

USO DE RECURSOS HIPERMEDIALES PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

Laura del Río¹; Néstor Búcarí²; Cecilia Sanz³

¹ IMApEC. Dto. de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería. UNLP.

² Dto. de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería. UNLP.

³ Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática. UNLP.

laura.delrio@ing.unlp.edu.ar

Resumen

La utilización de materiales hipermediales en educación es objeto de múltiples investigaciones, debido a su potencial para mejorar el aprendizaje. Este artículo presenta una revisión de las investigaciones publicadas sobre esta temática entre 2009 y 2016. Los trabajos revisados se analizan desde tres perspectivas: qué tipo de materiales hipermediales son utilizados para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática; qué metodologías se emplean para evidenciar si existen mejoras en el aprendizaje; y qué marcos teóricos son abordados para fundamentar estos estudios. Se obtienen algunas conclusiones potencialmente útiles para la investigación en estas temáticas. Entre ellas, se destaca un consenso en las posibilidades que los entornos digitales ofrecen para la visualización y la interpretación gráfica en Matemática. Asimismo se observa la necesidad de profundizar en los marcos teóricos que fundamenten la inclusión de materiales hipermediales, considerando las diferentes disciplinas intervinientes de manera tal de lograr un mayor diálogo entre ellas.

Palabras clave: Enseñanza de la Matemática, Hipermedia, TIC, Educación.

Abstract

The use of hypermedia materials in education is object of multiple research studies, due to its potential to improve learning. This article is a review of the research in this area published between 2009 and 2016. These reviewed works are analyzed from three points of view: what kind of hypermedia materials is used for teaching and learning of Mathematics; what methodologies are usually applied in this field to demonstrate learning improvement; and in what theoretical frameworks these studies are based on. Some conclusions potentially useful for research in these subjects are obtained. Among them, it is observed a consensus on the possibilities that digital environments offer for visualization and graphics manipulation in Mathematics. Also, it is perceived the need to deepen the theoretical frameworks that help in the analysis of the inclusion of hypermedia materials, considering the different disciplines involved.

1. Introducción

La palabra *hipermedia* surge de la contracción entre las palabras *hipertexto* y *multimedia*. Un hipertexto es un “una colección de textos simples a través de los cuales es posible “navegar”, es decir explorar datos e información” (Ariza & Andrada, 2008) o bien una estructura que organiza la información en forma “multisecuencia” (Lamarca, 2006). Lamarca (2006) define hipermedia como “una red hipertextual que incluye no sólo texto, sino también: imágenes, audio, vídeo, etc. (multimedia)”.

Múltiples autores señalan las posibilidades que abren los sistemas hipermediales para la

enseñanza y el aprendizaje, pero también advierten sobre los aspectos que deben cuidarse para poder aprovechar su potencial y sobre algunos riesgos que se corren, principalmente la posibilidad de caer en el denominado *utopismo tecnológico* (Area, 2011).

Este trabajo se propone relevar el estado de las investigaciones en un campo en el que se han de cruzar la Tecnología Educativa y la Didáctica de la Matemática. El mismo se enmarca en una investigación que se está desarrollando para una tesis de maestría en relación al uso de Materiales Didácticos Hipermediales para la enseñanza de la Matemática.

2. Metodología

Se realiza una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de Kitchenham (2004): se definen preguntas para guiar la búsqueda bibliográfica, se establecen criterios de inclusión y exclusión de trabajos, y se seleccionan las fuentes en base a criterios de calidad.

Se consultaron revistas especializadas en Enseñanza de la Matemática y en Usos educativos de las TIC, actas de congresos, motores especializados y librerías digitales. Se seleccionaron trabajos en español, portugués e inglés publicados en el período 2009-2016.

En una primera selección, se consideraron todos aquellos artículos que refirieran al uso de las TIC para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Se encontró que los autores utilizan terminologías diversas, en función de los conceptos y enfoques involucrados en sus investigaciones, para denominar los materiales educativos desarrollados: Recursos Educativos Abiertos, Objetos de Aprendizaje, Materiales Hipermediales, Libros Digitales, etc. Más allá de la terminología, el interés de esta investigación se centra en los materiales que reúnan algunas de las características de hipermedia: navegabilidad, interactividad, convergencia de distintos medios y lenguajes. En función de este interés, se realizó un recorte siguiendo los siguientes criterios:

- Se descartaron investigaciones en relación a materiales destinados a niveles educativos lejanos al que interesa en esta investigación, conservando los dirigidos al nivel secundario y a los primeros años del universitario.
- Se descartaron las investigaciones relacionadas con propuestas de actividades aisladas para realizar utilizando *software* matemático, ya que la preocupación se centra más en la producción de materiales.
- Se descartaron los trabajos que dan cuenta del uso de aulas virtuales y se refieren a la utilización de foros y/o evaluaciones *on line*, pero no dan cuenta de materiales diseñados específicamente para trabajar en el entorno digital.

Luego de la aplicación de estos criterios se conservaron finalmente 33 trabajos.

Para orientar el análisis y la clasificación del material encontrado, se efectuaron las siguientes preguntas a responder frente a cada una de las investigaciones consultadas:

- 1) ¿Qué usos se proponen para los materiales desarrollados? ¿Qué recursos hipermedia aprovechan? ¿Con qué objetivos los incorporan?
- 2) ¿Cuáles son los indicadores de logro definidos por los investigadores para analizar en qué medida se alcanzaron los objetivos? ¿Cuáles son las metodologías de investigación más relevantes en el área de investigación definida?

- 3) ¿Qué marcos teóricos de la Didáctica de la Matemática y/o de la Tecnología Educativa dan sustento a la propuesta? ¿Existe un diálogo entre estas disciplinas en el contexto de estas investigaciones?

En las secciones siguientes se presentan las respuestas abordadas a partir del análisis del relevamiento bibliográfico realizado.

3. Recursos hipermedia que son aprovechados para la enseñanza de la Matemática.

En primer lugar se analiza qué tipo de recursos digitales son valorados por los docentes-investigadores que se ocupan de la enseñanza de la Matemática.

3.1 Recursos hipermedia para favorecer la visualización

La mayoría de los trabajos analizados versan sobre el diseño de alguna aplicación o material de estudio digital, con el objetivo de **favorecer la visualización gráfica** de los conceptos y la **exploración dinámica**, aprovechando la interactividad que proporciona el medio digital (Gonzalez, Medina, Vilanova, & Astiz, 2011; Morales, Herrera, Fennema, 2014; Pastorelli, Casco, Bertiozzi, & Ramirez, 2014, entre otros). La mayoría de los autores aprovecha los *applets* como recurso interactivo, así como también la **animación**.

Otros autores utilizan las tecnologías hipermedia para mejorar, en algún aspecto, sus presentaciones magistrales, también preocupados por promover la visualización, pero sin aprovechar la interactividad que ofrecen los recursos digitales. Por ejemplo Schivo, Sgreccia, y Caligaris (2009) proponen la utilización de *applets* para presentar en clases teóricas, de manera de ilustrar en forma dinámica y animada el contenido de las mismas.

3.2 Simuladores

Algunos de los autores consultados recurren al uso de simuladores para abordar las problemáticas de enseñanza y/o aprendizaje identificadas. Por ejemplo, para que los usuarios propongan modelos matemáticos para el funcionamiento de un sistema y observan el comportamiento del mismo regulado por el mismo y así ver si se ajusta a la realidad.

En el caso de Aveleyra, Dadamia, y Racero (2014) se utilizan para simular movimientos de partículas en el plano y en el espacio: “Se sigue observando, en coincidencia con investigaciones anteriores, cómo el uso de los *applets* brinda la oportunidad de plantear situaciones problemáticas abiertas no muy frecuentes en el aula presencial”.

Pirro et al. (2012) utilizan simulaciones de curvas mecánicas, como la cicloide, con una finalidad similar. El alumno selecciona valores y parámetros iniciales y luego los modifica para observar el efecto en la simulación.

También se incluyen simuladores para que los alumnos modelicen una situación real a partir de su simulación. Por ejemplo Insunza, Alonso Gastélum, y Alvarez (2009), diseñan un *software* que simula fenómenos aleatorios discretos para que los usuarios establezcan relaciones entre resultados empíricos y teóricos. Esto les permite implementar el enfoque frecuencial ya que “realizar los experimentos en forma manual requiere de mucho tiempo, por la gran cantidad de repeticiones de un experimento que hay que realizar”.

3.3 Otros recursos y usos

Minoritariamente, se encuentran autores que utilizan juegos como elemento para motivar a los estudiantes (Morales et al., 2014; Pantoja, López, Ortega, & Hernández, 2014, entre otros). En algunos casos se utilizan videos, en general para la implementación de la metodología de *clase invertida*, es decir, se ofrece la clase teórica en formato de video a fin de abordar en la clase presencial otro tipo de tareas, como la resolución de problemas, consulta de dudas de los alumnos, etc. (Pantoja et al., 2014; Sorando, 2012).

Algunos autores proponen el uso de hipermedia para mostrar paso a paso procedimientos matemáticos. Almaguel, Alvarez, Pernía, Mota, y Coello (2016) sostienen que los estudiantes “necesitan herramientas que le permitan comprender y visualizar todo el proceso para desarrollar habilidades en el trabajo con matrices”, y no programas que realicen cálculos y muestren sólo el resultado. Barrena, Falcón, Ramírez, y Ríos (2011) utilizan el *software* GeoGebra para crear presentaciones que muestren paso a paso la solución de un problema.

4. Metodologías utilizadas para dar cuenta del alcance de los objetivos propuestos

La segunda pregunta planteada frente a las investigaciones seleccionadas se relaciona con las metodologías empleadas en este campo para evaluar el impacto de las estrategias.

En cuanto a los objetivos que se proponen, podemos separar en dos grandes grupos: aquellos que se proponen una mejora en la comprensión de conceptos por parte de los alumnos y/o el desarrollo de competencias, y aquellos que se proponen alcanzar objetivos de carácter actitudinal, como “motivar” o “incentivar” a los alumnos, hacer el proceso de aprendizaje “más fácil”, o incluso “más divertido”.

Para analizar si existen mejoras en el aprendizaje, en general se recurre a diseños de investigación que **comparan los rendimientos académicos** de distintas cohortes de alumnos: entre cohortes de distintos años (antes y después de utilizar el recurso digital en análisis); o bien entre grupos que cursan simultáneamente, unos trabajando con el recurso o material educativo y otros, sin él. En algunos trabajos se analizan las **producciones de los alumnos** y/o se realizan **entrevistas** en busca de evidencias de aprendizaje.

Otros autores evalúan **los conocimientos de los alumnos antes y después** del trabajo con cierto material didáctico y analizan cuántos alumnos lograron aprendizajes, sin comparar con otros grupos, aplicando la técnica de pre-test y post-test.

En algunos casos, se propone la **evaluación** del material diseñado **por pares docentes** y/o por **expertos** en distintas áreas.

Por otro lado, para evidenciar mejoras actitudinales, es de uso extendido la **encuesta** a los alumnos acerca de su grado de **satisfacción con respecto al uso del material**, aunque también se han encontrado trabajos en los cuales se analiza si aumentó el **presentismo** en clase o la **participación de los alumnos** como indicadores de mejoras actitudinales.

Algunos autores analizan tanto las mejoras en el aprendizaje como las actitudinales.

Finalmente, existen trabajos que no especifican cómo planean medir el grado de alcance de los objetivos planteados, sino que se trata de propuestas didácticas fundamentadas en algún marco teórico.

4. Marcos teóricos sobre los cuales se fundamentan las propuestas analizadas

Por último, se consideró importante conocer cuáles son los referentes teóricos en los que estos investigadores encuadran sus trabajos.

Se encontró que algunos autores sustentan sus propuestas en las ideas de teóricos que se ocupan de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, sin hacer hincapié especial en el uso de tecnologías digitales, principalmente tomando las teorías de Duval (2006), Zimmermann y Cunningham (1991), lo cual se condice con la preocupación mencionada anteriormente por la visualización, la interpretación gráfica y la articulación de diversos registros de representación.

Otros toman como referencia autores reconocidos en el área de Tecnología Educativa que se ocupan de la enseñanza y el aprendizaje de un modo general, sin tener en cuenta la especificidad de los saberes en juego.

En algunos casos, se encuentran referencias a autores que intentan establecer un marco teórico que considere aportes de ambas disciplinas, como Hitt (1997) o Waldegg (2002). Un último grupo, no hace referencia a marco teórico alguno, aunque implícitamente deja entrever cuáles son sus concepciones acerca de la enseñanza y del aprendizaje.

5. Conclusiones

Existe consenso entre los autores consultados en torno a la importancia de la visualización y la interpretación gráfica en Matemática, y se reconoce al entorno digital como un espacio que favorece estas actividades.

Con respecto a los marcos teóricos que sustentan las propuestas, se pudo observar que muchos de los investigadores recurren a referentes de la Didáctica de la Matemática, mientras que otros se basan en constructos teóricos propios de la Tecnología Educativa, pero pocos buscan una integración y un diálogo entre ambas disciplinas, poniendo de manifiesto sus puntos de convergencia y sus tensiones. También se han encontrado múltiples trabajos en los cuales no se explicita la adhesión a un determinado marco teórico. Es en estos trabajos donde más se puede apreciar la vigencia de las modalidades tradicionales de la enseñanza, a pesar de la voluntad de incorporar TIC como innovación, dado el rol pasivo atribuido al alumno en el proceso de aprendizaje.

En cuanto a los indicadores de logro definidos por los investigadores para evaluar el impacto del uso de Materiales Hipermediales, la mayoría recurre a la encuesta y la entrevista para analizar el nivel de aceptación de los estudiantes hacia el recurso. También existen varios trabajos que analizan el rendimiento de los alumnos en los exámenes. En menor medida se han encontrado análisis del tipo de actividad que desarrollan los estudiantes al interactuar con el material. Mayoritariamente se reportan resultados alentadores, tanto para el aprendizaje como para la motivación de los estudiantes.

En virtud de todo lo antedicho, se considera de gran interés el desarrollo de trabajos de investigación que apunten a construir un marco teórico que sustente el diseño y uso de Materiales Hipermediales, que tenga en cuenta la especificidad de la Matemática como objeto de enseñanza y de aprendizaje, ya que, según lo expresa (Godino, 2010) “Los fenómenos del aprendizaje y de la enseñanza se refieren a conocimientos particulares y posiblemente la explicación y predicción de estos fenómenos depende de la especificidad de los conocimientos enseñados, además de factores psicopedagógicos, sociales y culturales”. También se considera valioso el desarrollo de un marco metodológico que permita analizar el impacto de estos materiales en las aulas.

6. Referencias

- Almaguel, A., Alvarez, D., Pernía, L., Mota, G., & Coello, C. (2016). Software educativo para el trabajo con matrices. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 16(2).
- Area, M. (2011). Los efectos del modelo 1:1 en el cambio educativo en las escuelas. Evidencias y desafíos para las políticas iberoamericanas. *RIE*, 56, 49-74.
- Ariza, C. A., & Andrada, O. A. (2008). El hipertexto educativo: una herramienta para la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje a distancia. En *Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia*.
- Aveleyra, E., Dadamia, D., & Racero, D. (2014). Una propuesta de aprendizaje universitario con TIC para recursantes. *Revista Iberoamericana TE&ET*, 13, 36-42.
- Barrena, E., Falcón, R. M., Ramírez, R., & Ríos, R. (2011). Presentación y resolución dinámica de problemas mediante GeoGebra *Unión*, 25, 161-174.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación semiótica. *La gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168.
- Godino, J. (2010). *Perspectiva de la didáctica de las matemáticas como disciplina tecnocientífica*. Recuperado el 28/04/16 de <http://www.ugr.es/local/jgodino>
- Gonzalez, J., Medina, P., Vilanova, S., & Astiz, M. (2011). Un aporte para trabajar sucesiones numéricas con Geogebra. *Revista de Educación Matemática*.
- Hitt, F. (1997). Sistemas semióticos de representación. *Avance y Perspectiva*, 16, 191-196.
- Insunza, S., Alonso, D., & Alvarez, A. (2009). Desarrollo de software para el aprendizaje y razonamiento probabilístico: El caso de SIMULAPROB. *Unión*, 18, 135-149.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University.
- Lamarca, M. J. (2006). *Hipertexto: el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Morales, M., Herrera, S., Fennema, C., & Goñi, J. (2014). Estrategias de m-learning para la enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería. *II CADI*.
- Pantoja, R., López, A., Ortega, M. I., & Hernández, J. C. (2014). Diseño instruccional para el aprendizaje del concepto de límite: Un estudio de caso en el ITCG, la UJED, la UASLP y la UAN *Unión*, 37, 91-110.
- Pastorelli, S., Casco, E., Bertiossi, V., & Ramirez, S. (2014). Una Experiencia en el Aula de Matemática Aplicando Tecnologías Emergentes. *II CADI*.
- Pirro, A. L., Fernández, M. E., Daher, N., Quercia, M. C., Barbano, R., & Moro, L. (2012). La simulación y visualización de curvas paramétricas. Una mirada pedagógica en el diseño de material multimedial. *CADI*.
- Schivo, M. E., Sgreccia, N., & Caligaris, M. (2009). Recursos didácticos en análisis matemático I: Su vinculación con la visualización dinámica y el interés en el aprendizaje de los futuros ingenieros. El caso de la FRSN-UTN. *I CIECyM*, Tandil.
- Sorando, J. M. (2012). Blog de aula: la clase sigue en casa. *Unión*, 31, 139-151.
- Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1).
- Zimmermann, W., & Cunningham, S. (1991). *Visualization in teaching and learning mathematics*: JSTOR.