

## INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, NATURALEZA DE LA CIENCIA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (II)

### Diversos autores

Esta revisión bibliográfica aporta la traducción al castellano de los resúmenes de catorce artículos que tratan sobre la indagación científica y la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, publicados entre los años 2004 y 2007. Seis son del *Journal of Research in Science Teaching*, seis del *International Journal of Science Education* y dos del *Science Education*. Se amplía así el número de trabajos de una revisión anterior, publicada en Eureka, hasta alcanzar un total de veintidós (Acevedo, 2006). Los autores con mayor presencia en los artículos de las dos reseñas realizadas sobre esta temática son el libanés Fouad Abd-El-Khalick (4) –que ejerce en EE.UU.– y los estadounidenses Norman G. Lederman (4) y Valarie L. Akerson (3). Como la otra vez, los resúmenes se muestran en fichas ordenadas alfabéticamente por su primer autor.

#### A

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.

Este estudio tiene como objetivo la evaluación de la influencia de un curso de filosofía de la ciencia (FdC, POS en inglés) en las creencias de los profesores de ciencias sobre la naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés), las percepciones acerca de la enseñanza sobre NdC y la planificación de la enseñanza de la NdC. Participaron 56 estudiantes universitarios y graduados como profesores de ciencias de secundaria en formación inicial, matriculados en dos cursos sucesivos de métodos de la ciencia en los que recibieron una enseñanza explícita y reflexiva de NdC. Diez de estos participantes también se matricularon en un curso de FdC. Se utilizaron la forma C del "Views of Nature of Science Questionnaire" (VNOS-C) y entrevistas individuales para evaluar las creencias sobre NdC de los participantes al principio y al final del estudio. Se analizaron las planificaciones de las lecciones de los participantes y sus notas con reflexiones respecto a la NdC para evaluar el impacto del curso de FdC en sus percepciones y planificaciones de la enseñanza de la NdC. Los resultados indicaron que, en comparación con los demás participantes matriculados en los cursos de métodos de la ciencia, los participantes en el curso de FdC consiguieron en mayor medida una comprensión más coherente de la NdC. Muchos más de estos últimos participantes planificaron secuencias para una enseñanza explícita de NdC. Además, el discurso relativo a la NdC de los participantes en el curso de FdC progresó, pasando de la preocupación por los aspectos técnicos al interés por los aspectos prácticos y, por último, llegando a conseguir un enfoque más personal. Los puntos de vista sobre la enseñanza de la NdC en sus futuras aulas fueron más allá del discurso habitual acerca de si se les debería o se les podría enseñar NdC a los estudiantes preuniversitarios, hasta contemplar los cambios que han necesitado llevar a cabo en su propio comportamiento ante la enseñanza y el lenguaje necesario para lograr consistencia con sus recién adquiridas comprensiones de la NdC.

A

Akerson, V. L. y Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.

Este estudio evalúa la influencia de un programa de desarrollo profesional, de tres años de duración, en las creencias sobre la naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés) de maestros de enseñanza primaria, la formación práctica para promover en el alumnado puntos de vista apropiados sobre la NdC y la influencia de la formación de los participantes en las creencias sobre la NdC de sus estudiantes de grado elemental. Mediante la versión B del "Views of Nature of Science" (VNOS-B) y entrevistas, los investigadores siguieron la pista de los cambios en las creencias sobre la NdC de los maestros participantes durante todo el programa de desarrollo profesional. Los maestros participaron en actividades explícitas y reflexivas, incluidas en un programa que hacía hincapié en la investigación científica y en la enseñanza basada en la investigación, con el objeto de ayudarles a mejorar sus propios puntos de vista sobre la NdC y los de sus estudiantes de grado elemental. Se entrevistó a los estudiantes de primaria con el VNOS-D para rastrear los cambios en sus creencias sobre la NdC, y se hicieron observaciones de aula para registrar la influencia de los maestros en las creencias de los estudiantes. Los análisis con el VNOS-B y VNOS-D revelaron que tanto los maestros como la mayoría de los estudiantes de grado elemental mostraron cambios positivos en sus puntos de vista sobre la NdC. Los maestros también perfeccionaron su pedagogía, lo que se puso de manifiesto mediante el análisis de la enseñanza practicada. Por último, se indican implicaciones para los programas de desarrollo profesional de los maestros.

A

Akerson, V. L., Morrison, J. A. y McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.

Este estudio examina los puntos de vista, y la retención de éstos, de 19 maestros de primaria en formación inicial cuando aprenden sobre naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés). Los maestros en formación inicial siguieron un curso de métodos de la ciencia durante el cual recibieron una enseñanza explícita y reflexiva sobre la NdC. Mediante encuestas y entrevistas con la versión B del "Views of Nature of Science" (VNOS-B), se encontró que la mayoría de los maestros en formación inicial defendían creencias inadecuadas de la NdC antes de recibir el curso, pero sus puntos de vista sobre la NdC mejoraron después del semestre que duró el curso. Sin embargo, cinco meses después, se volvió a entrevistar a los participantes y se encontró que algunos de ellos habían vuelto a sus creencias iniciales sobre la NdC. Se interpretan los resultados siguiendo el esquema de Perry, se discuten las implicaciones y se hacen recomendaciones para la formación de maestros de ciencias de primaria.

## A

Akerson, V. L. y Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394.

Este estudio de caso se centra en los esfuerzos de un maestro en formación inicial (Morgan) por destacar explícitamente elementos de naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés) durante su periodo de capacitación en un aula de primer nivel. El estudio evalúa el cambio en las creencias respecto al carácter inferencial, hipotético y creativo de la ciencia, como resultado de una enseñanza explícita de la NdC. Morgan tenía creencias apropiadas de la NdC, la intención y la motivación suficientes para enseñar NdC y experiencia en hacer hincapié explícitamente en elementos de NdC integrados en los contenidos de física. Las fuentes de datos incluyeron observaciones semanales en el aula de las lecciones de ciencia impartidas por Morgan con inclusión explícita de la NdC, entrevista a Morgan para determinar que sus puntos de vista sobre la NdC eran adecuados y que tendría el conocimiento del contenido de la NdC necesario para enseñar de acuerdo con las recomendaciones de la reforma educativa [de EE.UU.], y entrevistas a los estudiantes de primer grado, antes y después de la enseñanza recibida, para determinar la influencia de la enseñanza practicada por Morgan en sus creencias sobre la observación y la inferencia en la ciencia, el carácter hipotético de la ciencia y el papel de la creatividad y la imaginación en la ciencia. Se analizaron los datos para determinar (a) los enfoques utilizados por Morgan para poner el acento en la NdC en su forma de enseñar, y (b) las creencias de los estudiantes sobre la NdC, antes y después de la enseñanza recibida, para comprobar el cambio en sus puntos de vista. Se encontró que Morgan fue capaz de hacer hincapié explícitamente en la NdC mediante el diseño de tres métodos y que la influencia en las creencias de los estudiantes acerca del carácter inferencial, hipotético y creativo de la ciencia fue positiva. Por último, se proporcionan implicaciones para la formación del profesorado.

## B

Bencze, J. L., Bowen, G. M. y Alsop, S. (2006). Teachers' tendencies to promote student-led science projects: Associations with their views about science. *Science Education*, 90(3), 400-419.

Los estudiantes de ciencia escolar pueden beneficiarse ampliamente de su participación en proyectos abiertos de investigación científica que sean apropiados para ellos. Sin embargo, por diferentes razones, tienen cierta tendencia a no involucrarse en tales investigaciones. Entre los factores que pueden limitar sus oportunidades para implicarse en la planificación de tales investigaciones abiertas están las concepciones del profesorado sobre la ciencia. Para explorar las posibles relaciones entre las concepciones sobre la ciencia del profesorado y los tipos de actividades de investigación que presentan a sus estudiantes, se desarrollaron cinco estudios de caso de profesores de ciencia de secundaria, utilizando como instrumentos notas de campo, repertorios de rejilla, muestras de la planificación de las lecciones y las actividades de los estudiantes, y entrevistas semi-estructuradas. Mediante un análisis basado en la teoría constructivista, las tendencias de los profesores para promover la implicación de los estudiantes en proyectos abiertos de investigación científica parecieron corresponderse con las posiciones sobre la naturaleza de la ciencia a las que los profesores habían manifestado su adhesión. La tendencia a animar y facilitar a los estudiantes llevar a cabo proyectos abiertos de investigación

científica apropiados para ellos pareció estar asociada a la adhesión a un punto de vista sobre la ciencia correspondiente al constructivismo social. Los profesores que se opusieron a la visión del constructivismo social tendieron a preferir un control más firme de los procesos de construcción del conocimiento y de las conclusiones de los estudiantes. Se sugiere que estos resultados puedan explicarse mediante factores psicológicos humanos, incluyendo los asociados con la autoestima de los profesores y sus relaciones con los procesos de construcción del conocimiento en la disciplina que enseñan.

## H

Hipkins, R., Barker, M. y Bolstad, R. (2005). Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.

Este artículo explora las características de la incongruencia permanente entre la retórica de la reforma del currículo de la educación científica y la práctica docente real en el aula. La falta de un consenso filosófico sobre naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés), la escasez de orientaciones adecuadas del currículo, conocimiento pedagógico del contenido para la enseñanza de la NdC, teorías personales de los profesores sobre el aprendizaje y materiales de aula, así como las restricciones propias de la realidad de las aulas son diversos factores implicados que interactúan y contribuyen a fomentar esta incongruencia. Puesto que la política curricular es política, hecha para contentar a muchos grupos de presión, se sugiere que la comunidad de profesores de ciencias no puede ocuparse adecuadamente de los asuntos planteados si no se debaten ampliamente en la comunidad y se da el apoyo necesario para ello.

## K

Khishfe, R. y Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.

Este estudio investiga la influencia de dos enfoques de enseñanza explícitos diferentes para promover una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés) entre los estudiantes. Los participantes fueron 42 estudiantes correspondientes a dos grupos de dos secciones completas de noveno grado. Los participantes de ambos grupos recibieron enseñanza de ciencia del medio ambiente por sus profesores habituales, con la única diferencia del contexto en que se enseñó explícitamente la NdC. Para el grupo que recibió una enseñanza integrada de la NdC (grupo integrado), la enseñanza de la NdC se relacionó con el conocimiento científico relativo al calentamiento del planeta. Para el grupo que recibió una enseñanza no-integrada de la NdC (grupo no-integrado), ésta se enseñó mediante un conjunto de actividades que expresamente estaban destinadas a cuestiones de NdC dispersas a través del contenido sobre el calentamiento del planeta. El tratamiento de ambos grupos duró 6 semanas y abordó una unidad sobre el calentamiento del planeta y la NdC. Se utilizaron un cuestionario abierto y entrevistas semi-estructuradas para evaluar las creencias de los estudiantes antes y después de la enseñanza. Los resultados mostraron mejoras en los puntos de vista sobre NdC de los participantes, independientemente de que el contenido de la NdC estuviera o no integrado en el

contenido habitual sobre el calentamiento del planeta. La comparación de las diferencias entre ambos grupos mostró una mejora ligeramente mayor en los puntos de vista bien informados del grupo integrado. Por otra parte, hubo una mejora mayor en los puntos de vistas en transición del grupo no-integrado. Por tanto, puede decirse que los resultados globales no proporcionaron pruebas concluyentes a favor de un enfoque u otro. Por último, se discuten las implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de la NdC.

## R

Roehrig, G. H. y Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.

"Ciencia como indagación" es un contenido estándar clave en los *National Science Education Standards* que los profesores de ciencia norteamericanos deben llevar a la práctica docente. Este artículo es el resultado de un estudio destinado a la comprensión de los factores que afectan a la enseñanza basada en la indagación de 14 profesores principiantes de ciencias de educación secundaria. Estos profesores formaban parte de un programa de colaboración entre la universidad y la escuela diseñado para facilitar la enseñanza basada en la indagación. Durante un periodo de un año, se siguió a los profesores para intentar comprender sus creencias sobre la enseñanza, sus prácticas docentes, su conocimiento sobre la naturaleza de ciencia y la investigación, así como sus experiencias con la enseñanza mediante investigación en el aula. Las comparaciones de los diversos casos y a través de los casos pusieron de manifiesto cinco restricciones principales que afectaron a la puesta en práctica de una enseñanza basada en la indagación: (i) la comprensión de la naturaleza de ciencia y de la investigación científica, (ii) el conocimiento del contenido, (iii) el conocimiento didáctico del contenido, (iv) las creencias sobre la enseñanza y (v) lo relativo a la gestión del aula y los estudiantes. El estudio refuerza la necesidad de programas basados en los estándares que proporcionen diversas formas de apoyo para ayudar a los profesores de ciencia principiantes.

## T

Trumbull, D. J., Scarano, G. y Bonney, R. (2006). Relations among Two Teachers' Practices and Beliefs, Conceptualizations of the Nature of Science, and their Implementation of Student Independent Inquiry Projects. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1717-1750.

En este estudio se pretende comprender los factores que influyen en el uso de los profesores de proyectos de investigación destinados a los estudiantes. Para ello, durante más de tres años se han examinado las concepciones y prácticas docentes de dos profesores implicados en llevar a cabo este tipo de proyectos de investigación. Ninguno de los dos profesores estaba inicialmente satisfecho con su éxito respecto al apoyo dado a la indagación de los estudiantes, pero cada uno dio respuestas muy diferentes respecto a las dificultades con las que se enfrentó. Estas respuestas se relacionan mucho con sus ideas sobre como debe estructurarse el aprendizaje. Hubo menos relación entre sus puntos de vista declarados sobre la naturaleza de la ciencia y el beneficio que esperaban obtener de la utilización de la indagación. El profesor con una visión de

la naturaleza de la ciencia más acorde con los documentos de la reforma no apoyó los proyectos de indagación de los estudiantes que proponen las investigaciones didácticas actuales. El profesor con una visión de la naturaleza de la ciencia menos alineada con los documentos de la reforma se esforzó mucho en apoyar las indagaciones de los estudiantes en su aula. Los resultados obtenidos corroboran la afirmación que sostiene que el mero aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia o sobre la indagación de los estudiantes no puede generar cambios en la práctica docente. En un análisis más fino, se encontró que ambos profesores comprendían los aspectos de la naturaleza de la ciencia desde dos perspectivas muy diferentes: próxima y distante. La visión próxima de la naturaleza de la ciencia está más estrechamente ligada a la puesta en práctica de las actuales propuestas de indagación para los estudiantes. Los esfuerzos de ambos profesores para llevar a la práctica la indagación de los estudiantes en el aula ilustran los conflictos y retos a los que se enfrentaron cuando ambos ensayaron proyectos de investigación destinados a sus estudiantes.

T

Tsai, C-C. (2007) Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91(2), 201-221.

La investigación sobre la relación entre las creencias epistemológicas sobre la ciencia (CECs, SEVs en inglés) del profesorado y la enseñanza de la ciencia es a menudo un asunto importante para muchos expertos en didáctica de las ciencias. Este estudio, que recoge los datos de una investigación realizada sobre cuatro profesores de ciencias de Taiwan, sus estudiantes y las observaciones de aula, se llevó a cabo para examinar la coherencia entre las CECs de los profesores y (i) sus creencias sobre la enseñanza, (ii) sus prácticas docentes, (iii) las CECs de sus estudiantes y (iv) las percepciones de los estudiantes respecto a los ambientes reales de aprendizaje de la ciencia. Los resultados obtenidos sugieren una coherencia adecuada entre las CECs del profesorado y sus creencias respecto a la enseñanza y las prácticas docentes. Los profesores con CECs relativamente próximas al positivismo prestan más atención a las puntuaciones de sus estudiantes en los exámenes, a dedicar más tiempo de enseñanza a las clases expositivas (clases magistrales), a la realización de ejercicios y a hacer exámenes en el aula, lo que implica una perspectiva más pasiva o rutinaria del aprendizaje de la ciencia. Por el contrario, los profesores con CECs de tendencia constructivista se centran más en la comprensión y aplicación de los conceptos científicos por parte de los estudiantes y también dedican más tiempo a que los estudiantes realicen actividades de investigación o se involucren en debates interactivos. Estos resultados son bastante consistentes con los correspondientes a la coherencia entre las CECs del profesorado y las percepciones de los estudiantes respecto a los ambientes de aprendizaje de la ciencia, y sugieren que las CECs de tendencia constructivista parecen dar lugar a más ambientes de aprendizaje de la ciencia con orientación constructivista. Por último, aunque este estudio proporciona alguna prueba de que las CECs del profesorado probablemente se relacionan con las de sus estudiantes, sin embargo ambas CECs no fueron del todo coherentes.

## T

Tsai, C-C. y Liu, S-Y. (2005) Developing a Multi-dimensional Instrument for Assessing Students' Epistemological Views toward Science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1621-1638.

El propósito de este estudio es describir el desarrollo y la validación de un instrumento para identificar diversas dimensiones de las creencias epistemológicas sobre la ciencia (CECS, SEVs en inglés) sostenidas por estudiantes de bachillerato. El instrumento incluye cinco dimensiones de las CECs (subescalas): el papel de negociación social en la ciencia, la realidad inventada y creativa de la ciencia, la exploración cargada de teoría de la ciencia, los impactos culturales en la ciencia y la característica cambiante de la ciencia. Seiscientos trece estudiantes de bachillerato de Taiwán respondieron al instrumento. El análisis de los datos indica que el instrumento desarrollado tiene validez y fiabilidad de medida satisfactorias. El análisis de correlación y las entrevistas realizadas a fondo apoyan la legitimidad del uso de múltiples dimensiones para representar las CECs de los estudiantes. Se encontraron diferencias significativas entre las respuestas de los alumnos y las alumnas, y entre las de los estudiantes y sus profesores en algunas dimensiones de las CECs. Se hacen sugerencias sobre el uso del instrumento para examinar las complejas interacciones entre las CECs y el aprendizaje de las ciencias, evaluar la enseñanza de las ciencias y comprender las diferencias culturales en los puntos de vista epistemológicos sobre la ciencia.

## V

Vhurumuku, E., Holtman, L., Mikalsen, O. y Kolstø, S. D. (2006). An investigation of Zimbabwe high school chemistry students' laboratory work-based images of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 127-149.

En este estudio se investigan las imágenes próximas y distantes de la naturaleza de la ciencia (NdC, NOS en inglés) que desarrollan los estudiantes de "A-level" a través de su trabajo en el laboratorio de química. También se exploran las características de las interacciones entre las imágenes próximas y distantes de la NdC y el trabajo realizado por los estudiantes en el laboratorio de química. Los puntos de vista de los estudiantes sobre la NdC y las características de su trabajo en el laboratorio de química se obtuvieron mediante sus respuestas a un cuestionario abierto y a entrevistas semi-estructuradas. Los resultados sugieren que los estudiantes construyen cierta comprensión de la NdC debido a su participación en el trabajo de laboratorio. La comprensión de los estudiantes de la NdC próxima parece construirse en interacción con su comprensión de la naturaleza y la práctica de la ciencia profesional. Esta interacción parece estar mediada por las características de la enseñanza recibida. Se postula que el sistema ecológico conceptual de cada estudiante está repleto de interacciones, las cuales controlan el debilitamiento de la comprensión próxima hacia imágenes distantes. Desde un punto de vista metodológico, el estudio ilustra de qué manera el trabajo de los estudiantes en el laboratorio, basado en imágenes próximas y distantes de la NdC, puede identificarse y extraerse mediante el análisis y la interpretación de sus respuestas a los protocolos usados. Se plantean implicaciones para el desarrollo del currículo y la enseñanza de la Química del curso "A-level".

W

Waight, N. y Abd-El-Khalick, F. (2007). The impact of technology on the enactment of inquiry in a technology enthusiast's sixth grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 154-182.

Este estudio investiga el impacto del uso de ordenadores en la puesta en práctica de la indagación en aulas de ciencias de sexto grado. Los participantes fueron 42 estudiantes (38% alumnas) de dos clases de un profesor que es un entusiasta seguidor de la utilización en el aula de los medios tecnológicos. Los datos correspondieron a un curso de 4 meses, durante el que se completaron varias actividades de indagación, algunas de las cuales se apoyaron con el uso de medios tecnológicos. La recogida de datos se hizo utilizando diversas técnicas: observación no-participante, grabaciones de vídeo en el aula y entrevistas semi-estructuradas y de episodios críticos. Los resultados indican que los medios tecnológicos empleados contribuyeron más a restringir que a promover la indagación en el aula entre los participantes. Con el uso de los ordenadores, las actividades de grupo se hicieron más estructuradas, se siguió un enfoque basado en repartir las tareas y responsabilizarse dando cuenta de ellas después individualmente y se dedicó menos tiempo a debatir en grupo, con una marcada disminución del pensamiento crítico en la construcción de los significados. Los puntos de vista y creencias de los profesores y estudiantes respecto a los contextos específicos rebajan el potencial de los medios tecnológicos para apoyar la enseñanza y el aprendizaje por investigación, por lo que ambos factores deben tenerse en cuenta en la formación del profesorado y en los esfuerzos por integrar los medios tecnológicos en la enseñanza de la ciencia.

W

Waters-Adams, S. (2006). The Relationship between Understanding of the Nature of Science and Practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919-944.

Este artículo da cuenta de la relación entre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la práctica docente de cuatro maestros de primaria ingleses. Se incluye una investigación-acción como el principal componente de un plan de investigación para explorar la interacción dialéctica entre diversos factores de la práctica docente. Se consideran las influencias de las comprensiones tácita y adoptada de la naturaleza de la ciencia junto a las creencias de los maestros sobre la educación, la enseñanza y el aprendizaje. Se encontró que estas últimas creencias constituyen el factor determinante en las decisiones de los maestros respecto a las estrategias aplicadas en el aula. Como apoyo de una perspectiva dialéctica de la práctica docente, la investigación realizada sugiere que la comprensión de la naturaleza de la ciencia adoptada por los maestros también puede formarse, al menos en parte, por la influencia de las creencias mencionadas, planteándose la posibilidad de que esta influencia puede activarse mediante una enseñanza destinada a la comprensión teórica y no de otra forma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, J. A. (2006). Investigación científica, naturaleza de la ciencia y enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 306-311, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

*José Antonio Acevedo Díaz*  
*ja\_acevedo@vodafone.es*