

INNOVAR LA ENSEÑANZA CTS Y LA EVALUACIÓN DE LA MEJORA EN EL AULA POR UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA

M. Antonia Manassero-Mas
Universidad de las Islas Baleares, España
angel.vazquez@uib.es, ma.manassero@uib.es

Abdiel Aponte
Universidad de Panamá, Panamá
habdyel@yahoo.com

Marisa Montesano de Talavera
SENACYT, Panamá
mtalavera@senacyt.gob.pa

OBJETIVOS

Esta comunicación afronta el compromiso de la didáctica de las ciencias con la sociedad del conocimiento para promover la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT/CTS), es decir, el funcionamiento de CyTen la sociedad (CTS), mediante la enseñanza de una breve y específica secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) y la evaluación de la mejora lograda. Ambos aspectos, enseñanza y evaluación, forman el núcleo de esta investigación innovadora, cuyo objetivo central es investigar empíricamente la eficacia de la SEA sobre el tema de las implicaciones sociales de las explotaciones mineras. Los aspectos más innovadores de esta nueva metodología se centran en el diseño de la SEA, la estandarización de la evaluación de la mejora del aprendizaje de los estudiantes y la implementación en un contexto de estudiantes hispanos que no son profesores en formación (poco habitual en la investigación previa).

MARCO TEÓRICO

La investigación didáctica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la enseñanza de los profesores acerca de NdCyT/CTS se ha centrado en los últimos años sobre el desarrollo curricular y la eficacia en el aula. Ambos temas, enseñanza y eficacia, son complejos por la cantidad de factores cruzados intervinientes que impiden, limitan o facilitan, tanto la propia enseñanza y aprendizaje de NdCyT/CTS como la justificación de la eficacia de los diferentes métodos (Acevedo, 2009).

El desarrollo curricular está basado en los contenidos de consenso sobre NdCyT / CTS de elaboración propia (Bennassar et al. 2010) y en las dos condiciones clave que la investigación didáctica actual propone para la eficacia en el aula (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009), a saber:

- i) el carácter explícito de la enseñanza de los contenidos (tratamiento y planificación intencionales y claros de las actividades de enseñanza aprendizaje) y
- ii) la realización de actividades reflexivas por los estudiantes sobre el tema (actividades de exploración, análisis, discusión, debate, conclusión, argumentación, etc.).

La mayoría de investigaciones sobre estas cuestiones se han realizado en contextos anglosajones y con estudiantes que son profesores de ciencias en formación inicial, mientras los contextos educativos no anglosajones y con estudiantes son más escasas (Khishfe, 2008).

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación se ajusta a un diseño pre-post test, donde la intervención educativa (aplicación de la SEA sobre minería) tiene lugar entre ambas evaluaciones, y forma parte de un proyecto de investigación internacional acerca de estas cuestiones (Vázquez, Manassero y Bennassar, 2012).

Participantes

Los participantes son 62 estudiantes de primer curso de ciencias químicas en una universidad centroamericana (edad media 18,3 años). La muestra está formada por tres grupos-clase naturales: dos grupos experimentales (el experimental 2011 tiene 15 estudiantes, 6 mujeres, y el experimental 2012 tiene 17 estudiantes, 7 mujeres), y un tercer grupo de control (25 estudiantes, 15 mujeres).

Instrumentos

La investigación emplea dos instrumentos nuevos: la SEA para la intervención didáctica y los instrumentos de evaluación para verificar la eficacia de la enseñanza.

El instrumento de intervención didáctica es una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD), titulada “La extracción de metales, ¿una necesidad o una necesidad?” que plantea las ventajas y desventajas sociales de la minería.

La eficacia de la SEA se evalúa mediante varios instrumentos, cualitativos y cuantitativos, aunque en este estudio se presentan solo los resultados cuantitativos de la mejora en la comprensión del tema NdCyT/CTS por los estudiantes, obtenidos por la aplicación de un cuestionario estandarizado de papel y lápiz formado por 9 cuestiones del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) (Bennassar, Vázquez, Manassero, García-Carmona, 2010; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006). Las 9 cuestiones están diseñadas específicamente para los contenidos de la SEA, es decir, sobre el papel de la minería y su impacto social (tabla 1).

Tabla 1
Cuestiones aplicadas para evaluar el impacto de la SEA

Cuestiones	Temas
P20211	Empresas e investigación
P20511	Influencia de la educación Estudiantes
P20521	Influencia de la educación Aprendizaje
P40142	Responsabilidad social Información a autoridades
P40311	Equilibrio Positivos y negativos
P40511	Promoción del bienestar Riqueza
P40521	Promoción del bienestar Trabajo
P40531	Promoción del bienestar Calidad de vida
P80211	Control de la tecnología

Se emplea un modelo de respuesta múltiple, donde cada una de las frases optativas es valorada por la persona que responde sobre una escala de nueve puntos, que expresa su grado de acuerdo o desacuerdo con cada frase (Vázquez y Manassero, 1999).

Estas valoraciones directas se transforman después en un índice actitudinal, normalizado en el intervalo $[-1, +1]$, que miden el grado de sintonía de la puntuación directa otorgada por los encuestados con un patrón de categorías asignado por jueces. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) es el índice, la actitud se considera más adecuada e informada, y cuanto más negativo y cercano a la unidad negativa (-1) la actitud representada es más ingenua o desinformada (Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006).

PROCEDIMIENTO

El instrumento de intervención didáctica (SEA) es aplicado por el profesor de química a su grupo natural de estudiantes, como tratamiento experimental para enseñar el rasgo de NdCyT/CTS. La comprensión de ese rasgo por los estudiantes se evalúa mediante un diseño pre-test / pos-test, que permite comparar antes y después de aplicar la SEA. Los alumnos son ciegos a la experiencia y el profesor no trata en clase las cuestiones de evaluación.

El diseño experimental tiene tres fases:

1. una evaluación inicial con las 9 cuestiones del COCTS,
2. la aplicación de la SEA sobre la minería a un grupo natural de estudiantes,
3. una evaluación final, usando el mismo instrumento inicial.

Para valorar la eficacia del tratamiento se comparan los resultados de la evaluación inicial y final y con un grupo de control, por procedimientos estandarizados de valoración de las respuestas de los estudiantes (Bennassar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010).

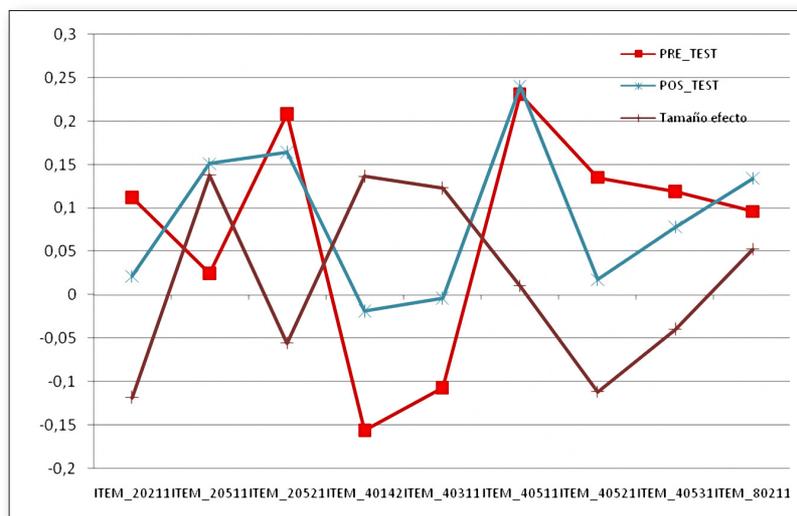


Fig. 1. Puntuaciones medias en el pre-test y post-test de las nueve cuestiones aplicadas para evaluar el aprendizaje del grupo experimental 2011 y tamaño del efecto de la mejora.

RESULTADOS

El objetivo central de esta investigación es evaluar la comprensión de los estudiantes sobre el tema, comparando la mejora de determinadas variables por medio de los instrumentos de evaluación aplicados. Se resumen y anticipan algunos resultados preliminares de las comparaciones.

La figura 1 muestra la comparación de las puntuaciones medias del grupo de estudiantes experimental 2011 sobre las nueve cuestiones aplicadas, antes y después de la enseñanza de la SEA, junto con el tamaño del efecto de la mejora (diferencias entre puntuaciones medias posteriores y anteriores medidas en unidades de desviación estándar).

Los resultados de índices medios (figura 1) muestran cuatro cuestiones donde los cambios son pequeños (tamaño del efecto $d < .10$), dos cuestiones donde los cambios son mayores, pero empeoran (20211, 40521), y tres cuestiones (20511, 40142, 40311) que exhiben las mejoras más notables. Las diferencias no son estadísticamente significativas en ningún caso (prueba U de Mann-Whitney).

La figura 2 muestra las diferencias posterior-anterior para los tres grupos del estudio medidas por el tamaño del efecto (d). Los cambios son pequeños ($d < .10$) en la mayoría de las cuestiones, aunque algunas presentan cambios mayores. La cuestión (40142) presenta la mejora más alta en los grupos experimentales, mientras otras dos (20511, 40311) mejoran más en el experimental 2011, aunque la cuestión 20511 también mejora más en experimental 2012 que en el grupo control. La comparación con el grupo control muestra que la es inferior a los experimentales (p. e .40511, 40142 y 20511) con dos excepciones (20211, 40521).

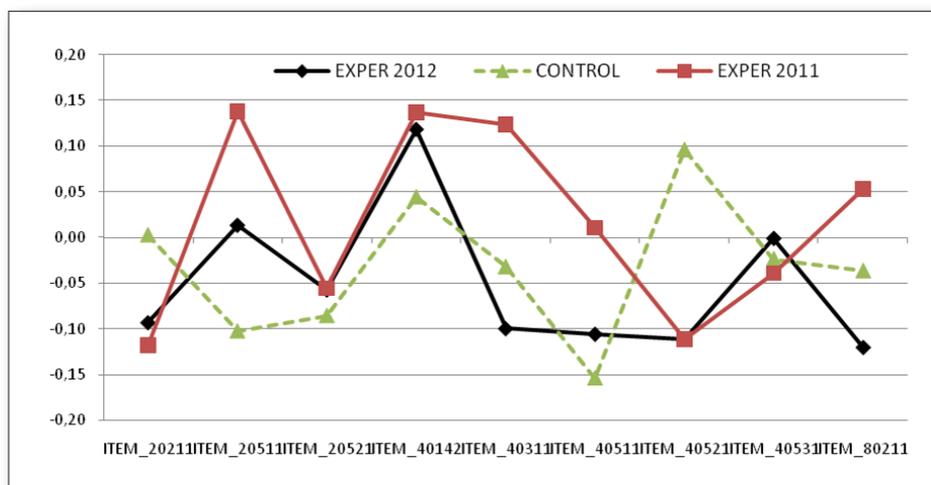


Fig. 2. Tamaño del efecto (medido en unidades estándar) de la mejora entre pre-test y post-test para evaluar el aprendizaje de la secuencia de enseñanza aprendizaje de minería en los tres grupos de la investigación (experimental 2011, experimental 2012 y control) a través de las nueve cuestiones aplicadas.

Análisis semejantes al realizado con los índices medios de las cuestiones pueden realizarse con los índices medios de variables de categorías y frases de cada cuestión. Por ejemplo, el análisis de la categorías (experimental 2011) muestra que la categoría CAT_I_40521 corresponde a empeoramiento, mientras otras tres (CAT_A_40311, CAT_P_20511, CAT_P_40511) exhiben mejoras importantes, aunque las diferencias no son significativas estadísticamente en ningún caso (prueba U de Mann-Whitney).

El análisis del tamaño del efecto de los cambios pre-post en cada una de las 68 frases de las nueve cuestiones de evaluación muestra diferencias significativas (prueba U de Mann-Whitney) solamente en cuatro frases. Dos de las diferencias son positivas (mejora) y las otras dos son negativas.

En el congreso se presentarán y discutirán detalles adicionales de los resultados reseñados de categorías y frases, el cuestionario empleado, la SEA sobre minería y otros indicadores producidos por el impacto de la SEA sobre la mejora de la comprensión, junto con el texto de las cuestiones cuyas diferencias han resultado significativas entre el pre y post test.

CONCLUSIONES

Los resultados de mejora de la comprensión de la NdCyT/CTS son modestos, pero permiten apreciar algunos puntos fuertes (p.e. cuestiones 20511, 40142) junto con puntos débiles (p.e. cuestiones 20211, 40521). Estos resultados replican los de otros estudios anteriores similares, pero menos detallados, cuyas mejoras, ni son grandes ni afectan a todos los aspectos enseñados, sino a algunos aspectos parciales (Acevedo, 2009). El análisis detallado de los índices de cada frase, antes y después, ofrece una información más interesante y detallada para replantear el análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y desafíos ante la nueva aplicación y planificación didáctica de la SEA. La reflexión sobre las causas potenciales de estos modestos resultados será afrontada con mayor extensión en el congreso (pertinencia de método, evaluación y SEA).

La evaluación de la mejora de la comprensión de la NdCyT/CTS en estudios precedentes es cualitativa, es decir, basada en simples porcentajes de recuentos de ideas adecuadas extraídos del análisis de contenido de producciones de los estudiantes. Obviamente, la apreciación del investigador y la naturaleza cualitativa del análisis son factores que no permiten comparaciones entre investigadores, ni repeticiones equivalentes de experiencias (Abd-el-Khalick y Akerson, 2009; Khishfe, 2008). Este estudio aporta una metodología (diseño pre-test / post-test con un instrumento estandarizado) para la evaluación específica y objetivada de la mejora, que supera la tradicional evaluación cualitativa, pues permite comparaciones entre grupos diversos, entre tratamientos diferentes y entre investigadores que puede representar un avance para esta línea de investigación.

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

- Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31, pp. 2161-2184.
- 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), pp. 355-386, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- Bennassar, A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y García-Carmona, A. (Coord.). (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 Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

-
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), pp. 470-496.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science. Technology-Society' instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), pp. 231-247.
- Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, J.A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90, 4, pp. 681-706.
- Vázquez-Alonso, Á. Manassero-Mas, M. A. y Bennàssar-Roig, A. (2012). Proyecto EANCYT: 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/ins_es.htm.