



La incorporación de la modelización como perspectiva de aprendizaje en el diseño de propuestas didácticas como estrategia para la innovación en el aula, en el contexto de la formación continua de profesores

Marzabal, Ainoa¹; Moreira, Patricia¹; Delgado, Virginia²

RESUMEN: En este trabajo caracterizamos la incorporación del enfoque de modelización en el diseño de secuencias didácticas de un grupo de profesores de ciencias en ejercicio. Durante diversas instancias de reflexión, exploramos cómo los profesores van transformando su conceptualización del aprendizaje de las ciencias desde un enfoque orientado en la sustitución de las ideas erróneas, hacia un enfoque centrado en la evolución de los modelos iniciales de sus estudiantes. El proceso de apropiación se realizó mediante diversas oportunidades de interacción entre los profesores participantes, quienes de manera progresiva incorporaron en sus estrategias de enseñanza aquellos elementos que consideran plausibles y relevantes para abordar los desafíos que identifican en su propia acción docente.

PALABRAS CLAVE: formación continua de profesores, planificación, progresiones de aprendizaje, modelización.

INTRODUCCIÓN

La investigación en didáctica de las ciencias y su transferencia al aula han desafiando la formación de profesores por varias décadas. A pesar de que, en Chile, se han aplicado reformas que apuntan al fortalecimiento de la formación continua, éstas no han impactado lo suficiente para las transformaciones requeridas. La mayoría del profesorado de ciencias mantiene una visión tradicional de la enseñanza, con una comprensión descontextualizada de la actividad científica (Cofré y Vergara, 2010) y una escasa proyección hacia la formación de ciudadanos (Gaete y Camacho, 2017).

Una educación científica centrada en la formación ciudadanos implica, entre otras cosas, orientar la enseñanza hacia aspectos personales y sociales del propio estudiante, siendo las cuestiones sociocientíficas una de las problemáticas de mayor interés en los escolares (Osborne y Dillon, 2008).

¹ Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. amarzabal@uc.cl

² Facultad de Química, Pontificia Universidad Católica de Chile. vcdelgad@uc.cl



En los últimos años se ha hecho un esfuerzo por identificar los dominios disciplinares que permiten abordar las problemáticas sociales y ambientales (Fensham, 2016), identificando los modelos como los componentes clave del saber científico escolar. Al abordar cuestiones sociocientíficas los estudiantes ponen en juego sus modelos y éstos evolucionan en la medida en que se involucran en prácticas científicas (Gilbert y Justi, 2016).

La identificación de estos modelos y prácticas clave constituye un desafío para los docentes, considerando que la mayoría proviene de una educación tradicional con escasas oportunidades de desarrollo de habilidades científicas, lo que dificulta la transferencia de las mismas (Cofré y Vergara, 2016). Involucrar a los estudiantes en prácticas científicas, requiere de una formación docente orientada al análisis crítico del currículum, identificando contenidos, habilidades y actitudes como un sistema pedagógicamente articulado para promover la enseñanza de estas prácticas. En este trabajo presentamos una experiencia de formación continua orientada a este propósito, y caracterizamos de qué manera esta experiencia impacta en las prácticas de los profesores participantes.

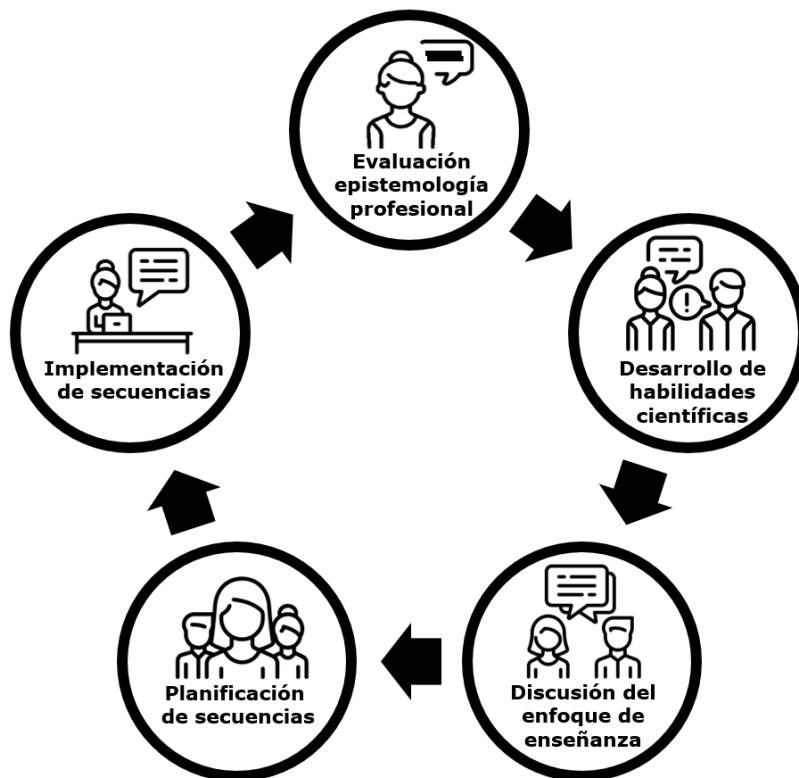
UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN CONTINUA EN PROFESORES DE CIENCIAS

Reorientar el modelo didáctico es un proceso lento que requiere de la caracterización de la práctica docente, para luego enfocarse en la comprensión de las implicaciones didácticas de los cambios que se proponen (Furió y Carnicer, 2002). El desarrollo profesional docente debe ser producido de forma consciente por el profesor desde su propia epistemología profesional (Porlán et al., 1998). Este cambio debe ser conceptual, metodológico y actitudinal, a partir de la incorporación de nuevos modelos didácticos que van evolucionando mediante la reflexión y regulación de la práctica docente (Mellado, 2003).

A partir de estos lineamientos hemos desarrollado una propuesta de formación continua de profesores de ciencias. El propósito es favorecer el desarrollo la apropiación del enfoque de modelización, orientado al desarrollo de prácticas científicas para la evolución de los modelos de los estudiantes. El programa se desarrolló durante dos años con la participación de 11 profesores de ciencias chilenos, quienes ejercen su labor docente con estudiantes entre 13 y 18 años.

Considerando el marco expuesto, secuenciamos la propuesta en diversas etapas que se fundamentan en una estrategia de progresión anclada en el modelo de razonamiento y acción (Acevedo, 2009) que se representa en la figura 1 y se desarrolla a continuación.

Figura 1: Secuencia de apropiación del modelo didáctico



- **Diagnóstico:** El objetivo de esta etapa fue caracterizar la epistemología profesional de los profesores participantes. Para ello, diseñamos una estrategia metodológica cualitativa de triangulación de datos (Porlán et al., 1998). Durante el diagnóstico se aplicaron dos técnicas de recogida de datos: se identificaron las concepciones epistemológicas (visión de ciencia) y didácticas (visión de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias) de los docentes mediante un cuestionario (Martínez y González, 2014) y se exploró el grado de apropiación del ciclo constructivista de aprendizaje orientado a la modelización y el grado de desarrollo de habilidades científicas mediante el enfoque de aprendizaje en ciencias basado en indagación, por medio de actividades indagatorias, pautas de observación de clase y entrevistas semiestructuradas (Marzabal et al., 2014).
- **Desarrollo de las habilidades científicas de los docentes:** En base a los resultados del diagnóstico, se procedió a trabajar en torno al desarrollo de las habilidades científicas que los docentes deberían tener de acuerdo con el currículum escolar chileno. Los docentes contaron con oportunidades de desarrollo, reflexión y autoevaluación de habilidades tales como formulación de hipótesis y preguntas de investigación, diseño de situaciones experimentales y elaboración de conclusiones en base evidencia. Esta



instancia abrió paso a oportunidades de reflexión sobre los modelos explicativos de los estudiantes en diversos tópicos en ciencias, ampliando la discusión sobre la necesidad de convergencia entre los modelos expresados y el modelo científico escolar que se espera abordar en las aulas.

- **Discusión del enfoque de enseñanza:** El foco del trabajo sobre los modelos expresados se desarrolló mediante instancias de discusión sobre la complejidad de los modelos que se encontrarían en las aulas de ciencias. En los seminarios se trabajó la concepción de modelo, los tipos de modelos caracterizados en la literatura y ejemplos de cómo éstos pueden ser incorporados en el aula. Para concretar en la enseñanza las experiencias y temas abordados en los seminarios, se discutió sobre las habilidades presentes en el currículum escolar. Motivados por las conversaciones previas sobre el uso de modelos y modelización, los docentes seleccionaron la habilidad "*Selecciona modelos simples, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares*", seleccionando un tópico específico para implementar una secuencia de enseñanza.
- **Planificación de secuencias didácticas:** Una vez seleccionada la habilidad, los docentes trabajaron en el diseño de secuencias didácticas en tópicos del campo de la física y química de acuerdo con el contexto escolar de cada uno de ellos. El trabajo se realizó considerando dos grandes temáticas: electricidad y teoría corpuscular de la materia. Los docentes se reunieron en grupos y comenzaron el diseño de sus planes de clase incorporando estrategias de enseñanza basadas en modelización.
- **Implementación de secuencias didácticas:** Finalmente cada docente implementó las clases de la secuencia didáctica diseñada, de las cuáles se tomó un registro audiovisual, además de recoger evidencias del desempeño de los estudiantes durante esas sesiones. En este proceso se continúa el monitoreo de los docentes aplicando nuevamente los instrumentos utilizados en el diagnóstico. El análisis de las prácticas docentes fue usado como insumo para instancias de reflexión sobre sus experiencias en el proceso de incorporación del enfoque de modelización en sus estrategias de enseñanza.

TRANSFORMACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DOCENTES

La enseñanza basada en la modelización implica generar, expresar, aplicar y evaluar los modelos de los estudiantes, los de sus pares y profesor (Gilbert & Justi, 2016). Estos contextos de enseñanza se fundamentan en la perspectiva socioconstructivista del aprendizaje (Justi, 2009). De esta forma los estudiantes activan sus ideas iniciales, se apropian de información y

nuevas ideas a partir de fuentes externas, en relación con el desarrollo de trabajo experimental práctico o simulaciones (Gilbert & Justi, 2016).

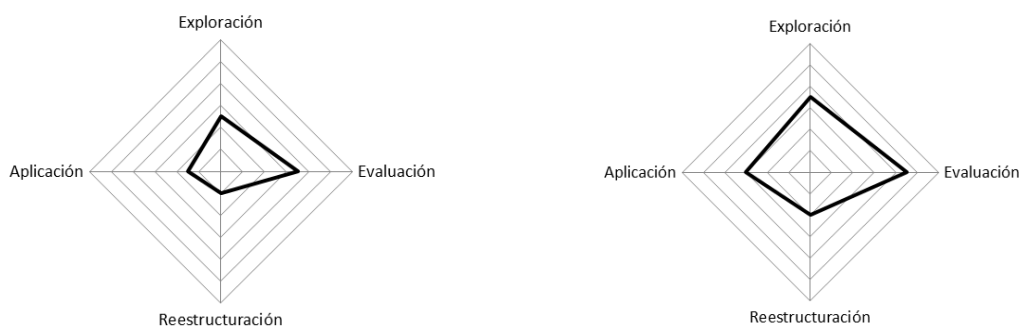
Para monitorear la transformación de las prácticas docentes durante estos dos años, elaboramos una pauta de observación que nos permitiera explorar la incorporación de elementos de la enseñanza basada en modelización en los profesores participantes. El instrumento se construyó a partir de las propuestas de Márquez y Artés (2016) y Schwarz y sus colaboradores (2009). La pauta posee indicadores para cada una de las cuatro etapas del ciclo de modelización: exploración del modelo inicial, evaluación del modelo, reestructuración del modelo y aplicación del modelo.

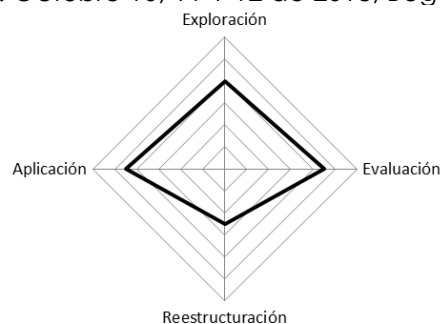
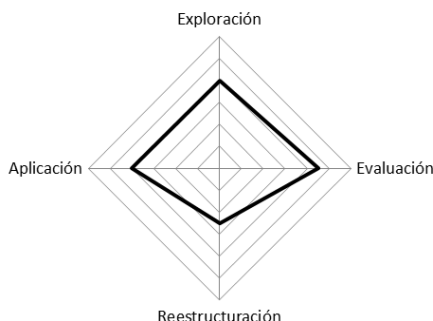
En cuanto a la aparición de los diversos elementos consignados en la pauta de observación, hemos definido tres niveles de desarrollo (Marzábal et al., 2014): (a) basal, con los elementos que aparecen en forma consistente desde las instancias iniciales, (b) emergente, con los elementos que aparecen progresivamente durante la formación, considerándolas reestructuraciones débiles cuando no aparecen de forma consistente, o reestructuraciones fuertes cuando aparecen en forma consistente y (c) no emergentes, cuando no aparecen.

El desarrollo profesional docente posibilita cambios específicos tanto en la reflexión como en la acción docente (Fraser et al., 2012). En nuestro caso, consideramos que se han apropiado del modelo didáctico solo cuando aquellos elementos se presentan como reestructuraciones fuertes.

En la figura 2 representamos la transformación de las prácticas docentes, en cuatro momentos del programa de formación continua.

Figura 2: Transformación de las prácticas docentes durante el programa de formación continua (apropiación de elementos de enseñanza orientada a la modelización)





CONCLUSIONES

A lo largo del proceso de formación continua hemos observado como las prácticas docentes transitan desde un modelo didáctico con un fuerte énfasis en la evaluación del modelo inicial de los estudiantes, en que el profesor orienta la clase a confrontar las ideas de los estudiantes con el modelo científico escolar, hacia una conceptualización de esta etapa más próxima a la modelización, donde se promueven la interacción entre pares con modelos iniciales diversos para su confrontación. Los profesores fortalecen la exploración y aplicación de los modelos de los estudiantes como etapas relevantes para el aprendizaje, sin embargo incorporan pocos elementos que favorezcan la reestructuración de los modelos.

Si bien puedes identificarse algunas tendencias en cuanto al proceso de apropiación del grupo, se requiere un análisis individual de la evolución del profesor, para comprender de mejor manera por qué los profesores seleccionan determinados elementos del modelo para incorporar a sus prácticas docentes.

En el simposium esperamos presenten con mayor detalle las actividades que formaron parte del programa de formación, y la evolución de cada uno de los profesores participantes, en relación a sus creencias y prácticas de aula.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo Díaz, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1).

Cofré, H., & Vergara, C. (2010). La formación de profesores deficiencia en Chile: desarrollo, estado actual y futuros desafíos. *Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile*, 257-278.

Fensham, P. (2016) The future curriculum for school science: what can be learnt from the past?. *Research in science education*, vol. 46, issue 2, 165-185

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.

Gaete, M., & Camacho, J. (2017). Vivencias de practicantes de pedagogías en ciencias: prácticas de conocimiento científico y pedagógico. *Educação e Pesquisa*, 43(2), 341-356.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Vol. 9). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educación química*, 20(1), 32-40.

Márquez, C.; Artés, M. (2016). Propuesta de análisis de representaciones sobre el modelo cambio geológico del alumnado del grado de educación primaria. *Enseñanza Ciencias de La Tierra*, 24 (2), 169-181.

Martínez, C. & González, C. (2014) Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 51-81

Marzábal, A.; Rocha, A. & Toledo, B. (2014) Caracterización del desarrollo profesional de profesores de ciencias - parte 2: Proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje. *Educación Química*, 26(2), 212-223.

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

Osborne, J. y Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: critical reflections*. Report to the Nuffield Foundation.

Porlán, R., Rivero, A., & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, II: Estudios Empíricos y Conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. 16 (2), 271-288.

Schwartz, M. S., Sadler, P. M., Sonnert, G., & Tai, R. H. (2009). Depth versus breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science Education*, 93(5), 798-826.