

RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA STEM BASADOS EN GEOGEBRA: UNA METODOLOGÍA PARA SU ADAPTACIÓN A DISPOSITIVOS MÓVILES

Bayés, Agustina; Del Río, Laura S.; Costa, Viviana A.; Manceñido, Mónica E.

UIDET IMApEC - Departamento de Ciencias Básicas - Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata. Calle 49 y 115, 1º piso, La Plata (1900)
Correo electrónico: laura.delrio@ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La importancia del uso de las tecnologías educativas ha sido estudiada ampliamente en el ámbito académico. El objetivo de utilizar estos recursos en las aulas es contribuir con el mejoramiento del proceso de aprendizaje ofreciéndole al alumno un entorno para la exploración, la experimentación y la creatividad que favorezca la comprensión y apropiación de los conceptos y significados de los objetos matemáticos de estudio a partir de la visualización gráfica [1]–[3]. Aunque es sabido también que la sola incorporación de estas tecnologías en el proceso educativo no garantiza las mejoras esperadas, sino que debe acompañarse con reformas profundas en las estrategias de enseñanza.

En el proyecto en el que se enmarca este trabajo, se propone como línea de investigación la articulación entre distintas ciencias, para lograr un mejor aprendizaje y se plantea ahondar, desarrollar, generar, implementar y evaluar en el tiempo, las actividades de articulación y nuevas instancias que surjan de las diversas estrategias didácticas y metodológicas de enseñanza. Sumado a esto, se recomienda integrar contenidos y disciplinas, de acuerdo con la nueva corriente que se ha gestado en la Comunidad Europea y en Estados Unidos, denominada STEM (acrónimo en inglés de *science, technology, engineering* y *mathematics*). La articulación entre las distintas asignaturas puede lograrse de diversas maneras. Una de ellas es la creación de recursos educativos transversales a las mismas. En este contexto, se comenzó a pensar en el diseño de materiales que puedan ser utilizados, en principio, en asignaturas de matemática y de física y que puedan acompañar el recorrido de los alumnos a través de estas. De acuerdo con Kelley y Knowles [4] “los estudiantes se sienten desinteresados en ciencia y matemática cuando las aprenden de manera aislada perdiendo las conexiones entre los conceptos transversales y las aplicaciones en el mundo real” y además sostienen que “los estudiantes no utilizan naturalmente su conocimiento disciplinar en contextos integrados, necesitan ayuda para conectar esas ideas de manera productiva”.

Los recursos educativos digitales han mostrado tener un gran potencial para la enseñanza de las ciencias y se considera que pueden aportar en forma positiva a la articulación entre las distintas materias. Sin embargo, en nuestra unidad académica las aulas ya no cuentan con computadoras y el hecho de tener que movilizar dispositivos tipo *laptops* repercute negativamente en las experiencias áulicas realizadas [5].

El Aprendizaje móvil o *mobile learning* es un tipo de aprendizaje que se lleva a cabo a través de dispositivos portátiles satisfaciendo las necesidades del usuario en cuestión de segundos, en términos de acceso a datos cambiantes y comunicación con otros sin apegarse a nada y en cualquier lugar [6].

Entre las ventajas que enumeran diversos autores podemos destacar: facilidad de transportar a cualquier lugar, conectividad independiente del lugar de ubicación, inmediatez y rol activo por parte de los alumnos. Entre las desventajas, que hay que tener en cuenta a la hora de la creación o adaptación de recursos, se pueden mencionar: el limitado tamaño de la pantalla que dificulta la correcta visualización; la parte lúdica de estos dispositivos que puede llevar a la distracción por parte de los alumnos; la diversidad de modelos que existen en el mercado y su evolución, lo que implica tener que actualizar constantemente los recursos; y por último la capacidad de memoria limitada.

En las secciones subsiguientes se desarrolla, en primer lugar, el marco teórico que da sustento al trabajo y la metodología desarrollada para la creación y adaptación de recursos educativos digitales para su correcto funcionamiento en dispositivos móviles. Como resultados, se presentan algunos de los recursos adaptados siguiendo dicha metodología. Por último, se elaboran las conclusiones y se comentan los trabajos a futuro.

Marco teórico

Para el diseño de los recursos, se siguieron los lineamientos propuestos en la Teoría del Aprendizaje Multimedia de Mayer. De acuerdo con lo definido por este autor “el aprendizaje multimedia ocurre cuando los estudiantes construyen representaciones mentales a partir de palabras e imágenes que le son presentadas (por ejemplo, texto impreso e ilustraciones o narración y animación)” [7].

Este autor enumera algunos principios para tener en cuenta al momento de diseñar los recursos, aunque aclara que no deben tomarse como normas, si no como orientadores. Entre ellos podemos destacar: a) es recomendable no utilizar objetos meramente decorativos que lleven a la distracción del estudiante; b) resulta conveniente presentar a imágenes y textos relacionados de forma simultánea en lugar de sucesiva; c) es preferible que se emplee un lenguaje coloquial en vez de uno formal; entre otros.

Uno de los recursos digitales más utilizado por docentes y alumnos de ciencias de todo el mundo, es el *software* libre GeoGebra (www.geogebra.org). Es un programa que ofrece múltiples herramientas para la enseñanza y el aprendizaje tanto de la matemática y de la física, y además, permite al usuario crear recursos educativos digitales “sin necesidad de recurrir a un especialista informático” [8], por lo que puede considerarse una *herramienta de autor*. Gracias a esta característica, una enorme cantidad de usuarios crea y comparte materiales educativos de diversos temas y otros pueden tomar los creados por otros y personalizarlos. Este *software* tiene dos componentes básicos dinámicamente conectados: la vista gráfica y la algebraica. En la primera se pueden representar gráficamente diversos objetos matemáticos (funciones, polígonos, cónicas) y otro tipo de objetos denominados *de acción* (botones, casillas de verificación que permiten mostrar u ocultar objetos, casillas de entrada para redefinir funciones o valores). Mientras que en la segunda, se muestran las expresiones algebraicas de funciones, ecuaciones, coordenadas de puntos, variables, entre otros. En la figura 1 se muestran ejemplos a modo de ilustración de la utilización de GeoGebra en dispositivos móviles.

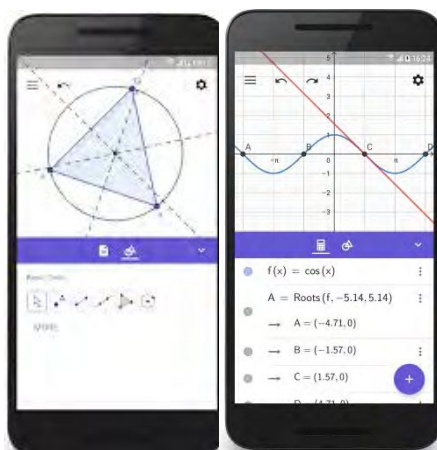


Figura 1- Ilustración de recursos creados con el software GeoGebra en dispositivos móviles. Fuente:

https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android.geometry&hl=es_AR y https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android&hl=es_AR

De acuerdo a los lineamientos bibliográficos estudiados, se tuvieron en cuenta algunas características, a la hora de diseñar los recursos en este *software*: toda la hoja de trabajo

debe entrar en una única pantalla y debe contener pocas tareas para evitar el desplazamiento, debe tener una breve explicación sobre su uso para orientar a los usuarios, debe tener solo la información necesaria, y por último, se tiene que lograr que haya interactividad, es decir, que el alumno pueda explorar el recurso mediante el movimiento de algunos elementos.

Recursos diseñados

En base a lo expuesto anteriormente, se decidió adaptar un conjunto de recursos ya creados en GeoGebra para que puedan funcionar correctamente en dispositivos móviles. Los mismos tratan de los siguientes temas: Sumas de Riemman, Polinomio de Taylor, Campos Vectoriales, Sistemas de Ecuaciones Lineales y Vibraciones. Estos se pueden encontrar en el siguiente Libro creado en GeoGebra: <https://www.geogebra.org/m/nbdzgypt>. Dado que estos temas se vinculan tanto con la matemática como con la física, estos recursos podrían utilizarse de manera transversal en las distintas asignaturas, acompañando el tránsito de los alumnos por las mismas, favoreciendo así la integración de las disciplinas que componen el campo denominado STEM.

A modo ilustrativo, se describe la adaptación del recurso sobre el gráfico de Campos Vectoriales, cuya versión original se muestra en la Figura 2 (<https://www.geogebra.org/m/GwRc5mQP>).

En la creación de los recursos es habitual la utilización de dos vistas gráficas, reservando una de ellas para colocar los controladores (deslizadores, casillas de entrada y de control), y se recomienda ocultar la vista algebraica a menos que sea estrictamente necesaria [9]. Dado que en la *app* Calculadora Gráfica (versión para móvil del *software* GeoGebra) no es posible utilizar dos de estas vistas, se aprovechó la vista algebraica para colocar dichos controladores, marcando como objetos auxiliares aquellos necesarios para la construcción pero no para la utilización, logrando de este modo que esos objetos no se muestren en la vista algebraica, mejorando la usabilidad del recurso.

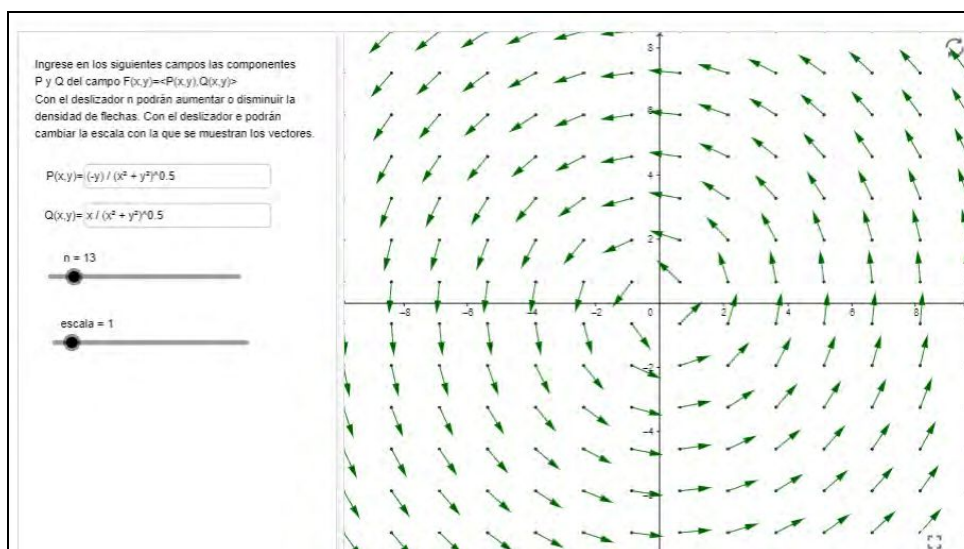


Figura 2 - Interfaz del recurso original que se adaptó luego para su utilización en móviles

Las instrucciones para la utilización, al no poder ponerse en la parte superior, como se sugiere habitualmente, se incorporaron en un cuadro de texto que se oculta con un toque en la pantalla y se recupera mediante un botón "Info" emplazado en la Vista Gráfica.

De acuerdo a lo recomendado en [10], se mantuvo el código de colores, para localizar cada objeto con facilidad. También se ajustó el tamaño y la proporción de la pantalla, para que se pueda visualizar adecuadamente.

Por último, teniendo en cuenta las sugerencias del Instituto GeoGebra Internacional [9], se suplantó el rango de edad predeterminado por uno acorde a alumnos universitarios y se

agregó a las etiquetas de tema, la etiqueta 'móvil', para que los usuarios interesados en probar el recurso sepan que ya se probó su uso en *smartphones*.

En el caso particular del recurso para Campos Vectoriales, además se limitaron los valores posibles para los deslizadores que permiten modificar la densidad y tamaño de las flechas que representan a los vectores. En la Figura 3 se muestra el recurso ya adaptado para su uso en dispositivos móviles.

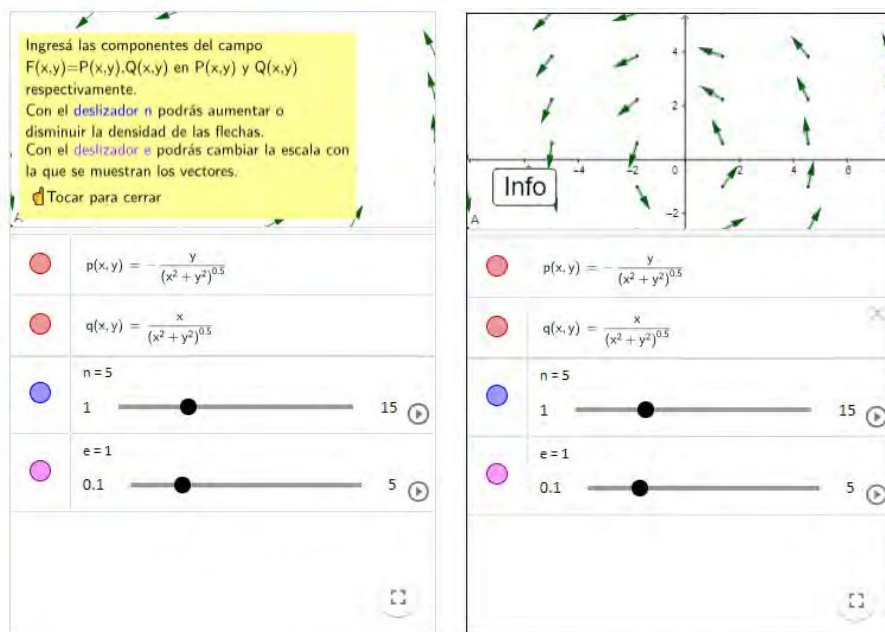


Figura 3 - Interfaz de la versión para móviles del recurso mostrado en la figura 1.

PARTE EXPERIMENTAL

Para la evaluación de la adaptación de estos recursos, se estudió la usabilidad de los mismos, definida en [11] como: “la facilidad con la que las personas pueden utilizar un artefacto tecnológico en particular con el fin de alcanzar un objetivo determinado”. Entre los aspectos más destacados de la usabilidad podemos remarcar: la facilidad de aprendizaje, la familiaridad y la eficiencia, entre otros.

La evaluación de la usabilidad para dispositivos móviles en la enseñanza de las ciencias, es un área de investigación que recién está comenzando [12].

En primer lugar, se realizaron pruebas en los dispositivos disponibles en la UIDET, para poder iniciar con las modificaciones pertinentes y que todo el contenido del recurso pueda ser visualizado en la pantalla, teniendo en cuenta la gran diversidad de modelos de *smartphones*. Al mismo tiempo, se confeccionó una encuesta para docentes, tomando como referencia la presentada en [13], para poder medir la usabilidad.

Se realizaron preguntas en relación a las características de los docentes (edad, género, frecuencia y tipo de recursos digitales integrados a su práctica docente habitual), de sus dispositivos móviles (sistema operativo, marca, modelo). Asimismo se incluyeron preguntas vinculadas con la usabilidad del recurso probado: tiempo de carga, visualización del contenido en pantalla, facilidad de uso, adecuación del vocabulario para la población estudiantil a la que se dirige, si resulta claro el propósito y si consideran útil su incorporación al proceso de aprendizaje.

Por último, se convocó a un grupo de cinco docentes de Matemática A y B de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata a realizar una prueba de manera presencial y se les administró la encuesta. La cantidad de docentes a los que se le realizó fue pequeña, pero dio una primera evaluación respecto de los recursos adaptados.

Se consideraron docentes de distintos escalafones (desde ayudantes alumnos hasta profesoras titulares) y de distintos géneros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados de la encuesta, se observó que los docentes no están habituados a utilizar el *software* GeoGebra en dispositivos móviles, pero si lo ven accesible para los alumnos, como una herramienta más para incorporar en el aula.

En relación al tiempo de carga del recurso, a cuatro de ellos les resultó 'poco', mientras que al quinto, le pareció 'adecuado'.

Tres de ellos tuvieron dificultades para visualizar la totalidad del contenido en sus pantallas, lo que llevó a pensar estrategias para lograr una mejor visualización en próximas instancias.

A todos los participantes les resultó fácil de utilizar. En relación a la adecuación del lenguaje, cuatro de los participantes lo encontraron adecuado, mientras que uno de ellos no.

A todos los participantes les pareció claro el propósito del recurso, y les resultó fácil comprender qué debían hacer y cómo.

Adicionalmente, los participantes indicaron algunas observaciones en relación a cómo podría mejorarse, que serán tenidas en cuenta en futuras implementaciones.

CONCLUSIONES

En este trabajo se plantearon las ventajas de la incorporación de recursos educativos digitales, particularmente los móviles, para la articulación de contenidos entre las distintas ciencias que componen el campo denominado STEM.

Relacionado con la utilización de las hojas de trabajo de GeoGebra, se enumeraron directrices de diseño a tener en cuenta a la hora de adaptar los recursos para dispositivos móviles.

En base a las directrices formuladas, se logró adaptar un conjunto de recursos educativos para su correcto funcionamiento en dispositivos móviles (especialmente en *smartphones*) y los resultados de las primeras pruebas de usabilidad realizadas resultaron positivos, y arrojaron nuevos elementos para revisar y mejorar lo ya realizado.

Este trabajo conduce a distintas líneas de investigación. Por un lado, se seguirán adaptando recursos para su uso en dispositivos móviles, para que puedan ser incorporados en las aulas. Por otra parte, se realizarán encuestas a un mayor número de docentes de las cátedras y se hará un análisis más profundo sobre la incorporación de estos recursos en la enseñanza de la matemática y la física. Además, se hará un análisis de la usabilidad móvil en campo, es decir se pondrá a prueba en aulas reales, para evaluar otros aspectos, como por ejemplo, la facilidad de su uso para los alumnos.

REFERENCIAS

- [1] F. Alves, «Discussão do uso do GeoGebra no contexto do Cálculo a Várias Variáveis», *Rev. do Inst. GeoGebra São Paulo*, vol. 1, n.º 2, pp. 5-19, 2012.
- [2] A. Carrillo, «El dinamismo de GeoGebra», *Unión - Rev. Iberoam. Educ. Matemática*, n.º 29, pp. 9-22, 2012.
- [3] M. Hohenwarter, «Multiple representations and GeoGebra-based learning environments», *Union. Rev. Iberoam. Educ. Matemática*, vol. 39, pp. 11-18, 2014.
- [4] T. R. Kelley y J. G. Knowles, «A conceptual framework for integrated STEM education», *Int. J. STEM Educ.*, vol. 3, n.º 11, 2016.
- [5] A. Bayés, L. Del Río, y V. Costa, «Diseño de materiales educativos para dispositivos móviles con GeoGebra: Análisis de un caso», en *Virtual Educa Buenos Aires 2018*, 2018.
- [6] I. Göksu y B. Atici, «Need For Mobile Learning: Technologies and Opportunities», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 685-694, 2013.
- [7] R. Mayer, «The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media», *Learn. Instr.*, vol. 13, n.º 125-139, 2003.
- [8] L. Moralejo, C. V. Sanz, P. Pesado, y S. Baldassarri, «Análisis comparativo de Herramientas de Autor para la creación de actividades de Realidad Aumentada», en *IX Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*, 2014, pp. 140-150.

- [9] GeoGebra Docu Team, «GeoGebra moderators guide», 2018.
- [10] M. Hohenwarter y J. Preiner, «Design guidelines for dynamic mathematics worksheets», *Teach. Math. Comput. Sci.*, vol. 6, pp. 311-323, 2008.
- [11] C. Coursaris y D. Kim, «A Qualitative Review of Empirical Mobile Usability Studies», en *Americas Conference on Information Systems*, 2006, pp. 2885-2897.
- [12] K. Alsaadat, «Mobile Learning Technologies», *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 7, n.º 5, pp. 2833-2837, 2017.
- [13] F. D. de la Peña Esteban y M. C. Burgos García, «Modelo práctico de aplicación (app) para dispositivo móvil en las asignaturas universitarias de enseñanza a distancia. Experiencia con Android para la asignatura Dirección de Operaciones.», *EduTec. Rev. Electrónica Technol. Educ.*, vol. 51, 2015.