiten la contribución del estudiante (Cordero, Dumrauf, Mercader y Coscarelli, 2004). Desde el punto de vista metacognitivo, se consolidan estrategias de gestión de aula y retroalimentación que promueven la autonomía de los estudiantes en su aprendizaje (Jorba y Casellas, 1997). Finalmente Ricardo incorpora la síntesis final como estrategia para la fase de revisión, como conclusión del ciclo de aprendizaje.

En síntesis, Ricardo presentaba inicialmente un modelo didáctico expositivo (Pozo y Gómez Crespo, 2006) centrado en la activación de ideas y comunicación de objetivos, introducción de nuevos conocimientos, preguntas reproductivas y aplicación, sin estrategias de término del proceso de aprendizaje. En su desarrollo profesional Ricardo abre la situación comunicativa en el aula tanto en la exploración como en la reestructuración, e incorpora estrategias reguladoras del aprendizaje, lo que promueve una mayor participación del estudiante en la construcción del conocimiento en la clase, con un rol más activo y autónomo (Sanmartí, 2002) y evita la aplicación del conocimiento científico sin un sentido o finalidad (Izquierdo y Aliberas, 2004). Además, introduce la síntesis final como estrategia de revisión.

Eliana (tabla 6)

El modelo didáctico inicial de Eliana presentaba una exploración en la que se proponían situaciones simples y concretas

para explorar las ideas de los estudiantes, lo que permitía conocer sus estructuras de acogida (Sanmartí, 2002). Los objetivos de aprendizaje se presentaban claramente sin estrategias que mediaran en su apropiación. En la reestructuración se presentaba el nuevo conocimiento y se aclaraban las dudas de los estudiantes, planteando a continuación preguntas reproductivas y proponiendo algunas situaciones concretas para aplicar el nuevo conocimiento. Eliana presentaba estrategias metacognitivas en la reestructuración: el planteamiento sistemático de preguntas de verificación, elementos orientadores en su discurso y la gestión de las respuestas a las preguntas que propone, lo que contribuye a la regulación del aprendizaje por parte del estudiante (Jorba y Casellas, 1997). La profesora no presentó inicialmente estrategias de revisión.

En general se observan pocos cambios en Eliana, ya que la mayoría de las reestructuraciones son débiles (García-Díaz, 2005). Las fases de exploración y revisión se mantienen, y en la reestructuración se abre el patrón comunicativo (Cordero et al., 2004) lo que permite la intervención de los estudiantes en la construcción del conocimiento en el aula, y se plantean preguntas de conexión, logrando ir más allá de la reproducción al promover el análisis y el contraste de ideas (Roca, 2005).

Eliana presentaba al inicio un modelo didáctico que incluía un buen número de elementos del ciclo constructivista del aprendizaje. La exploración permite conocer las ideas de los estudiantes en situaciones simples y concretas, y se dan a conocer los objetivos de aprendizaje. En la reestructuración destaca la cantidad de elementos que contribuyen a la introducción de nuevos conocimientos y a su estructuración. Si bien las incorporaciones que son parte de su desarrollo profesional docente son escasas, y todas centradas en la reestructuración, sí se aprecia una apertura en el patrón comunicativo, que proporciona al estudiante un rol más activo en la construcción del conocimiento, y el planteamiento de preguntas con mayor demanda cognitiva.

Conclusiones

La aplicación de una pauta de evaluación de los elementos del modelo didáctico nos ha permitido caracterizar este proceso para ver qué elementos se encuentran presentes desde el inicio, y cuáles de ellos dan lugar a reestructuraciones fuertes al aparecer de forma consistente.

El desarrollo profesional de los 3 docentes presenta rasgos diferenciados, dado que cada uno de los profesores se apropia de aquellos elementos que responden mejor a las problemáticas didácticas que identifica en su aula, y a aquellas ideas que encuentra plausibles y útiles para su acción docente.

Sin embargo, hay algunos elementos comunes que se pueden identificar: las estrategias de las que los docentes se apropian se sitúan mayoritariamente en la exploración y la reestructuración, y tienen como principales implicaciones didácticas la apertura en el patrón comunicativo durante el desarrollo de la clase y mayor regulación del proceso de aprendizaje del estudiante. Esto implica que el profesor genera espacios de discusión en diferentes momentos de la clase, lo que fomenta una participación más activa del estudiante en la construcción de conocimiento en el aula. En estos nuevos espacios el profesor consolida estrategias

de gestión de la participación para acompañar el proceso de aprendizaje por parte del estudiantado, con una intención reguladora más consciente y organizada.

En cuanto a los elementos no emergentes, hemos identificado un buen número de aspectos de los que los docentes no se apropian: la articulación explícita teoría-fenómeno, la regulación de los objetivos en la exploración, la formulación de preguntas de mayor demanda cognitiva, el planteamiento de actividades de complejidad creciente en la reestructuración, y especialmente la mayor atención a la revisión como parte fundamental del ciclo de aprendizaje. Estos son los elementos a los que debemos prestar atención, para saber si estos no emergen porque se trata de aspectos que los docentes no problematizan en su acción docente, o porque, tal y como se han presentado, no les resultan plausibles o útiles.

Los elementos basales, presentes en los modelos didácticos de los profesores al inicio, se corresponden con un modelo expositivo coherente con la teoría implícita identificada en la etapa de diagnóstico, según la cual «*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*». El estudio del desarrollo profesional docente de los profesores nos ha proporcionado evidencias de que ha habido una apropiación de elementos didácticos que confiere mayor complejidad a su modelo didáctico, lo que a su vez implica un rol más activo de los estudiantes en su aprendizaje y mayor atención a las estrategias de regulación. Estos 2 aspectos conectan con las otras 2 teorías implícitas del dominio didáctico: «*El aprendizaje es posible solo cuando el profesor es quien proporciona las actividades de enseñanza, el conocimiento o las elaboraciones del mismo, imprimiendo dirección al proceso educativo ante un estudiante obediente y receptivo*» y «*Las actividades que desarrollan la autorregulación de los aprendizajes son extremadamente difíciles de realizar*».

En síntesis, nuestro estudio del desarrollo profesional docente da evidencias de que la movilización de las ideas del profesor es un proceso lento y complejo, como ha sido ampliamente referido en la literatura. Sin embargo, la realización de un diagnóstico inicial que permita identificar los sistemas de representaciones implícitas, y la implementación de una propuesta de formación continua de reflexión colectiva sobre la propia práctica, orientada por los resultados del diagnóstico, han dado resultados prometedores. Dichos resultados pueden contribuir a comprender mejor los procesos de transformación del conocimiento profesional de los profesores, y a orientar en adelante nuestras propuestas de formación continua de profesores de ciencias.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

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).

Referencias

- Bell, B. y Gilbert, J. (1996). *Teacher development: A model from science education*. London: Falmer Press.
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 369-380.
- Cañal, P. y Porlán, R. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 89-96.
- Coller, X. (2000). *Estudio de casos. Cuadernos metodológicos* (30) Madrid: C.I.S.
- Compagnucci, E. y Cardós, P. (2007). El desarrollo del conocimiento profesional del profesor en psicología. *Revista Internacional e Iberoamericana de Orientación Vocacional Ocupacional*, 7, 103-114.
- Cordero, S., Dumrauf, A. G., Mercader, R. y Coscarelli, M. R. (2004). Interacciones discursivas sobre energía. *Actas electrónicas del VII Simposio de Investigadores en Enseñanza de la Física, SIEF VII, La Pampa, octubre*.
- Escudero, J.M. (1991). El diseño y desarrollo de los planes de formación en un contexto de cambio educativo. En: Escudero y López (Coord), *Los desafíos de las reformas escolares. Cambio educativo y formación para el cambio* (pp. 383-417). Sevilla: Arquetipo.
- Fraser, B. J., Tobin, K. G., y McRobbie, C. J. (Eds.). (2012). *Second international handbook of science education*. Dordrecht: Springer.
- 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(1), 47-73.
- García Díaz, J. E. (1999). Las ideas de los alumnos. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 58-64.
- Guskey, T. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and teaching: theory and practice*, 8(3-4), 381-391.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Perú: McGraw Hill Educación.
- Hoban, G. F. (2002). *Teacher learning for educational change*. Buckingham: Open University Press.
- Izquierdo, M. y Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències* (Material 173) Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- 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 del profesorado*, 46, 113-131.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. In *Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.
- Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Síntesis.
- Marzábal, A. (2011). Algunas orientaciones para enseñar ciencias naturales en el marco del nuevo enfoque curricular. *Horizontes educacionales*, 16, 57-72.
- Maturano, C., Soliveres, M. A. y Macías, A. (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 415-425.
- 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), 398-302.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 343-358.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Needham, R. (1987). *Teaching strategies for development understanding in science. Children's learning in science project*. University of Leeds.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2006). Enfoques para la enseñanza de las ciencias. En J. I. Pozo y M. A. Gómez Crespo (Eds.), *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. (pp. 265–308). Madrid: Morata.
- Roca, M. (2005). Les preguntes a la classe de ciències. *Ciència*, 2, 31–33.
- Rodríguez, E. y Larios, B. (2008). Concepciones y prácticas de un colectivo docente. Ejercicio valorativo desde el colectivo y un par académico. *Revista Búsqueda, Cekar*, 9, 11–31.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis educación.
- Sanmartí, N. y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. *Educación Química*, 15(2), 120–128.
- Yuste, C. (1997). *Los programas de mejora de la inteligencia*. Madrid: CEPE.