

ENSEÑANDO LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE JUEGOS

María Antonia Manassero-Mas, Ángel Vázquez-Alonso
Universidad de las Islas Baleares

RESUMEN: La naturaleza del conocimiento científico y tecnológico constituye un componente esencial de la alfabetización y la competencia científica. Pero su enseñanza afronta grandes dificultades, siendo una de la más notorias la carencia de materiales educativos apropiados. Esta comunicación presenta algunos materiales con formato de juegos ejemplares, sistematizados en grupos (rompecabezas, cubos, cartas, cajas negras y escenarios) y acompañados de directrices y orientaciones. Los juegos ofrecen una analogía auténtica de las prácticas científicas y a través de la participación, sin requisitos previos, los estudiantes comprenden algunos aspectos complejos acerca del funcionamiento de la ciencia y la tecnología. Finalmente, se reflexiona sobre su eficacia para la enseñanza desde la investigación didáctica y la tradicional oposición a las innovaciones educativas.

PALABRAS CLAVE: naturaleza del conocimiento científico y tecnológico (NdCyT); juegos de enseñanza; enseñanza de la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico.

OBJETIVOS: El objetivo es sistematizar algunos materiales para enseñar NdCyT desde una perspectiva de juego, es decir, desde el marco de la ludificación del aprendizaje explícito y reflexivo de NdCyT. Por ello, el marco teórico es interdisciplinar y doble: por un lado, introducir la idea de ludificación a partir de la investigación de la psicología cognitiva y evolutiva, y por otro, aplicarla en la didáctica de las ciencias para el desarrollo de las destrezas de la competencia científica, frecuentemente identificadas en la psicología cognitiva como destrezas de pensamiento crítico (Vázquez y Manassero, 2016, en prensa).

MARCO TEÓRICO

La alfabetización en CyT se ha convertido hoy en el objetivo básico empleado para describir una educación científica centrada en competencias (competencia científica) que permitan el pleno acceso de todos a la cultura en CyT, y que por supuesto debe superar el tradicional enfoque de «ciencia para científicos» por uno nuevo de «ciencia para todos, y muy especialmente para todas» (Millar, 2006).

La Naturaleza de Ciencia y Tecnología

La alfabetización en CyT se considera formada por dos componentes relacionados: los conocimientos «de» CyT (los tradicionales conceptos, hechos, principios y procesos de CyT), y los conocimientos

«acerca» de CyT como formas de conocimiento (como funcionan CyT para validar sus conocimientos o intervenir en la sociedad), donde se incluye la formación en valores éticos y ciudadanos que CyT pone en juego cuando sus productos, cognitivos y técnicos, interaccionan con la sociedad (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Este segundo componente de la alfabetización se ha denominado «naturaleza de la ciencia (NdC)», y con más propiedad «naturaleza del conocimiento científico» (Lederman, 2007). Además, dada la profunda imbricación actual entre CyT, los aspectos científicos y tecnológicos forman un continuo interrelacionado que permite ampliar el lema NdC como «naturaleza de ciencia y tecnología» (Nd-CyT). La NdCyT es un conjunto de complejos metaconocimientos, polifacéticos e interdisciplinares, evolutivos y cambiantes, acerca de las prácticas científicas y tecnológicas (funcionamiento, métodos, valores, comunidad científica, relaciones entre CyT y con la sociedad, etc.), que han ido surgiendo de las reflexiones realizadas por especialistas interdisciplinares (Vázquez y Manassero, 2012a, 2012b).

La enseñanza de NdCyT constituye una innovación pendiente en la educación científica, por una serie de dificultades generales. Para mejorarla, los enfoques más eficaces para enseñar NdCyT y evaluaciones recientes sugieren que los enfoques explícitos parecen producir mayores evidencias de eficacia que los implícitos (Deng, Chen, Tsai y Chai, 2011; García-Carmona, Vázquez y Manassero, 2011; Lederman, 2007). Además, la mayoría de especialistas sugieren la implementación de actividades de reflexión metacognitiva como segunda condición para conseguir eficacia en la enseñanza de NdCyT (Abd-el-Khalick y Akerson, 2009; Deng et al., 2011).

Educación y Juegos

La ludificación es una técnica de aprendizaje que aplica la dinámica del juego al ámbito educativo. El juego puede transformar aprendizajes áridos o aburridos en actividades interesantes y motivadoras.

El creciente interés por los juegos de aprendizaje se debe a la proliferación actual de juegos digitales (Gee, 2007); este autor propuso 36 principios para que el diseño de los juegos digitales sea eficaz para el aprendizaje.

Diversos estudios muestran que los juegos son eficaces para producir cambios conductuales, cognitivos y metacognitivos (McGonigal, 2011). Además, el metaanálisis de Hattie (2009) asigna a los juegos y vídeos interactivos un tamaño del efecto medio sobre el aprendizaje de 0,50 y 0,52, y concluye que los juegos pueden considerarse una intervención eficaz.

Li y Tsai (2013) analizaron 31 investigaciones empíricas basadas en juegos digitales de ciencias (2000-2011) donde ningún juego afrontaba el aprendizaje de temas de NdCyT (reto pendiente) y casi todas (27) se plantean el aprendizaje de conceptos científicos. Casi todas también sostuvieron que el atractivo de los juegos radica en la experiencia activa y entretenida, pero ninguna verificó esta hipótesis.

METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación ha consistido en la búsqueda de juegos apropiados para enseñar NdCyT.

El criterio principal para incluir un material de enseñanza sobre NdCyT es que afronte explícitamente alguno de los temas incluidos como consensos de NdCyT (Vázquez y Manassero, 2012a, 2012b). Cabe añadir que no han sido incluidos juegos con un enfoque de indagación, histórico, filosófico o sociológico y tampoco juegos basados en contenidos tradicionales, si no cumplen el criterio básico anterior (abordar explícitamente contenidos de NdCyT).

Se rastrearon autores especializados y se verificaron algunos que cumplían el anterior criterio de inclusión. No obstante, la selección presentada es corta, adaptada a las limitaciones de espacio.

RESULTADOS

Los juegos presentados no requieren el uso de soportes digitales; implican actividades para realizar en grupo cooperativo, aunque también pueden asignarse actividades individuales. La ventaja más importante es que los estudiantes no necesitan conocimientos previos para jugar e implicarse en sus actividades, y evitan un escollo importante para aprender NdCyT.

Los juegos se sistematizan en grupos. El primer grupo son rompecabezas (representado por un tangram); el segundo grupo presenta distintas aplicaciones de cubos (o dados); el tercer grupo engloba juegos de naipes o cartas, y finalmente el cuarto grupo son juegos de «caja negra», donde se trata de adivinar el contenido de una caja o un escenario mediante observaciones, hipótesis y argumentaciones.

La descripción completa de los juegos requiere figuras, gráficos y reglas para su desarrollo, que son elementos extensos para la limitación del espacio actual, de modo que se reservan los detalles para el congreso.

Juegos de Rompecabezas

Los juegos de rompecabezas (bloques o similares) desarrollan en los niños mejores habilidades de razonamiento espacial. El ejemplo es un tangram que plantea una situación de práctica científica casi auténtica, donde se reproducen las actividades de los científicos para construir el conocimiento (componer el tangram correctamente) y recomponerlo ante la aparición de nuevos datos (anomalías) que deben ser integrados en la composición anterior (el conocimiento científico anterior).

Juegos con Cubos

Los juegos con cubos ofrecen una introducción a los principales aspectos de las prácticas que realizan los científicos para validar conocimientos y afrontar las posibles anomalías. El objetivo es predecir el contenido de la cara oculta de un cubo basándose en las observaciones y regularidades identificadas en las otras caras visibles.

Los estudiantes trabajan en grupos pequeños para responder a: ¿qué hay en la cara oculta del cubo?; solo se admiten respuestas que van acompañadas de pruebas o evidencias. La ventaja principal de este juego es que pueden adaptarse a diversos niveles de dificultad.

Con ese objetivo, las actividades de los estudiantes consisten en descubrir y verificar las regularidades observadas mediante discusión grupal, solventar las objeciones y anomalías y realizar una predicción sobre el contenido de una cara oculta del cubo, comprobando que es compatible con lo observado.

Juegos de Naipes

Los juegos de cartas pretenden enseñar la lógica de las prácticas científicas para la validación del conocimiento: como si fueran científicos tratando de descubrir leyes, los jugadores tratan de descubrir las reglas (ocultas) del juego, basándose en las informaciones y pistas ofrecidas al avanzar el propio juego.

El director concibe una regla secreta tan simple o compleja como requiera el nivel de los estudiantes; el juego avanza a medida que se descubren cartas y la selección del director, hasta que gana el juego aquel alumno que descubre la la regla oculta (ley) en primer lugar, razonando su propuesta y respondiendo a las objeciones de los compañeros.

La mayor/menor facilidad de la regla inventada por el director oculta permite adaptarlos a todas las edades.

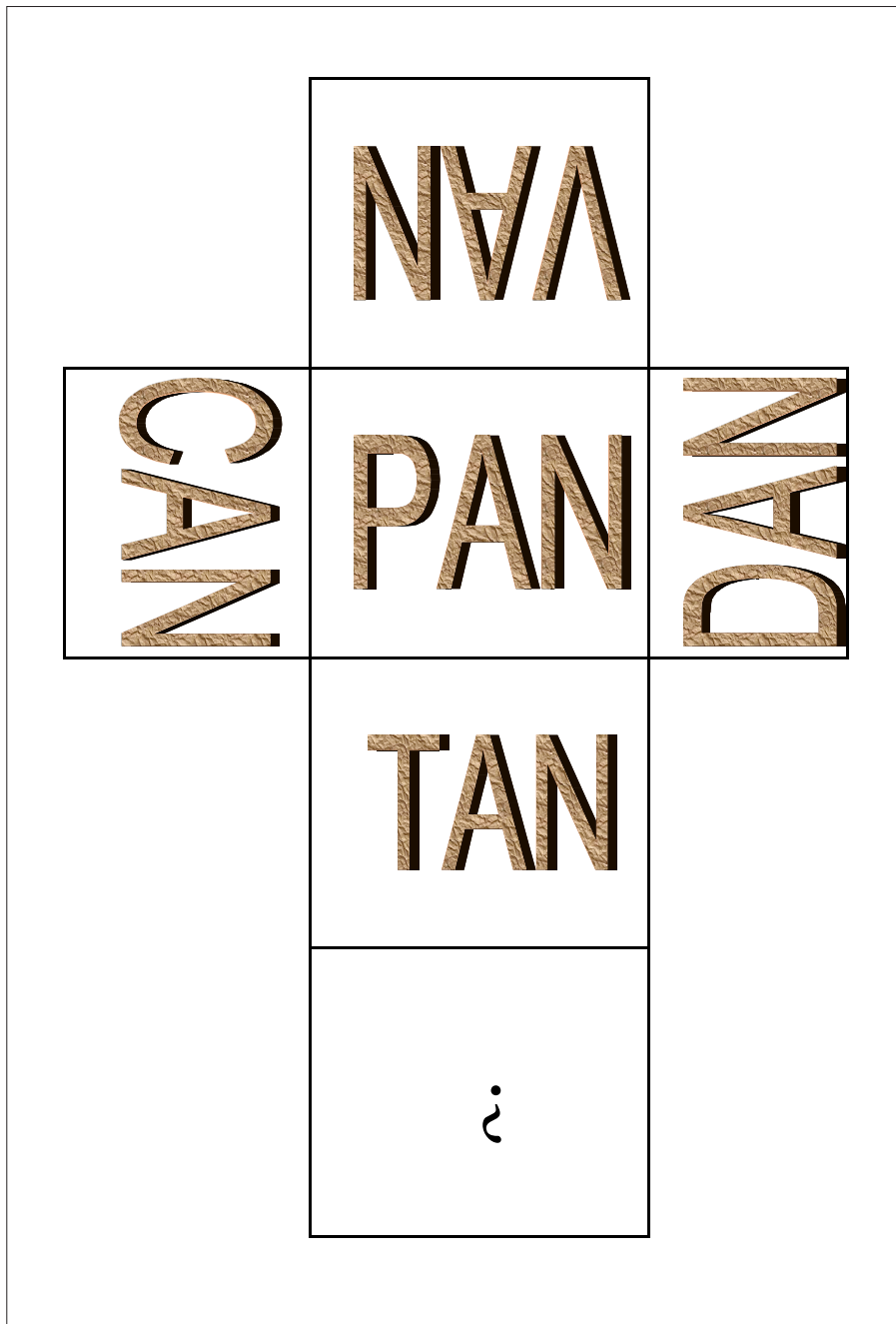


Fig. 3. Cubo complejo propuesto a los estudiantes para que respondan a la pregunta ¿qué debe haber en la cara que está en blanco? Fuente: elaboración propia.

Juegos de Caja Negra

Los juegos de caja negra utilizan típicamente una caja rígida, opaca y cerrada, que puede contener en su interior diversos objetos, así como particiones que reestructuran el espacio interno de la caja. Las cajas negras son una analogía de las prácticas científicas en la medida que los científicos investigan fenómenos son bastante «oscuros», solo pueden manipularse limitadamente. El objetivo es que los estudiantes predigan justificadamente sobre datos tantos detalles como puedan del contenido interno de la caja.

Los estudiantes manipulan las cajas (sin abrirlas) para descubrir su estructura interna y los objetos contenidos, experimentando las fuentes de incertidumbre inherentes a las prácticas científicas para la resolución de un problema, que incluso pueden requerir el uso de instrumentos de apoyo (p.e. balanzas o brújulas).

Situaciones y Escenarios

Son una variante de las cajas negras que plantean la enseñanza de NdCyT en situaciones más auténticas, pues retan a los estudiantes a construir la mejor explicación de la situación o escenario a la vista de los datos observables (abducción). Aquí solo se exponen dos ejemplos debido a la limitación de espacio. El primero (pistas misteriosas) ha sido utilizado para diferenciar observaciones de inferencias y validar ideas con pruebas.

El segundo introduce la cuestión de las limitaciones de la percepción humana para enfatizar el tema de la subjetividad y la carga teórica en la observación y la instrumentación tecnocientífica, para vencer las limitaciones de los sentidos.

En todos los juegos, los estudiantes deben hacer y registrar observaciones (datos), inferencias, emitir hipótesis y predicciones y confirmarlas y desarrollar modelos y teorías sobre las afirmaciones de conocimiento (diferenciando observaciones de inferencias). La incertidumbre y el desarrollo de diferentes procesos válidos y lógicos de argumentación basada en pruebas y evidencias se reduce por la cooperación de los estudiantes.

La experiencia del profesor debe adaptar la estructura y el contenido de cada juego a la edad de los estudiantes. Por ejemplo, un conjunto de 4 a 6 cajas iguales para cada aula es ideal para el trabajo en grupos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La originalidad de este estudio es presentar sistematizadamente diferentes ejemplos de juegos que pueden satisfacer múltiples adaptaciones para enseñar NdCyT en diversos niveles educativos sin necesidad de conocimientos previos y para ayudar al profesorado a conocer este material.

Como epílogo, parece adecuado recordar algunas pautas básicas que justifican el mejor uso de los juegos presentados:

1. concretar los contenidos de NdCyT que presentan,
2. desarrollar una enseñanza explícita y reflexiva,
3. animar al profesorado a la innovación de enseñar NdCyT (motivación, implicación),
4. adaptarse a cada nivel educativo y, en definitiva,
5. lograr la competencia (alfabetización) científica y tecnológica para todos en estos aspectos innovadores donde el profesorado se muestra remiso (Li y Tsai, 2013).

Un aspecto importante es que la enseñanza de NdCyT debe fomentar el carácter reflexivo que impregna los juegos, buscar, tomar decisiones, compartir, argumentar, discutir y comunicar sus propias respuestas (NGSS, 2013).

Los aspectos evolutivos de la enseñanza de la NdCyT son una cualidad muy relevante de los juegos, aspecto que no ha sido desarrollado por la investigación (Abd-el-Khalick, 2011).

Los juegos son analogías de la actividad científica, y como toda analogía es imperfecta y desfigura algo la NdCyT. Pero genera motivación y participación del o estudiantes y permite extrapolar y extraer los conocimientos principales que se pretenden lograr acerca de la NdCyT, superando la limitación principal debido a su naturaleza analógica.

Proyecto EDU2015-64642-R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. (2011). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34, 353–374.
- 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, 2161–2184.
- DENG, F., CHEN, D. T., TSAI, C. C. y CHAI, C. S. (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, 95, 961–999.
- GARCÍA-CARMONA, A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 28, 403–412.
- GEE, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Nueva York: Palgrave Macmillan.
- HATTIE, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Londres: Routledge.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Mahwah (Nueva Jersey): Lawrence Erlbaum Associates.
- LI, M. C. y TSAI, C. C. (2013). Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877–898.
- MCGONIGAL, J. (2011). *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Nueva York: Penguin.
- 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.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A. y MANASSERO, M. A. (2005). Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, 2. <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>

- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2007). La relevancia de la educación científica. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears.
- (2012*a*). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2–31.
 - (2012*b*). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 34–55.
 - (2016, en prensa). Contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología en los nuevos currículos básicos de educación secundaria. *Revista de Profesorado*.

