

Proceso de construcción del software Álgebra Geométrica Virtual como herramienta para mejorar la retención académica

Development process of the software Virtual Algebra Tiles as a tool to increase academic retention

Processo de construção do software Álgebra Geométrica Virtual como ferramenta para melhorar a retenção acadêmica.

J. Garzón y J. Bautista

Recibido agosto 26 de 2016 - Aceptado mayo 31 de 2017

Resumen— En este artículo se presenta el proceso de creación y posterior validación de un Recurso Educativo Digital, el cual se pretende que sea usado por los estudiantes desde un dispositivo móvil, con el fin de reforzar sus conocimientos de álgebra. El desarrollo del proyecto se basó en los lineamientos del diseño instruccional y su validación se realizó mediante una prueba piloto en la cual participaron docentes y estudiantes. Los resultados de esta experiencia permiten inferir que la adopción de las nuevas tecnologías móviles en los procesos educativos es pertinente y por ende se recomienda a los docentes e investigadores que exploren con este tipo de recursos para complementar las actividades académicas presenciales. Los resultados logrados con los estudiantes son prometedores y permiten conjeturar que, a largo plazo, la utilización de este tipo de recursos puede ayudarles a mejorar su conocimiento matemático.

Palabras clave— álgebra geométrica, educación, recursos educativos digitales, tecnologías de la información y la comunicación.

Abstract— This paper describes the process of development and subsequent validation of a Digital Educational Resource, which is expected to allow students to use Algebra Tiles from a

mobile device, in order to improve their knowledge of algebra concepts. The development of the project was conducted under the guidelines of instructional design and its validation was performed in the context of a pilot test in which teachers and students participated. From the results of this experience it can be inferred that the adoption of new mobile technologies in educational processes is relevant; therefore teachers and researchers should explore this type of resources to complement their lecture classes. The results achieved in the process of validation are promising and permit to envision that in the long term, the use of these educative resources will help students improve their mathematical knowledge.

Key words— algebra tiles, education, digital educational resources, information and communication technologies.

Resumo— Este artigo apresenta o processo de criação e posterior validação de um Recurso Educacional Digital, o qual se pretende que seja usado pelos estudantes a partir de um dispositivo móvel, com o objetivo de reforçar os seus conhecimentos de álgebra. O desenvolvimento do projeto foi baseado nas diretrizes de design instrucional e a sua validação foi realizada por uma prova piloto, na qual participaram docentes e estudantes. Os resultados desta experiência permitem inferir que a adoção de novas tecnologias móveis em processos educativos é pertinente e, portanto, se recomenda aos docentes e pesquisadores que explorem este tipo de recursos para complementar as atividades acadêmicas presenciais. Os resultados logrados com os estudantes são promissores e permitem conjeturar que, a longo prazo, o uso desse tipo de recursos pode ajudá-los a melhorar o seu conhecimento matemático.

Palavras chave— álgebra geométrica, educação, recursos educacionais digitais, Tecnologias da Informação e Comunicação

¹Producto derivado del proyecto de investigación “ÁLGEBRA GEOMÉTRICA VIRTUAL”. Presentado por el Grupo de Investigación GIMU, de la Universidad Católica de Oriente.

J. Garzón docente de la Facultad de Ingenierías, de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro (Colombia); email: fgarzon@uco.edu.co.

J. Bautista estudiante de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro (Colombia); email: julianbautista87@yahoo.com.

I. INTRODUCCIÓN

La UNESCO en su informe “Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015”, declara que a pesar de que en la década del 2000 el acceso a la educación superior se expandió aceleradamente (un aumento aproximado del 40%), apenas un 10% de los estudiantes completaron cinco años de estudio lo que representa solo un aumento del 3% con respecto a la década anterior [1], es decir, la mayor parte de estos estudiantes abandonaron la universidad en algún momento de la carrera.

Se establece además, que cerca del 35% de los estudiantes se retiran en los dos primeros años académicos, lo cual está acorde con la tendencia mundial [2], mientras que por áreas del conocimiento, las facultades de ingenierías aportan el mayor porcentaje de deserción con una tasa cercana al 56% [3]. Entre las diversas causas que propician la deserción de un estudiante, el bajo rendimiento académico es la que genera mayor porcentaje según lo demuestran diversos estudios [4], [5], [6], siendo las Ciencias Básicas la principal debilidad.

La temprana deserción de los estudiantes (en los dos primeros años escolares) se atribuye constantemente a la mala preparación académica que reciben en las instituciones de educación media [7], [8], [9]. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la inadecuada preparación no es solo responsabilidad de los estudiantes, sino que constantemente son el resultado de metodologías de enseñanza obsoletas por parte de los docentes [10], [11], las cuales resultan poco atractivas para sus alumnos quienes no encuentran la motivación necesaria para abordar temas que resultan de un nivel de dificultad relativamente alto.

Los procesos de educación en la actualidad deben migrar de las metodologías tradicionales representadas en métodos de aprendizaje pasivos, a metodologías activas en las cuales el estudiante es el protagonista de su aprendizaje [12]. Las necesidades de los nuevos estudiantes representan un reto para las instituciones educativas, las cuales deben generar alternativas didácticas que les estimulen y brinden diferentes opciones encaminadas a adquirir el conocimiento de manera significativa de acuerdo a sus habilidades.

Existe una amplia gama de herramientas pedagógicas derivadas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) enmarcadas en lo que se conoce como Recursos Educativos Digitales (RED); se pueden encontrar objetos de aprendizaje, aplicaciones educativas, videos tutoriales, cursos virtuales, cursos en línea masivos y abiertos, entre otros [13], mediante los cuales se puede complementar la labor docente y proporcionar al estudiante nuevas metodologías de aprendizaje. Estos RED están siendo incorporados cada vez más en las aulas de clase y su efectividad ha sido ampliamente informada [14], [15], [16], [17].

En las siguientes páginas, se presenta el proceso de creación de la versión digital del recurso educativo Álgebra Geométrica [18] y los resultados de su posterior validación por parte de docentes y estudiantes. Con el desarrollo de este software se pretende brindar a docentes y estudiantes, una

herramienta didáctica que pueda enriquecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, accesible en todo momento desde cualquier ubicación y distintos dispositivos móviles con acceso a Internet.

El desarrollo del proyecto, estuvo guiado por los lineamientos del modelo de diseño instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) [19]. Este modelo permite planificar, organizar y desarrollar los RED de manera continua y sistemática en todas sus etapas, de tal manera que se cumplan los objetivos propuestos.

La principal contribución que se quiere comunicar en este artículo, gira en torno a la experiencia en el proceso de construcción del Recurso Educativo Digital “Álgebra Geométrica Virtual”, con el fin de que los diversos actores del proceso educativo adquieran herramientas que les permitan complementar sus metodologías de enseñanza; igualmente, este artículo podrá servir como guía para que docentes, investigadores, diseñadores y demás que quieran incurrir en el proceso de creación de este tipo de material educativo y que no cuenten con la experiencia adecuada, logren generar sus propios recursos.

Los resultados de la etapa de validación pueden ser un indicativo de que la inclusión de las TIC en los procesos educativos, bajo ciertas circunstancias es más efectivo que las metodologías tradicionales, lo que se espera, se vea reflejado en el desempeño académico de los estudiantes y les fortalezca de tal manera que lleguen mejor preparados a las instituciones de educación superior, disminuyendo así, las posibilidades de que en un futuro tiendan a abandonar sus carreras debido a una mala preparación académica y, así mismo, que aquellos que ya se encuentran estudiando algún programa universitario, mejoren sus conocimientos lo que les permita culminar exitosamente sus carreras.

II. ÁLGEBRA GEOMÉTRICA

El Álgebra Geométrica es un recurso didáctico que permite establecer relaciones de equivalencia entre figuras y cuerpos geométricos y expresiones algebraicas [20], relacionándolos entre sí, lo que permite atribuirle significado a los objetos y procedimientos algebraicos [21], [22].

Estos bloques pueden ser adquiridos comercialmente o se pueden fabricar a partir de materiales como papel o madera. Existen por su parte, diversos libros y sitios en Internet que explican cómo se puede usar el Álgebra Geométrica para aprender o fortalecer los conocimientos básicos del álgebra [23], [24].

Este recurso está compuesto por cuadrados y rectángulos de diversos tamaños, mediante los cuales se puede simular el desarrollo, entre otros, de los casos de factorización de polinomios de primer y segundo grado, como se muestra en la Fig. 1.

Sin embargo, tras una indagación sistemática en diversos buscadores de Internet como Google, Bing, y Yahoo y a través de bases de datos especializadas, no se hallan recursos digitales que permitan interactuar con el Álgebra Geométrica de manera virtual. Por esta razón se decide crear una versión digital de este recurso con el fin de generar una herramienta

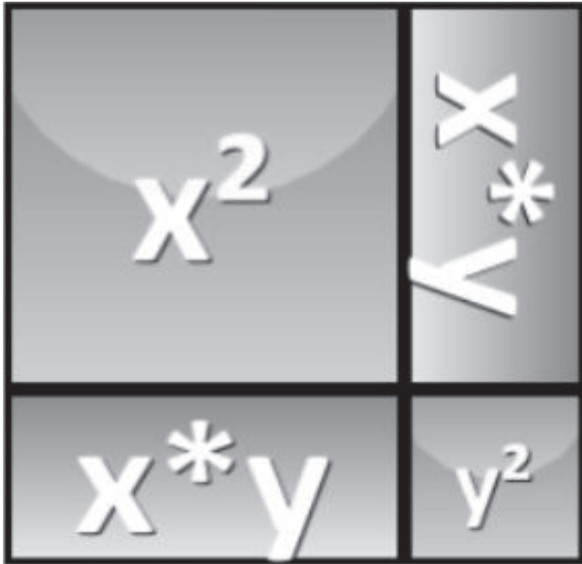


Fig. 1. Desarrollo del trinomio cuadrado perfecto a través del recurso didáctico Álgebra Geométrica.

funcional, abierta y gratuita, a la cual docentes y estudiantes tengan acceso en todo momento y en todo lugar siempre y cuando se cuente con conexión a Internet.

III. METODOLOGÍA DE CREACIÓN DEL SOFTWARE

El desarrollo de software consta de una serie de normas comunes que, los ingenieros informáticos y afines, tienen en cuenta para desarrollar cualquier aplicación con el fin de maximizar la eficiencia en el proceso de creación; por su parte, el software educativo hace uso del diseño instruccional durante todo el ciclo de vida de la creación del mismo [25]. Para el desarrollo del recurso educativo Álgebra Geométrica Virtual, se hizo uso del modelo de diseño instruccional ADDIE y a continuación se describe el trabajo realizado en cada una de las etapas.

A. Análisis

Esta fase representa la base para el desarrollo del recurso. En conjunto con docentes del área de matemáticas, se determinó la importancia del desarrollo de una versión digital del recurso Álgebra Geométrica, la cual pudiera ser accesible a docentes y estudiantes sin ningún costo y sin ningún tipo de restricciones.

Se establece como público objetivo principal, estudiantes de educación media y de primeros semestres de algún programa de ingeniería.

B. Diseño

Se definió la estructura del RED, los contenidos a albergar, los elementos de contextualización, así como los metadatos. Luego se establecieron los objetivos del recurso y el tipo de material a desarrollar; además, se realizó la propuesta de maquetación de la aplicación final.

C. Desarrollo

En esta fase se desarrollaron los contenidos teóricos y prácticos del recurso. Para la codificación de estos

componentes en lenguaje de computación, se definió el uso de herramientas de desarrollo de software y lenguajes de programación de última generación, como son el lenguaje de etiquetas HTML5 para estructurar la página principal, el lenguaje CSS3 para definir la apariencia de los elementos HTML, así como las animaciones simples relacionadas con la apariencia de cada elemento y JavaScript, cuya función principal es la de ampliar las posibilidades del código HTML.

D. Implementación

El recurso desarrollado, fue finalmente implementado en el sitio web de la Universidad Católica de Oriente en Rionegro, Colombia y puede ser accedido de manera libre. Cabe resaltar que está abierto al público en general sin ningún costo y se espera pueda servir a docentes y a estudiantes para enriquecer su experiencia en el aprendizaje del álgebra.

E. Evaluación

La evaluación del recurso estuvo presente durante todo el proceso de desarrollo; durante las fases, entre las fases y después de la implementación. La evaluación durante y entre cada fase se denomina Evaluación Formativa y su propósito fue mejorar el recurso antes de la implementación final y la Evaluación Sumativa se llevó a cabo después de la implementación con el fin de determinar la eficacia del recurso desarrollado. Para la Evaluación Sumativa se utilizó la "Rúbrica para evaluación de Recursos Educativos Digitales Abiertos" del Ministerio Nacional de Colombia [22].

IV. RESULTADOS

Con el desarrollo del proyecto, se logró cumplir el objetivo de generar una versión digital del recurso educativo Álgebra Geométrica y hacerla asequible a través de Internet, permitiendo la interacción audiovisual del estudiante con los contenidos mediante el uso de los principales navegadores disponibles; con acceso a ejemplos, actividades y un modo libre que la convierten en una herramienta completa y entendible para el estudiante. Está disponible al público en general de manera gratuita y abierta y a continuación se describen los resultados de cada una de las etapas que se siguieron para su desarrollo.

A. Diseño e implementación del script HTML5

Tras realizar la evaluación de la pertinencia del desarrollo del proyecto, se procedió a analizar, diseñar, desarrollar e implementar la herramienta Álgebra Geométrica Virtual haciendo uso del lienzo (canvas) de HTML5 y el lenguaje de programación JavaScript. A continuación, se describirán algunas de las etapas y los resultados más significativos.

1) Dibujo y movimiento de rectángulos

La primera versión del recurso consistía en un área de trabajo que incluía cuadrados y rectángulos, con un ancho y un largo predeterminado. El usuario al hacer clic sobre cada figura, la podía manipular cambiándole su posición y su orientación. En la Fig. 2 se puede ver una

imagen del resultado de esta primera etapa.

2) Control de colisiones

Se adecuó el software para que, además de permitir el movimiento de las figuras, se considere el área que ocupan, de tal manera que no se superpongan.

3) Inserción de figuras

El usuario puede ahora insertar nuevas figuras al área de trabajo, desde la zona izquierda de la pantalla; además, se demarcaron las dimensiones de cada figura para dar mejor claridad. La Fig. 3 ilustra esta nueva etapa del recurso la cual incluye el ya implementado, control de colisiones.

4) Menú de contexto

Se añadió la posibilidad de eliminar y rotar las figuras mediante la creación de un menú de contexto. Igualmente, se añadió una pestaña con instrucciones de Ayuda para el usuario.

5) Áreas negativas

Aunque las áreas negativas carecen de sentido en la geometría, en el recurso Álgebra Geométrica representan términos negativos de un polinomio. Las figuras con áreas negativas se dibujan semitransparentes en el área de trabajo de la aplicación y se pueden sobreponer a las figuras que representan áreas positivas.

6) Página de inicio

Se diseñó e implementó una página de inicio que permitiera hacer uso del script previamente creado. Se requiere que el usuario pueda acceder al script no solo para practicar de manera libre, sino además presentarle algunos ejemplos para que asimile los casos de factorización fácilmente, actividades para afianzar los conocimientos adquiridos, así como la posibilidad de ver información adicional relacionada con el Álgebra Geométrica Virtual, como los metadatos, los prerrequisitos, la metodología y los objetivos que se quieren alcanzar.

7) Versión final

La Evaluación Sumativa en cada una de las etapas de desarrollo del recurso, permitió realizar continuas mejoras al mismo. En total se crearon 30 versiones de software cada una de las cuales contiene correcciones, mejoras y anexiones con respecto a la versión anterior.



Fig. 2. Primera versión del recurso didáctico Álgebra Geométrica Virtual.

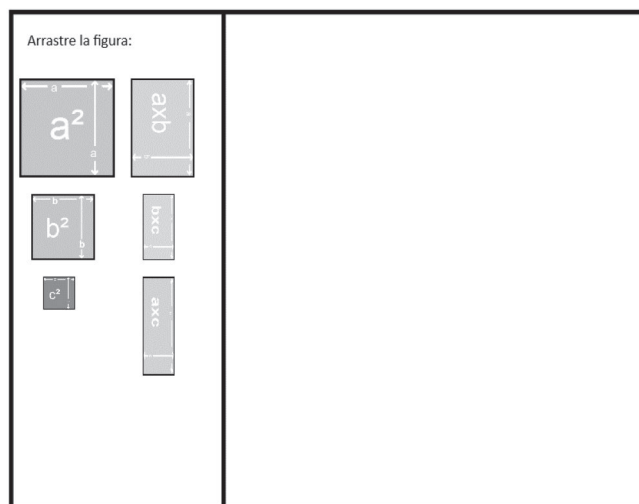


Fig. 3. Inserción de figuras y control de colisiones. Esta imagen corresponde a la versión 4 del software.

Finalmente, la última versión contiene los elementos de contextualización, los metadatos y los tres componentes principales del recurso: un espacio de ejemplos, un espacio para práctica libre y un tercer espacio para actividades.

La pestaña “Ejemplos” conduce a una sección que contiene acceso a diversos ejemplos separados por casos de factorización de polinomios de primer y segundo orden. Son en total 24 ejemplos, 3 ejemplos por caso. Cada uno de los ejemplos se puede seguir paso por paso a través de instrucciones escritas y auditivas con el fin de facilitar el acceso a personas con problemas visuales.

La pestaña “Práctica” conduce al espacio principal del recurso y presenta la aplicación en modo de navegación libre. El estudiante tiene libertad de insertar figuras en el área de trabajo con el objetivo de practicar autónomamente lo aprendido.

Por último, la pestaña “Actividades”, lleva a una sección en la cual el estudiante dispone de una serie de ejercicios mediante los cuales podrá medir el nivel de conocimiento adquirido. Cada caso de factorización cuenta con una actividad correspondiente la cual puede desarrollarse a través del Álgebra Geométrica, de manera que el estudiante pueda valorar lo aprendido. A medida que el estudiante va desarrollando cada actividad, el software le indica si lo está haciendo de forma correcta o incorrecta.

Cabe destacar que mediante el software desarrollado se permite trabajar, además de los polinomios de primer y segundo grado, diversos temas relacionados con el álgebra como productos notables, operaciones con polinomios entre otros. La Fig. 4 representa la versión final del software.

B. Evaluación

Una vez implementado el recurso en el sitio web de la Universidad Católica de Oriente, pero antes de su publicación, se le pidió a tres expertos en el diseño, desarrollo y evaluación de RED, que evaluaran el recurso a través del instrumento Rúbrica de Evaluación de Recursos Educativos Digitales [26], con el fin de establecer que se cumple con los criterios mínimos de calidad que debe considerar un recurso

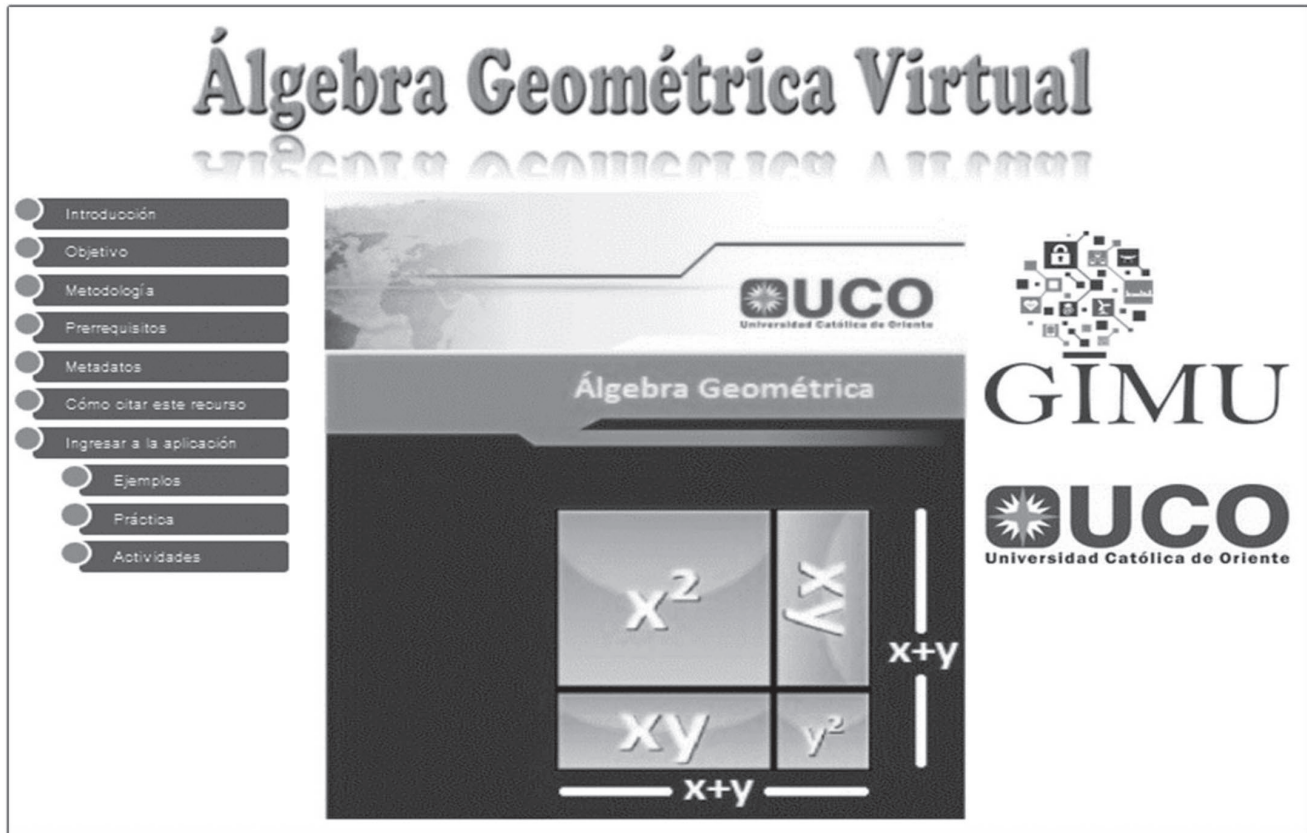


Fig. 4. Página principal de la versión Final del Software

educativo de esta naturaleza.

Esta rúbrica evalúa tres Categorías: Temática, en la cual se obtuvo una puntuación de 86; Educativa, con una puntuación de 100 y Tecnológica donde se obtuvieron 100 puntos, para un total ponderado promedio de 95 puntos sobre 100. Así mismo, los tres calificadores aprobaron su publicación sin ninguna observación.

C. Validación

Una vez superada la etapa de implementación y la respectiva evaluación del recurso, se llevó a cabo una prueba piloto con estudiantes, ingenieros de software y docentes para su validación. Cada uno de los participantes de la prueba interactuó con el RED Álgebra Geométrica Virtual durante cierto tiempo, para generar una valoración a partir de la herramienta LORI [27]. Luego, cada uno de ellos realizaba una comparación de la experiencia de estudiar los temas relacionados con la factorización de los polinomios de primer y segundo grado a través de los bloques tradicionales del recurso Álgebra Geométrica y el recurso Álgebra Geométrica Virtual.

La Tabla I, muestra los resultados promedio de la valoración de cada ítem por cada uno de los evaluadores.

Como se puede apreciar, la calificación total promedio del recurso fue de 4,65 lo que corresponde a una valoración de Alto según la escala LORI [27]. Los aspectos mejor calificados Motivación, Diseño y Presentación, Usabilidad e Interacción, indican que el diseño realizado para presentar la herramienta fue acertado lo cual se convierte posiblemente

en un factor motivante para los estudiantes. Por su parte, aunque no es una mala valoración, se debe trabajar en el aspecto de la Retroalimentación y Adaptabilidad teniendo en cuenta que son los aspectos más débiles.

TABLA I
VALORACIÓN DEL RECURSO ÁLGEBRA GEOMÉTRICA VIRTUAL A TRAVÉS DEL INSTRUMENTO LORI.

Ítem	Valoración
Calidad de los contenidos	4,5
Alineamiento de los objetivos de aprendizaje	4,7
Retroalimentación y adaptabilidad	4,2
Motivación	4,8
Diseño y presentación	4,8
Usabilidad e interacción	4,9
Accesibilidad	4,6
Reusabilidad	4,7
Cumplimiento de estándares	4,7
Total	4,65

En términos generales, los participantes en el proceso de validación aseguraron que la herramienta es de fácil manejo, es intuitiva lo que permite que el usuario pueda interactuar con ésta sin necesidad de que alguien les esté guiando a través de instrucciones y resulta muy completa teniendo en cuenta que incluye espacios para ejemplos resueltos, práctica libre y actividades de aprendizaje. La atemporalidad de la herramienta, es destacada como la principal fortaleza con respecto al recurso Álgebra Geométrica tradicional.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se está viviendo en un mundo digital que evoluciona constantemente, en el cual las TIC impactan casi todos los aspectos de nuestras vidas. La era digital ha cambiado la forma de comunicación y especialmente la forma en la que se comunican los jóvenes. Es importante reconocer que los estudiantes actuales pertenecen a una generación conectada a través de Internet, que tienen unas habilidades diferentes a los estudiantes del siglo anterior y que es importante explorar y aprovechar esas habilidades para presentarles el conocimiento de la forma en la que ellos lo aprendan de manera más significativa.

El recurso educativo generado será utilizado en los programas nivelatorios de álgebra de la Universidad Católica de Oriente y servirá como refuerzo para acompañar los cursos de álgebra y de matemáticas básicas, con lo que se espera mejorar el desempeño académico de los estudiantes, lo que les permita seguir avanzando en el programa en el que se encuentran matriculados y no se vean forzados a abandonarlos por bajo rendimiento académico.

Queda validado por éste, así como por otros estudios previos, que los estudiantes se motivan más hacia el proceso de aprendizaje cuando está ligado a la tecnología. Esto les permite aprender algo que no saben, a través de herramientas que posiblemente dominan de manera natural. Es por tanto, responsabilidad de las instituciones educativas y de los demás actores del proceso de educación, generar herramientas didácticas alternativas que permitan a los estudiantes adquirir el conocimiento que, quizás por los métodos tradicionales, no adquieren.

La valoración del recurso desarrollado, con una escala de Alto según la escala LORI, y los 95 puntos obtenidos en la evaluación a través de la Rúbrica de Evaluación de Recursos Educativos Digitales, permiten establecer que se cumplió con el objetivo de generar un recurso educativo de calidad, mediante el cual los estudiantes tienen la posibilidad de interactuar con el recurso educativo Álgebra Geométrica de manera virtual.

Con la implementación del recurso, se espera que los estudiantes desarrollen no sólo las competencias relacionadas con los conceptos básicos del álgebra, sino también que se conviertan en los principales actores en su proceso de aprendizaje, propiciando, entre otras características, autonomía, responsabilidad y curiosidad por el conocimiento. Así mismo, con la documentación del proceso de creación del recurso a través de este artículo, se pretende generar una guía para todo aquel que esté interesado en la creación de Recursos Educativos Digitales y que no cuente con la experiencia suficiente.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO, «Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015», Ediciones del Imbunche, Santiago de Chile, 2013.
- [2] G. E. Huesca Ramírez y B. Castaño Corvo, «Causas de Deserción de Alumnos de Primeros Semestres de una Universidad Privada», *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, vol. 5, n° 12, pp. 34 - 39, 2007.
- [3] Ministerio de Educación Nacional, «Deserción Estudiantil en la Educación Superior en Colombia», Bogotá, 2009.
- [4] F. Osorio Barrera, D. Maldonado y C. Rodríguez, «Calidad de la Educación Básica y Media en Colombia: Diagnóstico y Propuestas», 2012.
- [5] M. Xenos, C. Pierrakeas y P. Pintelas, «A survey on Student Dropout Rates and Dropout Causes Concerning the Students in the Course of Informatics of the Hellenic Open University», *Computers & Education*, vol. 39, n° 4, p. 361-377, 2002.
- [6] F. Araque, C. Roldán y A. Salguero, «Factors Influencing University Dropout Rates», *Computers & Education*, vol. 53, n° 3, pp. 563 - 574, 2009.
- [7] P. M. Pascua-Cantarero, «Factors Related to Dropping Out in the Freshman and Sophomore Years in the Career of Teaching Mathematics at Universidad Nacional de Costa Rica», *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, n° 1, 2016.
- [8] K. McKenzie y R. Schweitzer, «Who succeeds at university? Factors predicting academic performance in first year Australian university students», *Higher education research and development*, vol. 20, n° 1, pp. 21 - 33, 2001.
- [9] M. E. Murcia y J. C. López Henao, «Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria», *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 9, n° 18, pp. 23-30, 2015.
- [10] N. A. Zin, W. S. Y. Mat y A. Jaafar, «Digital game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history», *WSEAS transactions on computers*, vol. 8, n° 2, pp. 322-333, 2009.
- [11] F. Borges, «La frustración del estudiante en línea. Causas y acciones preventivas», *Digithum*, n° 7, 2005.
- [12] A. Roehl, S. L. Reddy y G. J. Shannon, «The flipped classroom: An opportunity to engage millennial students through active learning», *Journal of Family and Consumer Sciences*, vol. 105, n° 2, p. 44, 2013.
- [13] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Recursos Educativos Digitales Abiertos, Bogotá, 2012.
- [14] R. Zhang, J. Zhang, D. Steele y L. Feng, «Findings about Students with Great Discrepancy», de *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICLI)*, Dubai, 2014.
- [15] B. Flores, C. Kubo y D. Piana, «Undergraduate Student Retention Strategies for Urban Engineering Colleges», de *30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Kansas City, 2000.
- [16] V. L. Tinio, ICT in Education, 2003.
- [17] E. Murcia, J. L. Arias y M. S. Osorio, «Software educativo para el buen uso de las TIC», *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 19, n° 10, pp. 114-125, 2016.
- [18] G. Mejía y N. Barrios, «El álgebra geométrica como recurso didáctico en la enseñanza-aprendizaje del álgebra escolar», de *9º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, Valledupar, 2008.
- [19] C. Peterson, «Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best», *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 12, n° 3, pp. 227 - 242, 2003.
- [20] S. Castro, «Algebra Tiles Effect on Mathematical Achievement of Students with Learning Disabilities», *Capstone Projects and Theses*, 2017.
- [21] G. Mejía y N. Barrios, *EL ÁLGEBRA GEOMÉTRICA COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA ESCOLAR.*, 2008.
- [22] J. Richardson y R. M. Bachman, «A New Take on an Old Square», *Mathematics Teaching in the Middle School*, vol. 110, n° 9, p. 6, 2017.
- [23] Universidad de Antioquia, «Álgebra Geométrica», Aprende en Línea, [En línea]. Available: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?id=47783>. [Último acceso: 12 Marzo 2016].
- [24] J. O. Ballén Novoa, *El álgebra geométrica como recurso didáctico para la factorización de polinomios de segundo grado*, Bogotá, 2012.
- [25] Z. Cataldi, F. Lage, R. Pessacq y R. García Martínez, «Ingeniería de Software Educativo», *Revista Latinoamérica de Tecnología Educativa*, 2007.
- [26] Ministerio Nacional de Colombia, «Taller de Evaluación - Repositorio Nacional REDA», Colombia Aprende, [En línea]. Available: <https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&>
- [27] J. C. Nesbit, K. Belfer y Tracey Leacock, «Learning object review instrument (LORI)», *E-learning research and assessment network*, 2003.



Juan Fernando Garzón Álvarez recibió el título de Ingeniero Electrónico de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Colombia, en 2010, el grado de Especialista en Telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia, en 2013, y el título de Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación de la misma universidad, en 2013. Es profesor asociado de la Universidad Católica de Oriente desde el año 2011 y actualmente se encuentra desarrollando sus estudios de doctorado en Ciencias de

la Computación en la Universidad Complutense de Madrid en España. Sus temas de interés en la investigación se centran en la aplicación de la ingeniería para desarrollar herramientas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas.



Julián David Bautista Osorio, es un Ingeniero Electrónico de la Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Colombia, y estudiante de Ingeniería de Sistemas en la misma universidad. Trabaja como desarrollador de Software en el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD) de la Fuerza Aérea Colombiana desde 2014. Aficionado a la creación de software, con intereses variados, que van desde el desarrollo de herramientas pedagógicas para la enseñanza hasta el diseño web y de aplicaciones de escritorio.