



Nota breve

Los resultados de la evaluación de la eficacia de un libro electrónico de cálculo integral

Jovana Jezdimirovic, Daniel Ruiz Aguilera, Margarita Mas Grimalt
Universitat de les Illes Balears

Un número creciente de autores como Rasslan y Tall [3] afirman que la mayoría de los estudiantes, incluso aquellos que están por encima de la media, no es capaz de escribir coherentemente sobre la definición de la integral definida, lo que demuestra la necesidad de enseñanza adicional en este área. El uso efectivo del *software* educativo ofrece oportunidades y desafíos para llamar la atención del estudiante hacia el aprendizaje y desarrollo de competencias que son cruciales para su éxito personal y profesional [2]. Por otra parte, un cambio de paradigma de lo tradicional a un enfoque didáctico basado en la web requiere un cuidadoso replanteamiento de los diseños de módulos existentes y su enseñanza [2], sobre todo porque la mayoría de los profesores experimentan estrés cuando se utiliza la tecnología [1]. Por las razones mencionadas, hemos diseñado un libro electrónico interactivo sobre cálculo integral. Nuestro objetivo era lograr así para superar la ansiedad de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, las ideas erróneas, la generalmente denunciada falta de habilidad en la aplicación de los conocimientos y conceptos y, simultáneamente, ayudar a los maestros a ilustrar fácilmente sus clases sin requerir demasiado tiempo y esfuerzo. Una muestra del libro se muestra en la figura 1.

La efectividad del libro electrónico se evaluó en un estudio controlado que investigó las preguntas que podrían ser de interés para todos los involucrados en la instrucción de cálculo integral: si ayuda a los estudiantes a aprender más conceptos y aplicaciones y si mejora sus habilidades de cálculo.

Los datos fueron recogidos durante el primer cuatrimestre. Los estudiantes fueron divididos en un grupo control de 23 estudiantes con especialización en ingeniería informática y un grupo experimental de 67 estudiantes de ingeniería electrónica industrial. El grupo de control utilizó los métodos tradicionales en la enseñanza del cálculo de integración mientras que el grupo experimental utilizó el libro electrónico como material complementario. Con el fin de conocer y fomentar estilos de

aprendizaje individuales y lograr una comprensión y retención del conocimiento en los estudiantes más profunda, el material electrónico diseñado se centra en el uso de métodos de visualización interactiva mediante la integración de herramientas educativas modernas en la enseñanza tradicional. Además, se consideró la mejora de los materiales de aprendizaje y se hizo hincapié en la interacción con los conceptos matemáticos que se presentan, así como su aplicación en las ciencias y en la vida cotidiana. Se utilizó el *software* para geometría dinámica GeoGebra para crear animaciones interactivas que permiten a los estudiantes cambiar las variables, ejes, puntos, funciones, controles deslizantes, etc., como se muestra en la figura 1. La idea fundamental del libro electrónico es dejar que los estudiantes aprendan con la práctica, mejoren sus habilidades para el cálculo y puedan estimar sus conocimientos mediante la realización de tareas y la verificación de sus respuestas. Como el libro electrónico está disponible al público (<http://www.tinyurl.com/integrales>) puede utilizarse libremente como material adicional para el aprendizaje y enseñanza fuera del aula.

El examen de prueba no fue idéntico para ambos grupos: para el grupo experimental se utilizó un examen en línea mediante un cuestionario de Moodle (tiempo estimado de hasta 45 minutos para las 11 preguntas) y el grupo de control fue examinado con lápiz y papel (tiempo estimado hasta 30 minutos para 8 preguntas). La diferencia en el número de preguntas y el tiempo fue debido a la evaluación de los contenidos especiales del libro a la que sólo tuvieron acceso los del grupo experimental. Los estudiantes respondieron a preguntas de comprensión de conceptos básicos como sumas superior e inferior, integral y área, que conectan la representación visual del problema integral con soluciones numéricas, aplicando sus conocimientos de las aplicaciones de las integrales en otras ciencias, la solución de problemas de la física mediante el uso de las integrales, etc. Los tipos de preguntas utilizadas

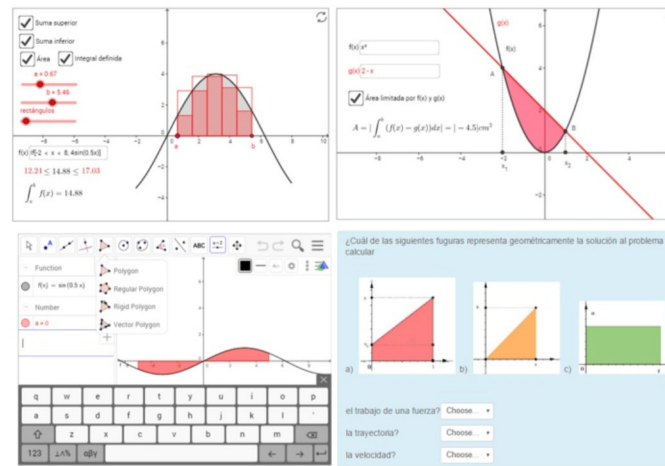


Figura 1: Sinopsis del libro electrónico interactivo

en la prueba a través de Moodle fueron diferentes: cálculo, elección múltiple, verdadero/falso, arrastrar y soltar y preguntas de desarrollo.

En cuanto a las diferencias que se han observado entre las evaluaciones de los estudiantes de los distintos grupos, el análisis de los conceptos aprendidos produjo un efecto principal significativo [$n = 90, t = 3,4155, p = 0,00048$]. En otras palabras, los estudiantes del grupo de control sin visualizaciones interactivas aprendieron un número considerablemente menor de conceptos que los del grupo experimental. Además, también hay diferencias estadísticamente significativas en el promedio de puntos totales [$n = 90, t = 6,3467, p < 0,00001$] así como en la puntuación media en habilidades de cálculo [$n = 90, t = 5,2215, p < 0,00001$]. Estos resultados señalan que la visualización interactiva puede ayudar a los estudiantes a aprender más conceptos y aplicaciones; mejorar sus habilidades de cálculo y obtener mejores resultados en general, lo cual es crucial para los ingenieros y estudiantes de carreras afines. Al mismo tiempo, la evaluación de la eficacia del libro electrónico en la comprensión de las integrales muestra que los estudiantes del grupo experimental no han experimentado conceptos erróneos acerca de la conexión entre la derivación y el proceso de integración y, además, todos saben, al menos, uno de los usos de las integrales, a diferencia de los estudiantes del grupo de control. Lo que también ha conseguido el concepto de libro electrónico es un cambio del simple conocimiento sobre el uso de integrales sólo para cálculo de áreas (que la mayoría de los estudiantes en el grupo control fue capaz de recordar) a la determinación de aplicaciones del cálculo de integración en las matemáticas, la física e incluso otras ciencias (demostrado por la gran mayoría de los estudiantes del grupo experimental).

Teniendo en cuenta los efectos positivos producidos por el libro electrónico en los estudiantes, futuros estudios deberían repetir el estudio para encontrar las respuestas a las preguntas de si este tipo de visualización mejora la velocidad de aprendizaje, si sus beneficios varían para estudiantes con diferente

preparación, si afecta a la motivación, a la retención, el auto-aprendizaje, etc.

Referencias

- [1] Mohammed Al-Fudail y Harvey Mellor. *Investigating teacher stress when using technology*. Computers and Education, vol. 51, núm. 3, pp. 1103–1110. Noviembre de 2008
- [2] Claudia Megelea. *eABLE: embedding social media in academic curriculum as a learning and assessment strategy to enhance students learning and e-professionalism*. Innovations in Education and Teaching International, vol. 52, núm. 4. pp. 414–425. 2015.
- [3] Shaker Rasslan y David Tall. *Definitions and images for the definite integral concept*. En Actas del PME Conference. 2002.
- [4] Christopher D. Hundhausen, Sarah A. Douglas y John T. Stasko, J.T.. *A meta-study of algorithm visualization effectiveness*. Journal of Visual Languages & Computing, vol. 13, núm. 3, pp. 259–290. Junio de 2002
- [5] Amruth N. Kumar. *The Effectiveness of Visualization for Learning Expression Evaluation*. En actas del 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE 2015, pp. 362–367. Kansas City, USA. Marzo de 2015.



© 2016 J. Jezdimirovic, D. Ruiz, M. Mas. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales y no se haga un uso comercial.