

EL GEOGEBRA 3D COMO HERRAMIENTA DE AUTOFORMACIÓN PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

3D GEOGEBRA AS A SELF-TRAINING TOOL FOR ARCHITECTURAL DESIGN

Lic. Jorge Luis Montero Bizet
jorge.monterob@uo.edu.cu
<https://orcid.org/0000-0002-8911-4471>
Universidad de Oriente, Cuba

Est. Víctor Fabián Quintero Vidal
victorfabianquintero Vidal@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-4021-0480>
Universidad de Oriente, Cuba

Est. Eric Serrano Chinaea
ericitogamer69@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-4142-4701>
Universidad de Oriente, Cuba

Est. Yasmin Zaldivar Montes de Oca
yasmin.zaldivar@estudiantes.uo.edu.cu
<https://orcid.org/0000-0002-5160-1290>
Universidad de Oriente, Cuba

Est. Marco Antonio Sarmiento Verdecia
marcoasverdecia@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-8332-1721>
Universidad de Oriente, Cuba

Est. Heidis Rodríguez Martínez
heidisrodriguezmar@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-1746-1764>
Universidad de Oriente, Cuba

Tipo de contribución: Artículo de investigación científica

Recibido: 02-02-23

Aceptado para su publicación: 16-05-2023

Resumen: El diseño de un espacio arquitectónico requiere del empleo de softwares de diseños 3D en la profesión de Arquitectura. En Cuba el empleo de los mismos se encuentra limitado por la escasez de recursos tecnológicos o por el desconocimiento por parte de los docentes de softwares que se puedan emplear en la infraestructura tecnológica actual. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar la experiencia desde la asignatura de Matemática del empleo de GeoGebra 3D como herramienta de diseño para la Arquitectura. Mediante la observación, la entrevista a estudiantes y la revisión bibliográfica a documentos científicos y planes de estudio de la carrera Arquitectura y Urbanismo, se logró efectuar un Taller denominado GeoArqui para reflejar la utilidad de este software como herramienta de diseño en la carrera. Como resultado de la experiencia a partir de una secuencia de tareas los estudiantes diseñaron en el software un tanque prefabricado mediante la aplicación de herramientas del GeoGebra 3D. La experiencia demostró la utilidad del GeoGebra 3D como herramienta para el diseño en arquitectura.

Palabras clave: arquitectura; diseño arquitectónico; matemáticas; software

Abstract: The design of an architectural space requires the use of 3D design software in the Architecture profession. In Cuba, their use is limited by the scarcity of technological resources or by teachers' lack of knowledge of software that can be used in the current technological infrastructure. The objective of this work is to show the experience from the Mathematics subject of using GeoGebra 3D as a design tool for Architecture. Through observation, interviewing students and bibliographic review of scientific documents and study plans of the Architecture and Urbanism degree, a Workshop called GeoArqui was held to reflect the usefulness of this software as a design tool in the degree. As a result of the experience based on a sequence of tasks, the students designed a prefabricated tank in the software by applying GeoGebra 3D tools. The experience demonstrated the usefulness of GeoGebra 3D as a tool for architectural design.

Keywords: architecture; architectural design; math; software

1. INTRODUCCIÓN

“La ciencia de la Informática ha alcanzado un gran desarrollo desde la segunda mitad del siglo XX, aplicándose en numerosas y variadas áreas del conocimiento como: la robótica, la medicina, la arquitectura, la meteorología, la industria y las comunicaciones” (Yero y Batista, 2018).

La UNESCO plantea que:

Las tecnologías de la información y la comunicación pueden complementar, enriquecer y transformar la educación. La integración de las TIC en la docencia y el aula en sus diferentes niveles es un área en desarrollo progresivo y que requiere de permanente revisión y actualización (Arancibia *et al.*, 2021).

“El adecuado uso de las TIC en Educación, como la incorporación de la computadora en Matemática y especialmente en geometría, son hechos que determinarán cambios muy importantes, que consolidarán el proceso de enseñanza - aprendizaje” (Huanca, 2018). En matemáticas, han aparecido nuevos programas o aplicaciones. “Hay algunos que están más orientados hacia usos profesionales (Mathematica, Python o R), algunos hacia la enseñanza (Geogebra, Cabri o Wiris) y otros que son más populares en los estudiantes (Photomath o Symbolab)” (Arancibia *et al.*, 2021).

Los estudiantes de hoy viven en un mundo digital rodeado de recursos tecnológicos. Los docentes de matemáticas cuentan con una formación básica en TIC, es decir, su formación está esencialmente orientada a la ofimática, uso de internet y del correo electrónico. Sin embargo, su nivel de formación en programas específicos de matemáticas en forma virtual, edición, diseño y utilización de páginas web, plataformas es casi nulo. Integrar las TIC a las clases de matemáticas corresponde usar múltiples formas de representar situaciones problemáticas que les permite a los estudiantes desarrollar estrategias de resolución de problemas y mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos que están trabajando (Huanca, 2018).

Las herramientas tecnológicas son programas o software, programa intangible, ayudan a comunicarnos y a realizar actividades en las que se desarrollan las habilidades y destrezas de los estudiantes en lo que se precisa al ámbito de la educación además de apoyar el aprendizaje, da paso a la innovación. (Ron, 2022)

“Geogebra es un software de geometría dinámica de uso libre utilizado para la enseñanza y aprendizaje de temas diversos de la matemática de cualquier nivel o

el cálculo” (Ortiz, 2019). “Como herramienta de construcción permite la creación y manipulación de construcciones geométricas en 2D y 3D, con altos niveles de libertad y consistencia, favoreciendo con ello el estudio de objetos de la geometría euclidiana y analítica” (Prieto, 2016)

Para el Ministerio de Educación Superior (MES) de Cuba hacer comprender el mundo visual en el que vivimos, las imágenes y cómo presentamos nuestras ideas es fundamental en la carrera profesional de Arquitectura. Los arquitectos de hoy en día deben contar con herramientas y software que les sirvan de guía en la planificación y elección de herramientas para llevar a cabo sus proyectos. Los programas gráficos permiten reducir tiempo de trabajo durante la creación y expresión de diseños creativos. En especial, los programas de diseño 3D constituyen una herramienta que garantizan una optimización de los procesos de construcción (Ponce y Quinteros, 2022).

El empleo de softwares de diseños 3D en la profesión de Arquitectura en Cuba y principalmente desde la asignatura de Matemática resulta una necesidad por la estrecha relación directa que tiene la misma en el desarrollo de un acto creativo artístico como es el diseño de un espacio arquitectónico, donde se describe matemáticamente la superficie involucrada (Garelik *et al.*, 2020).

No obstante, a pesar del esfuerzo por el MES se encuentran limitados los empleos de los softwares de diseños 3D ya sea por la escasez de recursos tecnológicos o por el desconocimiento por parte de los docentes de softwares que se puedan emplear en la infraestructura tecnológica actual.

En los últimos años diferentes autores han realizado estudios basados en la utilización del GeoGebra 3D como asistente para la resolución y simulación de situaciones matemáticas y su aplicación en los distintos niveles de enseñanza.

Santamaría (2021) expone una experiencia de enseñanza - aprendizaje sobre el uso de GeoGebra en dos y tres dimensiones, como un recurso didáctico para estudiar temas relacionados con integración múltiple. Aguilar (2020) comenta una experiencia didáctica y muestra de qué manera se pueden usar las herramientas de GeoGebra para modelar estructuras. Prieto (2016) realiza una investigación centrada en las formas de colaboración humana puestas de manifiesto por profesores y alumnos de educación media que participan en una experiencia de elaboración de simuladores con GeoGebra (ESG) en la que intervienen procesos de modelación matemática. Madrid (2015) plantea una serie de actividades utilizando el GeoGebra 3D para realizar

en el aula que favorecen que los maestros en formación comprendan los contenidos y las conexiones entre ellos.

El siguiente estudio tiene el fin de mostrar la experiencia desde la asignatura de Matemática del empleo de GeoGebra 3D como herramienta de diseño para la Arquitectura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la experiencia se utilizaron diferentes técnicas y métodos de investigación. Primeramente, la observación y la entrevista a estudiantes para conocer el nivel de conocimiento que presentan los educandos sobre el empleo del software GeoGebra 3D. La revisión de los planes de estudio de la carrera Arquitectura y Urbanismo con la finalidad de detectar los posibles usos del software como herramienta de diseño. Además, se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de identificar las principales modalidades de la enseñanza - aprendizaje utilizadas para el trabajo con el GeoGebra 3D.

A partir de los métodos aplicados se logró efectuar un taller denominado "GeoArqui" para reflejar la utilidad de este software como herramienta de diseño en la carrera. La experiencia se desarrolló durante el periodo febrero - abril de 2023 en la Universidad de Oriente, ubicada en Santiago de Cuba, Cuba.

En el taller participó un profesor del departamento de Matemática Aplicada y cuatro estudiantes de primer año de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Oriente.

La metodología empleada para efectuar el taller que se asumió fue la planteada por Caro (2015) modificada, donde el taller se desarrolla en dos partes, la primera corresponde a la presentación en diapositivas explicando los pasos básicos de cómo utilizar el software Geogebra 3D, simultáneamente cada asistente trabaja directamente en cada computador, repitiendo los pasos presentados por el relator, de modo que aprenda personalmente a utilizar el software presentado y la segunda parte consiste en la solución de problemas para la aplicación de las herramientas.

Las razones que conllevaron al empleo de la misma, es, su factibilidad y claridad, pues ofrece una vía para el trabajo con el GeoGebra desde los primeros pasos, lo que permite sentar las bases en los estudiantes para el trabajo con el mismo.

Las principales modificaciones realizadas a esta metodología fueron:

- El taller GeoArqui contó con un solo profesor que

realizó las explicaciones bases sobre las principales herramientas del GeoGebra 3D y sus usos.

- Los estudiantes trabajaron de manera individual con el software luego de recibir las aclaraciones realizadas por el profesor.
- Se propuso como tarea del taller el diseño de un tanque prefabricado utilizado en Cuba para la distribución centralizada de agua, infraestructura base de estudio en las disciplinas de diseño correspondientes a la carrera de Arquitectura, mostrado en la figura 1.

Figura 1. Tanque prefabricado utilizado en Cuba para la distribución centralizada de agua por gravedad.



Fuente: Elaboración propia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La observación y encuesta realizada a los estudiantes evidenció que pocos educandos de la carrera Arquitectura y Urbanismo tienen conocimiento sobre el trabajo con el software GeoGebra 3D y su utilidad como herramienta de diseño.

La revisión de los planes de estudio de la carrera mostró que existen materias básicas de la profesión como Diseño y Expresión Gráfica requieren de herramientas que permiten el diseño de espacios arquitectónicos.

Luego de realizada la revisión bibliográfica, a los distintos documentos científicos de los autores que en los últimos años se han dedicado a la aplicación del GeoGebra 3D, se detectó que la modalidad de la

enseñanza aprendizaje más eficaz para desarrollar la experiencia es el taller.

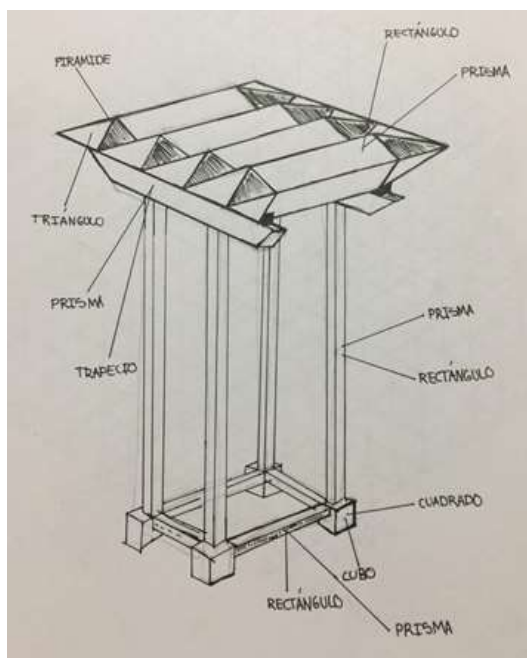
Durante el desarrollo de la primera parte del Taller se realizó un intercambio con los estudiantes referente al software GeoGebra 3D, sus herramientas y características. Por medio del debate se detectó que los estudiantes poseían poco dominio, casi nulo, de esta herramienta matemática.

El trabajo individual con el software luego de las aclaraciones realizadas por el profesor permitió la creación de las habilidades básicas en los estudiantes. Se enfatizó el empleo de las herramientas punto, prisma, segmento y polígono como herramientas clave para la resolución de la tarea propuesta por el profesor.

Para resolver la tarea orientada en la segunda parte del Taller los estudiantes:

- elaboraron un “boceto” de aquella parte del fenómeno que se quiera representar en el software,
- identificaron las formas presentes en el boceto desde un punto de vista matemático como se muestra en la figura 2 y,
- construyeron los dibujos asociados a tales formas, lo cual se muestra en la figura 3. (Bracho, 2018).

Figura 2. Formas identificadas en el boceto creado por los estudiantes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Trabajo de los estudiantes en la resolución de la tarea.



Fuente: Elaboración propia

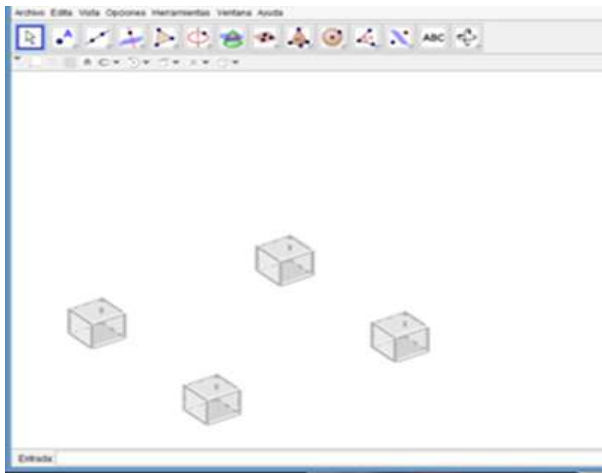
Según la secuencia de pasos anteriores y a partir del boceto obtenido del tanque prefabricado, los estudiantes procedieron a diseñar en el software GeoGebra 3D mediante la aplicación varias de sus herramientas. La tabla 1 muestra de manera resumida dicho procedimiento.

Tabla 1. Estilos a utilizar en el documento

Herramientas del Geogebra 3D	Descripción del uso de la herramienta
Punto Prisma	Se crean 4 puntos libres que den lugar a un cuadrado. A partir del mismo se hace un levantamiento de un prisma que formarán los cubos bases del tanque. (Figura 4)
Segmento Prisma	Trazar cuatro segmentos que den lugar a un cuadrado pasando por cada vértice de los prismas realizados anteriormente y, con ellos formar 4 prismas de manera horizontal para formar las vigas del cimientto. Trazar 4 prismas, uno en cada cuadrado base de manera vertical. (Figura 5)
Polígono Prisma	Trazar trapecios que sirvan de base a los prismas horizontales que formarán los soportes del tanque. Trazar pequeños prismas cuyas bases sean triángulos rectángulos que formen las piezas donde estará incrustada en la parte superior de la superestructura (vigas y columnas) e inferior del tanque. (Figura 6)
Punto Polígono	Para cada división del tanque ubicar 8 puntos que permitan formar 4 triángulos isósceles inclinados que darán lugar a los polígonos que formarán dichas divisiones. (Figura 7)

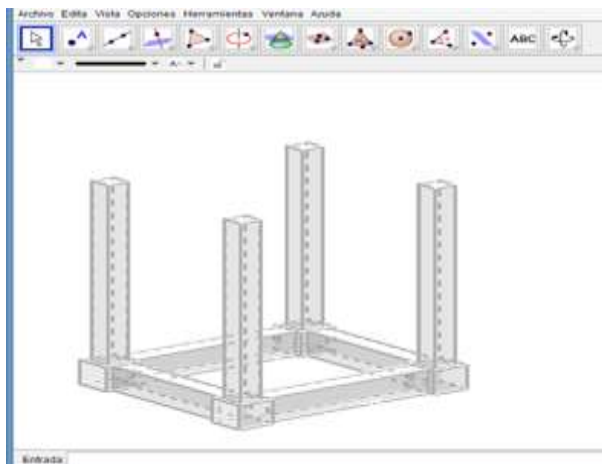
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Cubos bases del tanque.



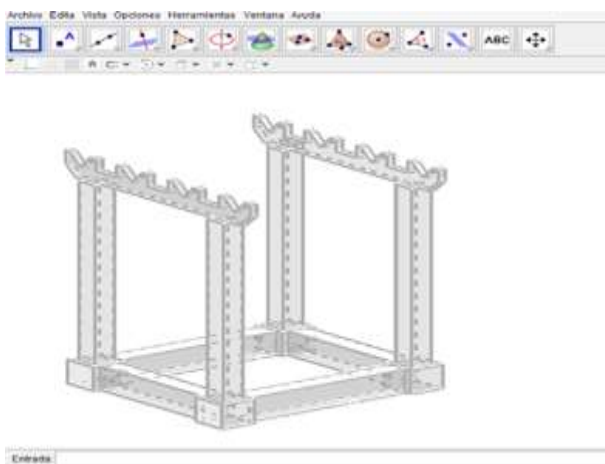
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Vigas del cimiento.



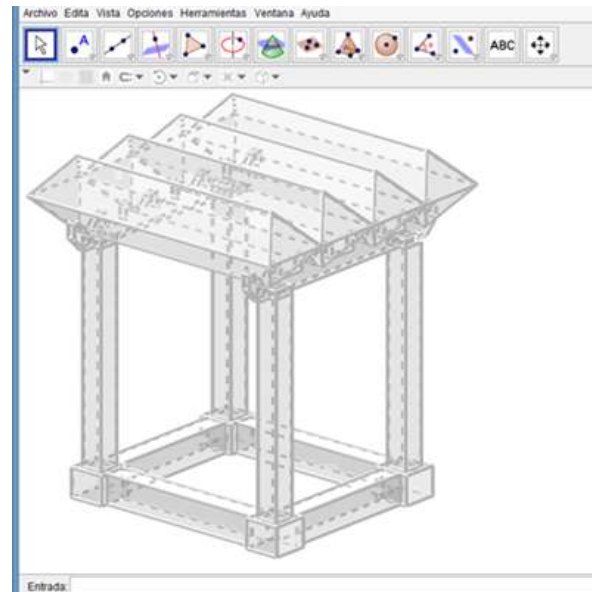
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Soportes del tanque.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Tanque obtenido con GeoGebra 3D.



Fuente: Elaboración propia

De manera general, la experiencia permitió la creación de un medio de apoyo para el diseño de espacios arquitectónicos. Las tareas orientadas durante el taller permitieron la sistematización de contenidos de geometría básica útiles para la carrera. La motivación y expectativas creadas en los estudiantes constataron la efectividad de la actividad. Los resultados obtenidos sentaron las bases para aumentar la integración de los conocimientos matemáticos en la resolución de problemáticas típicas de la profesión.

4. CONCLUSIONES

La experiencia demostró la utilidad del GeoGebra 3D como herramienta para el diseño de infraestructuras arquitectónicas. Fomentó el trabajo de habilidades con herramientas informáticas en los estudiantes. Evidenció la interdisciplinariedad de la Matemática con las demás disciplinas del plan de estudio de Arquitectura. Logró mostrar a través de pasos sencillos el procedimiento para la construcción de un tanque a partir del empleo de un software matemático. La experiencia reflejó la necesidad de fomentar el uso de software matemáticos en las enseñanzas precedentes a la Educación Superior. Permitió aumentar la motivación y el interés de los educandos por la disciplina Matemática y sus aplicaciones. Se propone ampliar el desarrollo de talleres, encuentros y experiencias que permitan a los estudiantes sistematizar el uso y manejo del GeoGebra 3D, así como sus potencialidades como herramienta para la simulación.

5. APOYOS Y AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Construcciones en la Universidad de Oriente, Cuba, quienes fueron los principales protagonistas para la realización del estudio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, G. D. (2020). Modelos en GeoGebra para el plano y el espacio. Impresión de materiales 3D para su uso en el aula. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9(1), 132-146. doi:10.23925/2237-9657.2020.v9i1p132-146
- Arancibia, G., Carvacho, M., Gaona, J., LL, T. U., Espinoza, J., Dockendorff, M., Ramírez, P. (2021). El rol de la tecnología en la formación de profesores de matemáticas y ciencias, una problemática renovada. *Revista Chilena de Educación Científica*, 22(2), 24-42. Recuperado de: <http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/artic le/view/2275/2220>
- Bracho, L. A. C. (2018). *La elaboración de simuladores con GeoGebra desde la teoría de la objetivación*. Conferencia 2018. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/326082850_LA_ELABORACION_DE_SIMULAD ORES_CON_GEOGEBRA_DESDE_LA_TE ORIA_DE_LA_OBJETIVACION?enrichId=rgr eq-511a560a0fa15e8593627a1be3fa9a0e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyNj A4Mjg1MDtBUzo2NDMxNDU5NjAyODgyNT hAMTUzMDM0OTM1NDkwMA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf
- Caro, A. F. (2015). Introducción a la geometría 3D con GeoGebra 5.0. *RECME-Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 1(1), 738-742. Recuperado de: <http://ojs.asocolme.org/index.php/RECME/arti cle/view/144/145>
- Garelik, C. E., Pugni Reta, L., Pistonesi, M. V., Martinez, M. P., & Llorens, E. (2020). *Desafío pedagógico en la Universidad Nacional de Río Negro. La Matemática Aplicada vinculada a un objeto arquitectónico*. Ponencia 2020. Recuperado de: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6166>
- Huanca Machaca, S. (2018). *Modelo de Estrategias usando el Software Geogebra para Mejorar la práctica Pedagógica de la Enseñanza de la Geometría en los Docentes de Matemática 2° de Educación Secundaria de la Ciudad de Tacna*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/6914>
- Madrid, M. J. (2015). Enseñando Geometría: Geogebra 3D en la formación para maestros. *Epsilon*, 2(90), 31-38. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11162/209268>
- Ortiz Lozada, A. (2019). *Software Geogebra 3D en el aprendizaje de la descripción de superficies en el curso de Matemática Analítica 3 en estudiantes del tercer ciclo de la carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3830>
- Ponce, M. T. A., & Quinteros, A. N. H. (2022). Los programas gráficos como una opción para la expresión y creación en diseño arquitectónico. *Ciencia Sur*, 7(9), 7-22. Recuperado de: <http://dicyt.uaajms.edu.bo/revistas/index.php/ci encia-sur/article/view/1435/1431>
- Prieto, J. L. (2016). GeoGebra en diferentes escenarios de actuación. *Revista Electrónica Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, 7(14), 9-23. Recuperado de: <https://convite.cenditel.gob.ve/revistadic/inde x.php/revistadic/issue/view/178>
- Prieto, J. L., Castillo, L. A., & Márquez, M. (2020). Formas de colaboración humana entre profesores y alumnos durante la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34, 199-224. doi:10.1590/1980-4415v34n66a10
- Ron Pumisacho, E. A. (2022). *Uso de GeoGebra en el aprendizaje de Trigonometría Quito*. (Tesis de Maestría). Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito. Recuperado de: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2787>
- Santamaría, B. A. R. (2021). GeoGebra en 2D y 3D como recurso didáctico en un curso de integración múltiple: una experiencia de enseñanza-aprendizaje. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 21(1), 1-18. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/journal/6079/607963609003/607963609003.pdf>

Yero, H. A. T., & Batista, C. M. (2018). Software educativo para el entrenamiento en temas de riesgos y manejo integrado de zonas

costeras. *Arquitectura y Urbanismo*, 39(3), 113-123. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/journal/3768/376858947010/376858947010.pdf>