

## EDITORIAL

**Ángel Vázquez Alonso**

Universidad de las Islas Baleares/Facultad de Educación  
angel.vazquez@uib.es

**María Antonia Manassero Mas**

Universidad de las Islas Baleares/Departamento de Psicología  
ma.manassero@uib.es

En primer lugar, manifestamos nuestro agradecimiento al director de la revista Interacciones, Dr. Pedro Reis, por su amable invitación para la edición de este número monográfico.

Entre 2010 y 2014 un equipo interdisciplinar de siete países latinos europeos (España y Portugal) y americanos (Argentina, Brasil, Colombia, México y Panamá) planificó y desarrolló un proyecto de investigación titulado “Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología” (EANCYT) y subtítulo “Una Investigación Experimental y Longitudinal”, que fue financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación (España). Los investigadores de este proyecto contribuyen a este número de la revista INTERACÇÕES con diversos artículos que presentan algunos resultados de ese proyecto.

El proyecto EANCYT plantea el problema educativo de enseñar con calidad temas de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT). Estos temas se refieren a cuestiones acerca de cómo la ciencia y la tecnología (CyT) validan su conocimiento y cómo funcionan en el mundo actual, que comprenden aspectos de epistemología y sociología de CyT y las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente (CTSA). NdCyT son contenidos complejos e innovadores que se han desarrollado mucho en países anglosajones, y han sido menos populares en la educación científica de los países latinos, tanto en los currículos oficiales como en las prácticas de enseñanza de las asignaturas escolares de ciencia y tecnología.

La perspectiva de este estudio es educativa: la comprensión de NdCyT es considerada por los especialistas un componente central de la alfabetización científica para todos y por esta razón se ha incorporado como una innovación en los contenidos de los currículos escolares de muchos países en los últimos años. Además, la

investigación sobre NdCyT constituye una línea innovadora en la investigación didáctica sobre la enseñanza y el aprendizaje de CyT. Entre las conclusiones más persistentes de esta línea de investigación, desarrollada principalmente en países anglosajones, se encuentra la constatación continua que estudiantes y profesores no logran comprender bien la NdCyT. Por esta razón, algunas investigaciones recientes se han dirigido a la búsqueda de las metodologías más efectivas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la NdCyT; el meta-análisis de estas investigaciones revelan que la efectividad educativa tiene dos condiciones clave: el carácter explícito de la enseñanza y la realización de actividades reflexivas sobre NdCyT. Ambas condiciones han sido nucleares en el desarrollo de la planificación didáctica de las SEA para enseñar un tema específico de NdCyT y en su aplicación en el aula para el aprendizaje de los estudiantes.

El objetivo central del proyecto EANCYT es la mejora de la comprensión sobre NdCyT de estudiantes y profesores de todos los niveles educativos por medio de los instrumentos de intervención didáctica y evaluación diseñados y aplicados dentro del proyecto y desde los diversos contextos locales de los siete países participantes. La investigación construye los instrumentos, verifica su efectividad, identifica los instrumentos más eficaces en cada nivel educativo y valida los instrumentos de evaluación asociados a cada instrumento de intervención didáctica mediante un diseño experimental pre-test /post-test con un grupo de control.

Este proyecto integra un amplio y multidisciplinar equipo internacional, formado por grupos de investigación pertenecientes a varias instituciones de lenguas ibéricas (español y portugués). Los resultados y la tecnología didáctica creados en el proyecto se pretenden transferir y extender a las aulas para cubrir la brecha teoría-práctica, investigación-enseñanza y mejorar la formación de profesores y el aprendizaje de los estudiantes, a través de la disseminación e institucionalización de metodologías, instrumentos y buenas prácticas. Otro objetivo del proyecto es generar formación investigadora en las instituciones participantes (nueva investigación, publicaciones, tesis de maestría y doctorales), así como promover las relaciones y la cooperación internacionales entre investigadores de diferentes países e instituciones que comparten lengua y cultura, consolidando, ampliando y creando redes de investigación. Los investigadores del proyecto aún continuamos trabajando en estas últimas líneas de difusión y comunicación, y de ello es muestra este número monográfico de la revista INTERACÇOES. Desde estas líneas reiteramos el ofrecimiento a educadores e investigadores interesados en esta línea de investigación



y de educación de los materiales y resultados elaborados y la colaboración de la red en aquellos temas que sean de su interés.

El proyecto EANCYT se marcó como poblaciones diana para la enseñanza y el aprendizaje de temas de NdCyT los estudiantes de distintos niveles del sistema educativo, desde la educación básica hasta la educación superior. En esta última, se puso especial énfasis en trabajar con los estudiantes que se forman para ser profesores. Por ello, las distintas contribuciones que forman este número monográfico se organizan distribuidas en tres partes: la primera parte presenta los aspectos comunes y genéricos del proyecto EANCYT; la segunda parte engloba los artículos cuyo contenido se refiere a la formación de profesorado; la tercera parte comprende aquellos artículos cuyos participantes son estudiantes de nivel básico, medio o superior que no son profesores en formación.

La primera parte, que aborda aspectos comunes a todo el proyecto, para ofrecer una visión global que sirva de marco al resto de los artículos y evitar repeticiones innecesarias de los contenidos, está formada por dos artículos. En el primero de ellos, el equipo coordinador del proyecto (Vázquez, Manassero y Bennassar) de la universidad de las Islas Baleares en Palma de Mallorca (España) presentan los elementos comunes de la investigación experimental desarrollada en 16 instituciones: los marcos teóricos adoptados sobre la enseñanza (explícita y reflexiva), el desarrollo de los materiales de enseñanza (basado en las teorías sobre las secuencias de enseñanza-aprendizaje) e instrumentos de evaluación (basado en el cuestionario de opiniones sobre ciencia tecnología y sociedad, COCTS); la metodología, que comprende el diseño general de la investigación (experimental y longitudinal con grupo de control y aplicación de una evaluación inicial y otra final), los participantes diana (estudiantes de distintos niveles y profesores en formación inicial), los instrumentos empleados y los procedimientos específicos de investigación; las dos plataformas informáticas desarrolladas para gestionar la investigación, donde se incluyen los proyectos de aplicación elaborados por los investigadores en los repositorios de las plataformas, las guías de aplicación para los profesores colaboradores externos a la investigación y las variables empleadas. En el segundo de los artículos (Manassero, Vázquez, Moralejo y Vega) se presentan resultados preliminares globales logrados en todas las aplicaciones de las distintas secuencias de enseñanza aprendizaje (SEA) de la investigación del proyecto EANCYT, con base en las respuestas dadas por los estudiantes de los grupos de control y de los grupos experimentales, tanto en la evaluación inicial (pre-test) como en la evaluación final (post-test). Los resultados

globales recopilan centenares de miles de respuestas de los miles de estudiantes participantes en la investigación sobre una gran variedad de temas y cuestiones en los distintos países e instituciones. Globalmente, también se presenta una evaluación global de las concepciones sobre la NdCyT junto con una verificación empírica general de la eficacia de las SEA aplicadas para mejorar las concepciones de los estudiantes.

La segunda parte está dedicada a los estudios cuyas referencia principal es la formación del profesorado y presenta cinco artículos. En el primero de ellos, Ariza, Abril y Quesada presentan los resultados de la aplicación de una SEA basada en los datos empíricos sobre la investigación acerca de una ficticia especie de dragones, para enseñar los rasgos epistemológicos básicos de las investigaciones científicas, a estudiantes en formación para ser maestros de educación primaria en Jaén (España). Los resultados ponen de manifiesto una mejora media global y una reducción manifiesta de las creencias ingenuas, aunque los autores subrayan que el cambio es un proceso complejo y costoso que requiere tiempo.

En el segundo artículo, García-Ruiz, Maciel y Calixto, abordan la comprensión de la perspectiva de género en ciencia y tecnología, tratando de fomentar una reflexión crítica de los estudiantes (maestros de primaria en formación), sobre los aspectos positivos y negativos de la perspectiva de género en el mismo colectivo, en este caso en la ciudad de México DF. Los resultados que obtienen son alentadores, pues los maestros mejoran apreciablemente su comprensión de los temas de género.

El artículo de Sepini, Vázquez y Maciel trabaja con una SEA de raíz histórica, sobre la controversia causada hace varios siglos por la propuesta de la teoría de la Biogénesis por Francesco Redi, con el objetivo de enseñar a profesores en formación algunas conceptos acerca de la construcción del conocimiento científico en una situación de controversia entre distintas teorías. Los resultados de evaluación del progreso del aprendizaje de los estudiantes de último año de grado en la ciudad de Sao Paulo (Brasil) muestran una mejora sostenida, aunque modesta, y generalizada, en la mayoría de los reactivos de evaluación, de las concepciones de los estudiantes sobre el tema señalado.

El artículo de Callejas, Vega y Vázquez presenta la experiencia auto-formativa de una profesora colaboradora con el proyecto EANCYT a través de la aplicación de una SEA (Predecir el Clima) a estudiantes de educación básica en la ciudad de Duitama (Colombia) con el propósito de enseñarles acerca de la investigación y el desarrollo (I+D). La experiencia auto-formativa se vehiculó a través de dos



instrumentos para el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido, que permiten explicitar la investigación en acción de la profesora sobre la reflexión acerca de su propia enseñanza guiada por los instrumentos, que ponen de manifiesto el desarrollo del conocimiento profesional y didáctico para enseñar NdCyT.

Martín y Vallés presentan un análisis de las ideas de maestros de primaria en formación sobre el ámbito de la ciencia escolar en la ciudad de Segovia (España), en torno a las reflexiones suscitadas acerca de la enseñanza de la ciencia y el aprendizaje significativo por el desarrollo de la SEA titulada La ciencia de los Pequeños Curiosos. Los cambios globales observados en la evaluación no son significativos, pero el análisis individual muestra que una mayoría de estudiantes en formación para maestros mejoraron sus concepciones iniciales.

Como colofón de los estudios basados en profesores, Cardoso y Morales se preguntan acerca del grado de actualización de las creencias sobre tres aspectos de la epistemología de la ciencia (provisionalidad del conocimiento científico, características de la actividad y del conocimiento científico y carga teórica de las observaciones) que posee el profesorado de ciencias en ejercicio y en formación de licenciatura en la ciudad de Ibagué (Colombia). En general, los profesores en ejercicio tienen concepciones más informadas que los estudiantes en formación, pero estos tienden a mejorar más que los profesores sus concepciones tras la aplicación de las SEA sobre los tres aspectos analizados.

Silva, Melo, Bock y Chrispino aportan una contribución puente, entre los artículos centrados en el profesorado y aquellos centrados en los estudiantes, focalizada en el tema de la construcción social de la tecnología en el ámbito de Brasil. Por un lado, analizan la producción realizada sobre este tema en la literatura específica y, por otro, lo relacionan con los resultados de evaluación referidos a la construcción social de la ciencia y tecnología, empleando algunos ítems del cuestionario COCTS. Los autores concluyen que los deficientes resultados de la evaluación son una prueba de la existencia de una laguna en la formación de profesores de ciencias y tecnología sobre el tema de la construcción social y sugieren nuevas líneas de investigación que impulsen este área.

La tercera parte, relativa a las investigaciones realizadas con estudiantes que no se preparan para ser profesores, se inicia con el artículo de Arranz y Vallés, quienes utilizan la SEA Investigando Dragones para enseñar algunos conceptos sobre la sociología interna de la ciencia a estudiantes de secundaria en la ciudad de Segovia

(España); se centran en el análisis de los procesos de reflexión desarrollados por los estudiantes para aprender y las dificultades encontradas, concluyendo con la necesidad de ampliar los tiempos de reflexión en el aula para lograr mejores aprendizajes de los estudiantes jóvenes.

Porro, Arango y Landaburu exponen los resultados de la aplicación de dos SEA sobre cuestiones de género (la infrarrepresentación de las mujeres y los efectos de género en la ciencia) a estudiantes de distintos grados escolares de secundaria de la ciudad de Buenos Aires (Argentina). Entre otras cosas, informan que las alumnas más jóvenes sostienen concepciones más informadas sobre el género y la ciencia que las alumnas mayores del último grado en la educación secundaria, interpretando que la escuela secundaria parecería estar animando, o por lo menos no inhibiendo, las concepciones menos informadas, centradas en la superioridad de los varones.

El estudio de Ariza, Vázquez, Quesada y Aguirre plantea la enseñanza de la naturaleza epistemológica de las investigaciones científicas (hipotetizar, verificar hipótesis, modelizar, interpretar comunicar y discutir resultados) a estudiantes de secundaria de la ciudad de Jaén (España). Aplican a la enseñanza una SEA titulada Barcos de Plastilina, basada en experimentar con las leyes de la flotación; los autores destacan la implicación de los estudiantes en las actividades de clase y en la reflexión sobre ellas, para aprender acerca de esas cuestiones, aunque las mejoras obtenidas en la evaluación son modestas y centradas en algunos aspectos muy concretos.

Paixão y Figueiredo proponen enseñar acerca de la interdependencia entre la ciencia y la tecnología mediante una SEA de enfoque histórico, tomando como ejemplo los trabajos de química de Lavoisier desarrollados en el siglo XVIII. La SEA fue aplicada a estudiantes de grado noveno y la ganancia cuantitativa de aprendizaje lograda por los estudiantes fue extraordinaria en todas las concepciones evaluadas, resultado que lleva a las autoras a ratificar la importancia de los episodios claves de historia de la ciencia como una excelente estrategia y recurso para desarrollar el interés de los estudiantes y su comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Finalmente, se revisa la esencia global, relacional, compleja y dialéctica de NdCyT desde la controversia entre la visión de consenso y las alternativas innovadoras y se re-conceptualiza la NdCyT en una taxonomía (VOSTS-COCTS) funcional y comprensible que facilita a los profesores no especialistas la planificación la enseñanza explícita y la evaluación de temas de NdCyT en el aula con seguridad.



En suma, los estudios presentados ofrecen un muestrario de las secuencias enseñanza y aprendizaje elaboradas para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología y los resultados de aprendizaje obtenidos por estudiantes y profesores. Aunque algunos estudios muestran mejoras significativas e importantes en la comprensión de los distintos temas de NdCyT, las ganancias del aprendizaje en otros casos son más modestas y puntuales. En todo caso, constituyen un reto para los investigadores y profesores participantes en el proyecto EANCYT y una ocasión para hacerlo extensivo, como cordial invitación, a todos los investigadores y profesores que se sientan interesados por esta línea de investigación y deseen compartirlo.

Palma de Mallorca (España), marzo de 2015.

Ángel Vázquez Alonso y María Antonia Manassero Mas, editores.