

ANÁLISIS DEL PAPEL COMUNICATIVO DE LA PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA EN EL AULA DE CIENCIAS DE SECUNDARIA. APLICACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE REACCIÓN ANTÍGENO - ANTICUERPO

Carme Grimalt-Álvaro, Roser Pintó Casulleras

Centre de Recerca per a la Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) – Universitat Autònoma de Barcelona

Jaume Ametller Leal

Universitat de Girona

RESUMEN: En este artículo se analiza el papel de la Pizarra Digital Interactiva (PDI) en la promoción de las prácticas científicas de *obtener, evaluar y comunicar información y desarrollar y usar modelos en el aula*. Para ello, se realizan observaciones de aula de 10 docentes de ciencias de secundaria y se analiza el uso de la PDI en base a tres dimensiones: (i) según la interactividad y la demanda cognitiva implicada; (ii) según la aproximación comunicativa y (iii) según el tipo de gestión de la información con el dispositivo. Si bien a nivel general la PDI se usa como un proyector simple sin aprovechar las capacidades del dispositivo, el análisis de las observaciones de aula permite destacar tres contribuciones de este dispositivo a la promoción de las prácticas científicas descritas. Las contribuciones se ejemplifican en el caso de modelización de las reacciones de aglutinación.

PALABRAS CLAVE: Pizarra Digital Interactiva; comunicación; educación secundaria; práctica científica; modelización;

OBJETIVOS: La Pizarra Digital Interactiva (PDI) es un soporte óptimo para la representación multi-modal de información que permite centrar la atención del alumnado y puede actuar como mediadora de las interacciones que ocurren en el aula (Mercer, Hennessy, & Warwick, 2010). No obstante, en la literatura relacionada con la PDI las referencias al contenido científico i el papel de las representaciones visuales mostradas es escaso, por lo que la posible contribución de la PDI a la promoción de la práctica científica sigue sin definirse.

Este estudio pretende: (i) aportar información sobre el uso de la PDI como herramienta mediadora de las interacciones entre alumnado y profesorado en la promoción de la práctica científica de obtener, evaluar y comunicar información y (ii) analizar su papel en la práctica científica de modelizar un fenómeno que ocurre a escala microscópica: las reacciones de aglutinación de los glóbulos rojos.

MARCO TEÓRICO

El estudio de cómo se genera y se transmite el conocimiento científico ha llevado a diversos autores a caracterizar la ciencia como un conjunto de prácticas científicas en las que se articulan simultáneamente habilidades y conocimiento. En particular, se definen ocho prácticas científicas (National Research Council, 2012). En esta propuesta centraremos la mirada en dos de ellas por las posibles contribuciones de la PDI a su promoción.

La práctica científica de obtener, evaluar y comunicar información

La ciencia utiliza un lenguaje específico que le permite representar información en diversos niveles o escalas (Johnstone, 1991) y que se transmite a través de varios modos de representación de la información (textos escritos, imágenes...) (Lemke, 1990). Aprender ciencia en el aula implica no sólo interpretar el significado de las diversas representaciones del conocimiento científico, sino que el alumnado sea capaz de usar el lenguaje de la ciencia (generar representaciones para comunicar resultados, argumentar sus interpretaciones, establecer consensos...) (Evagorou, Erduran, & Mäntylä, 2015; Lemke, 1990). La comunicación científica también está relacionada con la naturaleza social de la ciencia, la relación entre la comunidad científica y la sociedad en la interpretación, la aceptación y el avance de los modelos científicos (National Research Council, 2012).

Además, desde una perspectiva socio-constructivista, se debe fomentar la participación e interacción entre alumnos y profesores (Vygotsky, 1978). Estas interacciones podrán implicar diversos niveles de dificultad o demanda cognitiva, que comúnmente se clasifican entre *High Order Thinking Skills* (HOTS) y *Low Order Thinking Skills* (LOTS) (Zohar & Dori, 2003). Igualmente, la aproximación comunicativa de estas interacciones será dialógica cuando se tengan en cuenta toda la diversidad de puntos de vista existentes o bien autoritativa cuando la atención sólo se focaliza en un solo punto de vista (el del modelo aceptado) (Mortimer & Scott, 2003).

La práctica científica de desarrollar y usar modelos en el aula

Los científicos/as usan modelos para explicar fenómenos y realizar predicciones (Acher, Arcà, & Sanmartí, 2007). El proceso de desarrollo y uso de modelos, constituye una de las prácticas científicas descritas por la National Research Council (2012). En esta práctica las representaciones visuales adquieren un papel relevante para comunicar, discutir, consensuar y representar el modelo. Además, para algunos fenómenos (por ejemplo, la reacción de aglutinación de los glóbulos rojos) estas representaciones permiten modelizar elementos microscópicos (Gilbert, 2008) y construir representaciones dinámicas de procesos temporales. Desde esta perspectiva, herramientas como la PDI, pueden ser claves a la hora de promover esta práctica científica en el aula.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de investigación se realizaron observaciones de aula a 10 docentes de ciencias de secundaria durante un mínimo de 3 sesiones. Los docentes fueron seleccionados de manera intencionada para obtener una muestra representativa. Las observaciones de aula fueron grabadas en vídeo y se tomaron notas de campo para complementar el análisis posterior (Grimalt-Álvaro, 2016).

Los datos recogidos fueron analizados de manera cualitativa. En una primera etapa de análisis se seleccionaron aquellos episodios en los que la PDI se usaba en el aula para enseñar y aprender ciencias y se categorizaron en base a tres dimensiones con el programa Atlas.ti v.7:

1. Según la interactividad y la demanda cognitiva implicada en las interacciones entre el/la docente y el alumnado o entre el alumnado, definiéndose 3 categorías: Sin interacción, implicando demandas cognitivas de bajo nivel entre los participantes e implicando demandas cognitivas de nivel alto entre los participantes (Zohar & Dori, 2003).
2. Según la aproximación comunicativa en relación a el establecimiento de un consenso, definiéndose 2 categorías: dialógica o autoritativa (Mortimer & Scott, 2003).
3. Según el tipo de gestión de la información llevada a cabo con el dispositivo: para acceder o recuperar información (mostrar textos, imágenes, vídeos...) o para generar nueva información (escribir, arrastrar para generar un nuevo significado...).

En una segunda etapa se analizaron relaciones entre las categorías usadas. Estos procedimientos permitieron seleccionar episodios relevantes en el uso de la PDI y definir las contribuciones del dispositivo a la promoción de la práctica científica. Todos los procedimientos fueron pilotados previamente, así como también se llevaron a cabo diversas acciones para garantizar un correcto nivel de fiabilidad y validez de los resultados obtenidos, tal y como se describe en Grimalt-Álvaro (2016).

RESULTADOS

Los resultados de la primera etapa de análisis revelaron que la PDI se usaba habitualmente para mostrar conocimiento científico a través de materiales generados fuera del aula (por ejemplo, proyectar el contenido del libro de texto)¹ y que combinan diversos modos de representación de información estática. Además, en la mayoría de las situaciones² la PDI fue usada exclusivamente por el/la docente sin interactuar con el alumnado.

Se clasificaron los episodios en cuatro grupos según la demanda cognitiva implicada y el tipo de gestión de la información con la PDI (Tabla 1). Se observó que las demandas cognitivas implicadas son principalmente de nivel bajo, tal y como se describe más detalladamente en Grimalt-Álvaro (2016).

Tabla 1.
Episodios identificados en los que se usa la PDI como herramienta mediadora de las interacciones en el aula de los 10 docentes que participaron en el estudio

Acceder y/o recuperar información		Gestión de la información con la PDI	
		Generar información nueva	
Demandas cognitivas implicadas en las interacciones	Demandas de nivel bajo	67 fragmentos; 19% duración total (2h 24min)	32 fragmentos; 13% duración total (1h 35min)
	Demandas de nivel alto	50 fragmentos; 10% duración total (1h 14min)	20 fragmentos; 6% duración total (45min)

Este uso de la PDI coincide con resultados de estudios previos (Hammond, Reynolds, & Ingram, 2011 y Karsenti, 2016) including the nature of student teachers' use of ICT; variation in the use of ICT; support for, and constraints on, using ICT; attitudes to ICT and to teaching and learning more generally. It was found that nearly all teachers were receptive to using ICT more so than their in-service counterparts and made frequent use of it during their placement

1. 72% del tiempo total de los episodios seleccionados
2. 52% del tiempo total de los episodios seleccionados

(internship. Teniendo en cuenta que la promoción de la práctica científica en el aula implica no sólo la habilidad de leer y comprender los diversos modos de comunicación del conocimiento científico, sino producir información a través de los mismos (National Research Council, 2012), los resultados obtenidos de las observaciones muestran que las capacidades de la PDI para contribuir a la promoción de la práctica científica se aprovechan de manera limitada.

En la segunda etapa de análisis analizamos aquellos episodios en los que la PDI se usó como herramienta para *obtener, evaluar y comunicar información y desarrollar y usar modelos en el aula*. Estos episodios implican mayoritariamente demandas cognitivas de nivel alto y la generación de información en el aula. Las contribuciones de la PDI a la promoción prácticas científicas se presentan a partir de una situación de aula sobre las reacciones de aglutinación de los glóbulos rojos (4º curso de ESO).



Fig. 1. Representación del uso de la PDI para modelizar las reacciones de aglutinación

Durante la clase observada, la profesora plantea diversas situaciones al alumnado (p.ej. ¿Qué sucedería si se realizaran transfusiones de sangre a un individuo de grupo sanguíneo igual o diferente a los glóbulos rojos introducidos?). Para cada situación, la profesora invita a los y las estudiantes a salir a la PDI a representar las posibles reacciones de aglutinación que resultarían de cada situación. Para ello, el o la estudiante arrastra diversos elementos en la PDI que representaban glóbulos rojos y anticuerpos (Fig. 1), generando una representación dinámica y narrativa. A continuación, se discute la representación generada con el resto del grupo y se consensua y refina la representación.

A diferencia de la mayoría de situaciones observadas en el aula, este episodio se caracteriza por una participación activa del alumnado. Esta participación del alumnado, que implica mayoritariamente demandas cognitivas de nivel alto, realiza el papel del grupo cuando se establece un consenso en el uso de modelos en el aula, por lo que se encuentra más de acuerdo con los aspectos sociales de la práctica científica. Así, se identifican dos movimientos contrapuestos: un primer momento dialógico, en el que la docente abre la discusión e invita a salir a la PDI a los estudiantes, y un segundo momento en el que la docente, de manera progresivamente más autoritativa, cierra la discusión para generar una única representación consensuada. Este juego dialógico – autoritativo es característico del proceso de construcción de significado en el aula (Mortimer & Scott, 2003).

En este episodio la PDI se usa tanto como un espacio en el que se muestra información (se presenta la situación problema), como espacio en el que el propio alumnado produce información nueva (representa una reacción de aglutinación concreta). Cabe destacar también el uso de elementos visuales para

representar entidades a escala sub-microscópica, lo que puede facilitar la comprensión del fenómeno y la aplicación del modelo (Grimalt-Álvaro, 2016).

CONCLUSIONES:

El uso de la PDI como proyector y como herramienta de uso exclusivo del docente pone en entredicho su contribución en la promoción de la práctica científica de *obtener, evaluar y comunicar información* y de *desarrollar y usar modelos* a partir de las interacciones con y entre el alumnado. La facilidad con la que la PDI se adaptaría a las prácticas existentes del profesorado (Hennessy & London, 2013) justifica esta situación, aunque también revela una necesidad de formación adecuada para poder aprovechar las potencialidades que el dispositivo ofrece.

A pesar de esta situación generalizada, en el estudio se identifican episodios en los que los docentes participantes usan la PDI para promover estas dos prácticas científicas. Estos episodios se caracterizan por (i) una participación alta del alumnado en el discurso de aula, demandas cognitivas de nivel alto, un movimiento dialógico – dialéctico en la aproximación comunicativa, y el uso de la PDI como herramienta mediadora de estas interacciones; (ii) el uso de la PDI por parte del alumnado para generar representaciones visuales dentro del aula (confiriendo mayor validez al conocimiento generado, en contraposición al uso de representaciones generadas fuera del aula (Evagorou et al., 2015)); (iii) el uso de la PDI para generar representaciones visuales explicativas y dinámicas de un proceso que ocurre enteramente a escala microscópica (facilita la comprensión del fenómeno de estudio y la aplicación del modelo). Estas tres características muestran cómo la PDI no sólo la *comunicación de información*, sino el *desarrollo y aplicación de modelos* en el aula, puesto que la modelización está íntimamente relacionada con la representación del conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad del gobierno español (EDU2015-66643-C2-1-P) y por el grupo de investigación TIREC (2014 SGR 942)

BIBLIOGRAFÍA

- ACHER, A., ARCÀ, M., & SANMARTÍ, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91(3), 398–418. <http://doi.org/10.1002/sce>
- EVAGOROU, M., ERDURAN, S., & MÄNTYLÄ, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to “seeing” how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 11. <http://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- GILBERT, J. K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 3–24). Dordrecht: Springer Netherlands. http://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_1
- GRIMALT-ÁLVARO, C. (2016). *La tecnologia a les classes de ciències de secundària: anàlisi dels processos de canvi en el professorat*. Universitat Autònoma de Barcelona. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/367210>

- HAMMOND, M., REYNOLDS, L., & INGRAM, J. (2011). How and why do student teachers use ICT? *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(3), 191–203.
<http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00389.x>
- HENNESSY, S., & LONDON, L. (2013). Learning from International Experiences with Interactive Whiteboards: The role of professional development in integrating the technology. *OECD Education Working Papers*, (89), 33.
- JOHNSTONE, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
<http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- KARSENTI, B. T. (2016). *The interactive whiteboard (IWB): Uses, benefits, and challenges. A survey of 11,683 students and 1,131 teachers*. Montreal: CRIFPE.
- LEMKE, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*.
<http://doi.org/citeulike-article-id:748226>
- MERCER, N., HENNESSY, S., & WARWICK, P. (2010). Using interactive whiteboards to orchestrate classroom dialogue. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 195–209.
<http://doi.org/10.1080/1475939X.2010.491230>
- MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill International. Retrieved from http://books.google.co.uk/books?id=rGbSl-kg6soC&printsec=frontcover&hl=ca&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. (Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education., Ed.). Washington, DC: The National Academies Press.
- VYGOTSKY, L. S. (1978). Interaction between learning and development. In *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (pp. 79–91). Cambridge: Harvard University Press.
[http://doi.org/10.1016/S0006-3495\(96\)79572-3](http://doi.org/10.1016/S0006-3495(96)79572-3)
- ZOHAR, A., & DORI, Y. J. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181.