

AVANCES EN LA CONSTRUCCIÓN DE MARCOS TEÓRICOS PARA INCORPORAR LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS NATURALES

QUINTANILLA, MARIO¹; IZQUIERDO, MERCÈ²; ADÚRIZ-BRAVO, AGUSTÍN³

¹ Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile; Santiago, Chile;

² Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España;

³ Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Historia de la ciencia; Naturaleza de la ciencia; Componente curricular; Formación del profesorado; Directrices.

OBJETIVOS

Hace tres años establecimos un marco de cooperación entre nuestras universidades (Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Buenos Aires y Universitat Autònoma de Barcelona) con el fin de compartir y potenciar las investigaciones e innovaciones que llevamos adelante en el campo de la enseñanza de las *metaciencias* (especialmente, la epistemología y la historia de la ciencia) al futuro y actual profesorado de ciencias naturales de todos los niveles educativos, desde el parvulario a la universidad.

Los principales objetivos de nuestro proyecto conjunto son:

1. Favorecer entre el profesorado de ciencias naturales de nuestros países, en formación y en actividad, la reflexión sistemática y continua acerca de las diversas aportaciones que las metaciencias pueden hacer a su práctica profesional.
2. Desarrollar herramientas teóricas para introducir más eficaz y significativamente la componente meta-científica en la formación del profesorado de ciencias naturales.
3. Generar propuestas *aplicadas* de formación metacientífica.
4. Comparar los resultados de la introducción de ideas, materiales y abordajes en los distintos contextos en los cuales trabajamos.
5. Apoyar el intercambio de impresiones, experiencias y recursos entre profesores y profesoras de nuestros países, para que ellos conozcan realidades distintas a las propias y enriquezcan su práctica profesional.

MARCO TEÓRICO

Actualmente, muchas escuelas y autores situados en las disciplinas de carácter metacientífico –como la epistemología, la historia de la ciencia y la didáctica de las ciencias naturales– ven la ciencia como una *actividad* de producción, evaluación, aplicación y difusión de saberes inmersa en un contexto histórico, social

y cultural que le da sentido al definir las finalidades de intervención que se persiguen y los valores que se sostienen (Echeverría, 1995; Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2004).

Dentro de la didáctica de las ciencias naturales en particular, hay toda una corriente de reflexión que destaca la necesidad de incorporar y vincular las metaciencias en los procesos de formación inicial y continuada del profesorado de ciencias. Las metaciencias permiten relacionar el conocimiento científico que se construye en cada momento de la historia con los problemas que se intentan solucionar, las finalidades que se persiguen, las herramientas conceptuales y metodológicas disponibles, y la cultura y los valores vigentes en ese momento.¹ De allí el enorme valor que encontramos a los contenidos provenientes de estas disciplinas para la práctica profesional de los profesores y profesoras de ciencias naturales.

Desde hace más diez años, los autores de esta comunicación venimos trabajando en ideas teóricas y propuestas prácticas para acercar las metaciencias al profesorado de ciencias naturales de nuestros países. En los períodos de formación doctoral de dos de nosotros en la Universitat Autònoma de Barcelona bajo la dirección de la segunda autora, tuvimos oportunidad de enriquecer nuestras formulaciones y acciones y de comenzar compartir un espacio común de ideas teóricas que fundamenta algunas primeras producciones e intervenciones en colectivo.

Una de las metas de nuestro trabajo de colaboración ha sido avanzar en la construcción de lineamientos que nos ayuden a integrar la *componente metacientífica* en el currículo de formación del profesorado de ciencias naturales. Tal integración, aunque es objeto, a nivel internacional, de un vasto conjunto de reflexiones y propuestas plasmado en la línea de investigaciones NOS (*naturaleza de la ciencia*), todavía está en sus inicios (Matthews, 1994).

En la comunidad de investigación e innovación en didáctica de las ciencias naturales se va llegando a algunos primeros consensos acerca de qué hacer a la hora de tratar de enseñar las metaciencias al profesorado de ciencias. Nuestra intención es contribuir en tal línea, pensando sobre los contenidos y las metodologías más adecuadas para una apropiación significativa de esta componente curricular. Nos interesa, para ello, construir *directrices* (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002) que provean ideas útiles a los formadores y formadoras del profesorado.

DESARROLLO

Nuestras formulaciones conceptuales más recientes, que sirven como fundamento al diseño de intervenciones de formación del profesorado de ciencias naturales, incluyen, por ejemplo, las *bases orientadoras para incorporar la historia de la química en la formación docente inicial* propuesto por Quintanilla (2004) que hemos resignificado en la Fig.1. Este esquema sirve de fundamentación para un estudio empírico que es objeto de otra comunicación en este mismo congreso.

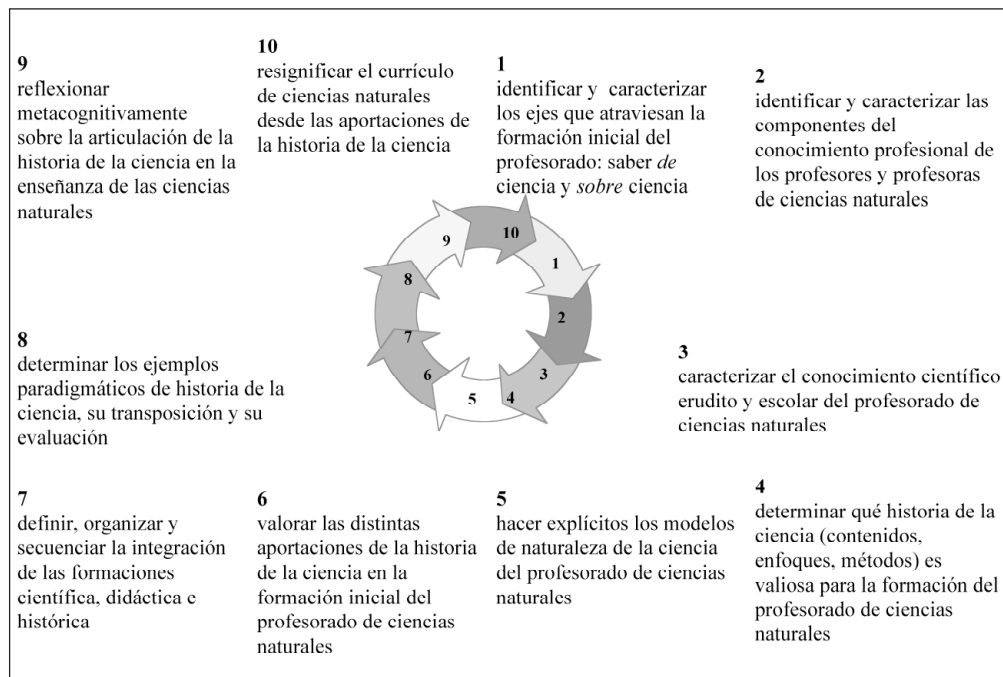
Este ciclo de diez etapas incorpora las siguientes ideas de la investigación en didáctica de las ciencias:²

1. Que la formación del profesorado de ciencias naturales ha de ser en ciencias pero también sobre las ciencias, es decir, ha de tener una fuerte *componente metacientífica*.

1. Al respecto son interesantes los siguientes trabajos e investigaciones: MATTHEWS, M. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. Nueva York: Routledge.; SOLSONA, N. (1997). *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Barcelona: Talasa.; IZQUIERDO, M. (2000). Fundamentos epistemológicos, en PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, pp. 11-34. Alcoy: Marfil. QUINTANILLA, M. (2004) Bases orientadoras para la identificación y caracterización de un modelo teórico de formación temprana en historia de la ciencia para profesores de química. *Didáctica de las Ciencias y Formación del Profesorado*. Chapter 1. Ediciones Colciencias, Bogotá, Colombia. (in press)

2. Estos aspectos han sido ampliamente profundizados en: ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. En línea: <http://www.tdx.cesca.es/TDX-1209102-142933>.

Figura 1
Ciclo Teórico Empírico (CTE) para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias naturales.



2. Que esa componente metacientífica interactúa fuertemente con los demás saberes (científicos, pedagógicos, psicológicos, didácticos) del profesor o profesora de ciencias naturales (Bromme, 1988).
3. Que esa componente fundamenta la transposición didáctica.
4. Que esa componente resulta de un proceso de selección muy pensado de algunos contenidos procedentes de las metaciencias eruditas, aquellos que tienen valor para la práctica profesional del profesorado de ciencias naturales.
5. Que esa componente se ha de construir a partir de la naturaleza de la ciencia que ya traen los profesores y profesoras a su formación.
6. Que esa componente sirve a múltiples finalidades en distintos niveles de concreción.
7. Que esa componente ha de ser construida anclada en los saberes científicos y didácticos de los profesores y profesoras.
8. Que esa componente se ha de enseñar a través de *ejemplos paradigmáticos*, significativos y potentes para los profesores de ciencias.
9. Que los profesores y profesoras han de llegar a ser capaces de autorregular esa componente.
10. Que esa componente puede transformar en profundidad la forma en que los profesores estructuran el currículo de ciencias naturales en sus clases

En cada una de las etapas del ciclo se introducen textos históricos y didácticos para ayudar a lograr diversas finalidades. Por ejemplo, en la etapa 10, los profesores y profesoras de ciencias utilizan la historia de la ciencia para identificar los conceptos estructurantes y *modelos irreducibles* que seleccionarán como los más relevantes para construir un currículo de ciencias naturales epistemológicamente fundamentado en el nivel educativo en el que se desempeñan

Los instrumentos creados a partir de este ciclo tienen como objetivo ayudar al profesorado de ciencias naturales en formación a reflexionar sobre los contenidos, instrumentos, objetivos, situaciones, procedimientos, valores, enfoques y materiales que les permitan valorar la contribución de la historia de la ciencia a su propio desarrollo profesional.

Las ideas que vamos discutiendo en nuestro grupo de trabajo, que dan lugar a marcos conceptuales como este ciclo aquí presentado, nos sirven para fundamentar propuestas prácticas que estamos comenzando a ensayar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2004)

CONCLUSIONES

Nuestras innovaciones pretenden contribuir a mejorar la calidad del currículo de formación inicial del profesorado de ciencias naturales incluyendo una importante componente metacientífica que favorezca un estilo más reflexivo y autorregulado de enseñar ciencias. Las innovaciones que proponemos requieren, a mediano plazo, opciones institucionales fuertes para replantear las mallas curriculares, las estructuras administrativas, los modelos de formación y los sentidos que se dan a la profesión docente, así como los materiales y actividades de trabajo. En el corto plazo, nuestras propuestas pueden ser implementadas, como se está haciendo en nuestras tres universidades, dentro de las asignaturas tradicionales de didáctica de las ciencias naturales y en una oferta opcional o complementaria.³

Actualmente estamos trabajando en el diseño de cursos completos centrados en las aportaciones de las metaciencias a la enseñanza de las ciencias naturales y en la elaboración de materiales prácticos para incorporar temas de epistemología e historia de la ciencia en la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias naturales. Al mismo tiempo, continuamos trabajando en la formulación de modelos teóricos para fundamentar estas propuestas. Muchos de nuestros materiales ya han sido publicados y se están utilizando en nuestros países, aunque a escala más bien restringida.

Agradecimientos

Este trabajo es el producto de la colaboración entre proyectos de investigación financiados por la Pontificia Universidad Católica (Chile), el Ministerio de Planificación y Desarrollo (Chile), la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) de Chile, el Departamento de Universidades, Investigación y Sociedades de la Información, DURSI (Generalitat de Catalunya -España), el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la U. Autónoma de Barcelona, la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires (Argentina), la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina) y la Fundación Antorchas (Argentina).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÚRIZ-BRAVO, A. e IZQUIERDO, M. (2002). Directrices para la formación epistemológica del futuro profesorado de ciencias naturales, en PERAFÁN, G.A. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (comps.). Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales, pp. 127-139. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional/Colciencias.
- BROMME, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 6 (1), pp. 19-29.
- ECHEVERRÍA, J. (1995). Filosofía de la ciencia. Madrid: Akal.
- IZQUIERDO, M. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2004). Componentes prácticos y axiológicos de los conceptos químicos. Publicación interna. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- QUINTANILLA, M., IZQUIERDO, M. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (en prensa). La historia de Nicolás Copérnico en una propuesta para enseñar una visión realista y racionalista moderada de la ciencia a profesores de ciencias naturales, en QUINTANILLA, M. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (comps.). Conocimiento y práctica de los profesores de ciencias naturales: Algunas distinciones y aproximaciones desde la investigación didáctica. Santiago de Chile: Ediciones de PUC.

3. Ver QUINTANILLA, M. et als (2005) *La "Memoria Didáctica" como instrumento-estrategia de la evaluación de los procesos de profesionalización e investigación temprana de profesores de química en formación*. Actas del IX Encuentro de Educación Química. Dpto. Química. Fac. Ciencias Básicas. UMCE, Stgo-Chile.