

# ENSEÑANDO NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA A PROFESORES DE CIENCIAS: ANÁLISIS DE UN CASO EN FORMACIÓN INICIAL

María A. Manassero-Mas, Antoni Bennàssar-Roig  
*Universidad de las Islas Baleares, España*  
ma.manassero@uib.es

## OBJETIVOS

Este estudio presenta el análisis del caso de un profesor de ciencias enrolado en el master de formación del profesorado, siguiendo pautas y usando instrumentos de un estudio de investigación más amplio (Vázquez, Manassero y Bennàssar, 2012 en prensa). La perspectiva de esta investigación es educativa: la comprensión de NdCyT es considerada un componente central de la alfabetización científica para todos y como tal, se incorpora en los contenidos de los currículos escolares. Se presentan los resultados de una investigación empírica acerca de la eficacia de formar al profesor sobre un aspecto de NdCyT – en este caso, la toma de decisiones científicas en investigaciones– a través de una secuencia de aprendizaje breve, específica y centrada en unas actividades de aprendizaje reflexivas acerca del tema de NdCyT citado, basadas en un caso histórico de descubrimiento: la predicción teórica de la existencia de un nuevo planeta (Neptuno) y de su posición para su avistamiento.

## MARCO TEÓRICO

La alfabetización científica es el concepto clave de la actual didáctica de la ciencia, dirigida a formar y preparar en ciencia a todos los ciudadanos para comprender y vivir comprometidamente en el mundo actual impregnado de ciencia y tecnología (CyT). Hoy es ampliamente admitido que la comprensión “acerca” de la ciencia, que se refiere a conocer cómo opera la ciencia para validar conocimientos (naturaleza de la ciencia), incorpora en la educación científica contenidos interdisciplinarios de filosofía, historia y sociología de la ciencia, también denominados ciencia-tecnología-sociedad (Hodson, 2009; Millar, 2006). Para el ámbito educativo, la integración factual entre CyT también se puede trasladar, por analogía, a integrar la denominación en “naturaleza de la ciencia y la tecnología” (NdCyT), que se usará en adelante (Bennàssar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010).

A lo largo de los últimos años, la investigación muestra de modo consistente y reiterado que la educación sobre NdCyT se enfrenta a un obstáculo constante: los profesores (y también los estudiantes) no tienen una comprensión adecuada sobre NdCyT. Estos resultados negativos han sido confirmados con profesores de diversos países, a pesar, incluso, de los defectos de los diferentes instrumentos y metodologías y de los matices y las diferencias halladas entre algunos grupos (Bennàssar et al., 2010;

---

Lederman, 2008). Como nadie puede enseñar aquello que no domina, la formación de los profesores es clave para la mejora consecuente de la enseñanza de la ciencia (Mellado, 1998; Tsai, 2007).

A pesar de las dificultades, la literatura especializada también sugiere que el logro de una enseñanza de la NdCyT efectiva se consigue a través de dos condiciones clave:

1. el carácter explícito de la enseñanza (planificar todos los elementos curriculares)
2. la realización de actividades reflexivas sobre NdCyT (actividades meta-cognitivas como actividades de exploración, análisis, discusión, debate, conclusión, argumentación, etc.).

Este estudio articula ambas condiciones en un modelo operativo de formación con métodos empíricos e instrumentos estandarizados para su aplicación eficaz.

## **METODOLOGÍA**

El modelo se ajusta a un diseño pre-post-test con una evaluación inicial, seguida de la intervención de enseñanza-aprendizaje y de la segunda evaluación (post-test) para comprobar los cambios producidos.

### **Perfil del caso**

El estudiante profesor de este caso es un hombre de 24 años, enrolado en el master de formación del profesorado de secundaria de ciencias, que había terminado un grado en ciencias químicas. El profesor en formación participante es ciego respecto al diseño experimental.

### **Instrumentos**

Los instrumentos de investigación son dos: un instrumento de intervención didáctica y un instrumento de evaluación de la mejora. El instrumento de intervención didáctica comprende los materiales de la SEA, basada en una breve lectura histórica sobre la predicción teórica del descubrimiento de un nuevo planeta (Neptuno), antes de su avistamiento. El profesor estudia los materiales de aula – lectura histórica y actividades de los estudiantes - y a partir de ellos, el profesor debe inferir y proponer el diseño didáctico que soporta las actividades. El profesor produce el diseño completo de la SEA, llenando y completando una matriz esquemática vacía que se le proporciona.

La eficacia de estas actividades para mejorar la comprensión del profesor se evalúa mediante un cuestionario estandarizado de papel y lápiz, formado por varias cuestiones extraídas del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), centradas en el tema concreto (toma de decisiones científicas en las investigaciones). Por la brevedad impuesta por las normas, se presentan los resultados sobre tres cuestiones: Controversias (Cierre por hechos) -70221-, Universalidad de la ciencia (Personalidad del científico) -70611- e Investigaciones científicas (Método) -90611-.

### **Procedimiento**

El diseño de la experiencia cuyos resultados se presentan aquí se desarrolla en las siguientes fases:

1. una evaluación inicial (el profesor responde las cuestiones),
- 2- tratamiento experimental (desarrollo de las actividades de estudio y análisis de los documentos de la SEA y llenar el esquema vacío de la SEA).
3. una evaluación final después del tratamiento (el profesor responde el mismo instrumento de evaluación).

- 
4. una reflexión escrita del estudiante profesor acerca de los cambios surgidos entre sus respuestas iniciales y finales a las cuestiones (el profesor recibe sus respuestas).

Para valorar la efectividad del tratamiento se comparan los resultados de la evaluación inicial y final según procedimientos estandarizados de valoración de las respuestas de los estudiantes (Bennassar et al. 2010).

## RESULTADOS

Se presentan la producción cuantitativa del profesor (comparaciones de la evaluación inicial y final) y la producción cualitativa emanada de su reflexión personal.

### Resultados cuantitativos

El primer resultado se refiere a la evaluación de la mejora en la comprensión del profesor de la NdCyT. Para ello, se comparan las evaluaciones inicial y final mediante los índices medios de las tres cuestiones de evaluación (tabla 2).

Tabla 2.

Resultados de los índices medios en las tres cuestiones para la evaluación inicial y final.

	Cuestiones		
	Post-test	Pre-test	Diferencias
70221 Controversias (Cierre por hechos)	0.050	-0.200	0.250
70611 Universalidad de la ciencia (Personalidad del científico)	0.125	-0.250	0.375
90621 Investigaciones científicas (Método)	0.550	0.200	0.350

Los valores de las diferencias entre los promedios en las tres cuestiones son claramente positivos, y por tanto, representarían una mejora relevante en la comprensión de esos tres temas por el profesor y que cabría atribuir al tratamiento recibido. La mejora mayor aparece en la cuestión que había obtenido el índice más bajo antes del tratamiento (70611) y es también grande en la cuestión del método (90611), siendo menor la mejora en la cuestión referida a las controversias científicas (70221).

La ganancia positiva del profesor en las tres cuestiones representa una mejora en la comprensión de la NdCyT y, por tanto, un efecto positivo del tratamiento de formación en NdCyT aplicado experimentalmente.

El análisis pormenorizado de los resultados en los índices de cada una de las frases contenidas en las cuestiones presenta un perfil más rico y complejo de la mejora en la comprensión experimentada por el profesor entre la evaluación inicial y final sobre estas tres cuestiones (figura 1).

Ocho frases muestran mejoras positivas y grandes (mayores que 0.4). En particular, cabe destacar tres frases cuya mejora es muy grande (una unidad). Dos de ellas se refieren al método científico y son dos frases ingenuas, es decir, frases que expresan una posición opuesta a los especialistas (el método científico –90621A- asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos y –90621B- debería funcionar bien para la mayoría de los científicos). El estudiante profesor mostró inicialmente cierto grado de acuerdo con ambas (y por ello tuvo índices iniciales negativos), mientras después obtuvo puntuaciones muy positivas, que representa un cambio positivo de mejora.

Otras frases muestran mejoras positivas pero inferiores a las analizadas, y otras dos frases no muestran cambio, pues la valoración anterior y posterior es idéntica.

La complejidad de la comprensión de NdCyT se prueba en cuatro frases cuyas diferencias son negativas, es decir, que corresponden a empeoramiento. Sin embargo, las diferencias son muy pequeñas, con excepción de la frase 90621C.

En suma, el profesor muestra una mejora en su comprensión de NdCyT, aunque el análisis detallado de los cambios pone en evidencia la complejidad y la dificultad de lograr una mejora lineal en la comprensión de todos los diferentes y múltiples aspectos de la NdCyT.

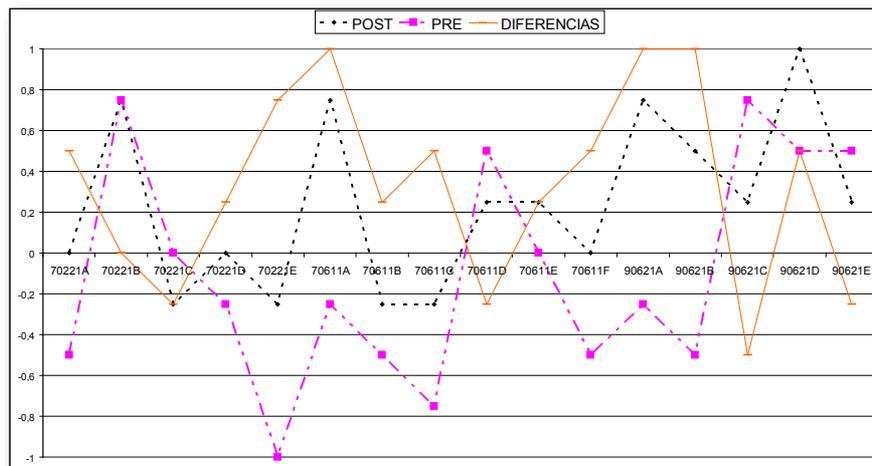


Fig. 1. Índices de cada una de las frases de las tres cuestiones de evaluación para la evaluación inicial y final y las diferencias entre ambas.

## Resultados cualitativos

El profesor fue realimentado con la información de sus respuestas directas, de acuerdo y desacuerdo, en la evaluación inicial y final. Ante estos datos, se le pidió al estudiante profesor una reflexión personal sobre su aprendizaje de NdCyT, respondiendo para cada cuestión a los siguientes reactivos:

1. Explica las razones que justifican tus valoraciones en esta cuestión.
2. Compara tus primeras respuestas con las segundas, y en caso que tu opinión haya cambiado en algo, explica las razones que justifican tus cambios en cada cuestión.

En el congreso se presentarán en detalle las cuestiones y los comentarios producidos por el profesor.

## CONCLUSIONES

Las actividades de desarrollo del currículo (diseño, planificación, elaboración y aplicación de secuencias de enseñanza-aprendizaje) constituyen aprendizajes básicos para el conocimiento didáctico del contenido de materias de ciencias en la formación del profesorado e influyen sobre sus prácticas educativas (Lederman, 2008; Tsai, 2007). En este estudio, un conjunto de estas actividades, habituales en la formación del profesorado, se han aplicado y complementado a través de la reflexión didáctica, para mejorar la comprensión del profesorado en formación inicial, acerca sobre un tema de NdCyT (toma de decisiones científicas en investigaciones).

Los resultados empíricos obtenidos del análisis de caso de un profesor en formación inicial ratifican la eficacia del método reflexivo y explícito, avalando la eficacia de diversos métodos inspirados en la en-

---

señanza explícita y reflexiva (ver Acevedo, 2009; Lederman, 2008), en este caso, a través de un modelo formativo de investigación-acción específico basado en un diseño casi-experimental.

La proyección de este estudio es la propuesta de un modelo de enseñanza de la NdCyT al profesorado en formación inicial que es útil (puede ser aplicado por otros), y transversal e integral, pues también sirve como instrumento de desarrollo docente de la formación general del profesor. Este modelo se basa en un diseño cuasi experimental con evaluación cuantitativa test-retest de los cambios producidos por un tratamiento de planificación didáctica de una SEA sobre un tema concreto de NdCyT. El núcleo del modelo son las actividades personales de reflexión del profesor, a partir del estudio y análisis de los materiales y actividades de la SEA y la realimentación de sus propias respuestas en pretest y postest. Dentro del modelo, el instrumento estandarizado de evaluación cuantitativa (COCTS), válido y fiable, permite la generalización de su uso sin necesidad de conocimientos profundos sobre NdCyT (Bennàssar et al., 2010; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006).

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386. Consultado en <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- Bennàssar, A., Vázquez, A., Manassero M. A., y García-Carmona, A. (Coor.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. Consultado en [www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf](http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf)
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and value*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Lederman, N. G. (2008). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell, y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mellado, V. (1998). Preservice teachers' classroom practices and their conceptions of the nature of science. En B.J. Fraser, y K.G. Tobin, (eds.), *International Handbook of Science Education*, pp. 1093-1110, Londres: Kluwer Academic Publishers.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Tsai, C-C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: the coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91(2), 222-243.
- Vázquez-Alonso, Á.; Manassero-Mas, M. A.; Bennàssar-Roig, A. (2012, en prensa). *Proyecto EAN-CYT: Enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología*. Comunicación presentada en el I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (I SIEC 2012). Consultado en <http://webs.uvigo.es/isiec2012/index.htm>.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. & Acevedo, J. A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.