

Una experiencia didáctica con GeoGebra 3D: Diseño de una parada de transporte

An educational experience with GeoGebra 3D: Design of a transportation stop

Jorge Luis Montero-Bizet

✉ jorge.monterob@uo.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-8911-4471>

Universidad de Oriente, Cuba.

Resumen

La educación universitaria enfrenta desafíos que le exigen progreso científico, tecnológico e innovación didáctica. La implementación de software 3D en la enseñanza de la geometría mejora la comprensión de los alumnos y amplía los conocimientos didácticos del profesorado. El objetivo de este trabajo es demostrar la potencialidad del GeoGebra 3D como herramienta didáctica para la resolución de problemáticas sociales mediante el diseño de infraestructuras del transporte. Mediante la observación, revisión de alcance y entrevista se realizó una investigación descriptiva de desarrollo. La experiencia se desarrolló con alumnos de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Oriente mediante un Taller denominado “GeoBus”. Como resultado a partir de una secuencia de tareas los estudiantes diseñaron en el software una parada de autobús. La experiencia demostró la utilidad del GeoGebra 3D para el diseño de infraestructuras del transporte, motivó a los estudiantes hacia el estudio de contenidos matemáticos.

Palabras clave: diseño, infraestructura de transportes, software, tecnología educacional, transporte público

Abstract

University education faces challenges that demand scientific progress, technological advancement, and didactic innovation. The implementation of 3D software in geometry teaching improves students' understanding and enhances teachers' didactic knowledge. The objective



of this work is to demonstrate the potential of GeoGebra 3D as a didactic tool for solving social problems through the design of transport infrastructure. Through observation, scoping review, and interviews, a descriptive developmental research was conducted. The experience was carried out with students from the Architecture and Urbanism program at the University of Oriente through a Workshop called "GeoBus." As a result, based on a sequence of tasks, the students designed a bus stop using the software. The experience demonstrated the usefulness of GeoGebra 3D for the design of transport infrastructure and motivated students toward the study of mathematical content.

Keywords: design, transportation infrastructure, software, educational technology, public transportation

Introducción

La integración de tecnologías emergentes en la educación ha transformado los enfoques pedagógicos, especialmente en la enseñanza de las matemáticas y la geometría. Lograr la formación de profesionales competentes y estrechamente vinculados con los cambios y avances tecnológicos, enfocados en la resolución de problemáticas sociales, es una de las metas más importantes para los profesores del sistema educacional cubano. En la Universidad de Oriente, ubicada en la provincia de Santiago de Cuba, Cuba, se potencia la realización de actividades docentes y extradocentes para fomentar las habilidades de los estudiantes con softwares y programas informáticos mediante el trabajo con acciones de impacto social.

En los últimos años, diversos investigadores han explorado las potencialidades del software GeoGebra 3D en la enseñanza de la geometría y la matemática, tanto desde la perspectiva de la visualización espacial como en la aplicación a contenidos específicos.

Morales y Lozano (2025) demuestran, mediante un diseño cuasi-experimental con grupo control, que la integración de GeoGebra 3D con realidad aumentada mejora significativamente la inteligencia espacial en estudiantes de secundaria, especialmente en habilidades de visualización y rotación espacial. En la misma línea, Zambrano (2025) destaca la eficacia de estrategias didácticas basadas en realidad aumentada para fortalecer el pensamiento geométrico en educación básica y media, mientras que Guauque et al. (2024) proponen unidades didácticas

con GeoGebra 3D y realidad aumentada para potenciar el pensamiento espacial y los sistemas geométricos en estudiantes de quinto grado. Por su parte, Da Silva (2023) explora cómo los modos de pensamiento visual-espacial son influenciados por la inserción de la Calculadora GeoGebra 3D y la realidad aumentada en un taller sobre pirámides de Egipto, reportando diferencias significativas en la percepción visual-espacial de los participantes.

En el ámbito de la aplicación a contenidos específicos, De Sousa (2022) presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de las cuádricas en Geometría Analítica utilizando GeoGebra 3D, con énfasis en la transposición didáctica a través de la visualización geométrica. Moncada (2020) explora las posibilidades técnicas del software para la construcción de superficies no convencionales y sólidos, orientado al cálculo multivariable. En el contexto del diseño arquitectónico, Bizet et al. (2023) muestran una experiencia directa desde la asignatura de Matemática, empleando GeoGebra 3D para el diseño de un tanque prefabricado, lo que demuestra su utilidad como herramienta de diseño en la carrera de Arquitectura.

La infraestructura de transporte terrestre constituye un elemento fundamental para el desarrollo, la inclusión y la mejora de la calidad de vida de la sociedad (Sangroni et al., 2021). En el contexto cubano, la compleja situación del transporte existente en la actualidad aumenta la necesidad de realizar acciones que minimicen las molestias que estas problemáticas provocan en la población.

Pérez et al. (2021) analizan la gestión del transporte público en Holguín, partiendo de la premisa de que este servicio es indispensable para la calidad de vida en las ciudades. Las paradas de autobuses, en tanto estructuras de mobiliario urbano, brindan comodidad y seguridad a las personas durante la espera del transporte (Rocano, 2022). En Cuba, el arquitecto Max Borges Recio diseñó algunas de las paradas más emblemáticas de La Habana, combinando estética y funcionalidad, aunque la mayoría de los estudios se han centrado en su dimensión estética o funcional básica, sin abordar su resistencia ante fenómenos climáticos o su adaptación a contextos de escasez de recursos (Moreira, 2022).

Si bien los autores citados ofrecen aportes valiosos desde la gestión del transporte, el diseño urbano y la funcionalidad de las paradas, se identifica un vacío de conocimiento en la literatura especializada: la ausencia de estudios que aborden el diseño de paradas de autobuses desde

una perspectiva integral que combine la funcionalidad estructural, la eficiencia en el uso de recursos y la resistencia a condiciones climáticas adversas, particularmente en el contexto cubano.

Luego del paso del Huracán Melissa, en octubre de 2025, por la zona oriental de Cuba muchas de las paradas existentes sufrieron afectaciones parciales o totales lo que acrecentó las dificultades ya existentes en la transportación. Para contribuir al proceso de restablecimiento de normalidad luego de este desastre natural la comunidad universitaria llevó a cabo labores sociales e investigaciones para brindar soluciones a los nuevos desafíos creados. Los estudiantes de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Oriente diseñaron, en el GeoGebra 3D, una parada de bus segura para resguardar nuevamente a la población de las condiciones climáticas diarias y a su vez resistente al paso de futuros fenómenos meteorológicos. El propósito de este trabajo es demostrar la potencialidad del GeoGebra 3D como herramienta didáctica para la resolución de problemáticas sociales mediante el diseño de infraestructuras del transporte.

El empleo de diferentes métodos e instrumentos permitió llevar a cabo una investigación descriptiva de desarrollo. La observación para detectar las áreas afectadas por el huracán de mayor concentración poblacional donde las paradas de autobuses son más requeridas. La entrevista a la población para conocer el impacto real que provoca la ausencia de esta infraestructura en su desarrollo cotidiano. Para la identificación de los requerimientos constructivos y los métodos de diseño de paradas de autobuses, se llevó a cabo una revisión de alcance.

La investigación se desarrolló durante el mes de diciembre de 2025 en la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. El trabajo formó parte de las actividades del grupo científico estudiantil “GeoArqui” como parte de las labores encaminadas a la recuperación luego del paso del Huracán Melissa. Este grupo constituye una de las agrupaciones extensionistas dedicadas a la investigación existentes en este centro de educación superior cubano. Sus líneas de trabajo se enfocan en el empleo del software GeoGebra 3D para el diseño de estructuras. Para dar cumplimiento a esta tarea se realizó un taller denominado “GeoBus” el cual contó con cuatro sesiones. En este taller participó un profesor del departamento de Matemática Aplicada y cinco estudiantes de las carreras Arquitectura y Urbanismo.

Sesión 1: En el primer encuentro se analizaron las principales acciones a llevar a cabo por el grupo para apoyar las labores de rehabilitación. Se acordó ir a las comunidades para identificar las áreas más necesitadas de paradas de autobuses, así como las paradas cuya infraestructura soportaron los embates del fenómeno meteorológico.

Sesión 2: En esta reunión se mostraron las fotografías realizadas durante la investigación en el terreno y se llevó a cabo un debate para definir el modelo de parada más adecuado para garantizar la seguridad y comodidad de la población. Una vez seleccionada la infraestructura a modelar el profesor encargado hizo un repaso de las principales herramientas y consideraciones necesarias para llevar a cabo el diseño en el GeoGebra 3D.

Sesión 3: Los estudiantes crearon los bocetos de la parada de autobús para identificar las formas geométricas y recursos necesarios en el GeoGebra 3D. Posteriormente trabajaron en equipo con el software para realizar el diseño de la infraestructura.

Sesión 4: En la última sesión se presentó el trabajo a profesores de la carrera y ejecutivos de la Universidad de Oriente como punto de partida para restaurar las paradas de autobuses perdidas. Durante el encuentro se realizaron sugerencias para mejorar la iniciativa y se reconoció la importancia y utilidad de esta tarea.

Desarrollo

La educación universitaria enfrenta desafíos estructurales en cuanto a los sistemas de calidad, nacionales e internacionales, que le exigen progreso científico, tecnológico e innovación didáctica de manera integrada en las funciones sustantivas de la proyección universitaria. Actualmente, los entornos educativos universitarios incorporan innovación tecnológica en los procesos didácticos, tanto en cursos presenciales con apoyo tecnológico, cursos semipresenciales blended learning y virtuales (Araya y Majano, 2022).

En el aula se presentan retos significativos para los docentes que imparten matemática debido a la abstracción de sus conceptos y la dificultad de visualización, modelación, tridimensional (Márquez et al., 2024). Estas deficiencias en la práctica educativa se deben a múltiples factores, como el desconocimiento de metodologías que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje, la falta de técnicas adecuadas, y la resistencia a adaptarse a los cambios que demanda la

sociedad. Esto provoca que los estudiantes continúen su formación sin adquirir aprendizajes verdaderamente significativos. Por ello, se ha identificado la necesidad de implementar nuevas ideas y metodologías que ayuden a los estudiantes a desarrollar y poner en práctica todos sus sentidos, especialmente su capacidad de abstracción (Leon y Guachun, 2024).

La realidad aumentada, cuando se integra como núcleo de la experiencia didáctica, favorece de manera significativa la comprensión de los conceptos geométricos y el fortalecimiento del pensamiento espacial (Zambrano, 2025). El uso de las TIC en educación, como el software 3D, puede proporcionar conocimientos, habilidades, estrategias, motivación para abordar los desafíos de la enseñanza de la matemática, facilitando la comprensión y el interés en la enseñanza de la geometría (Márquez et al., 2024). (Leon y Guachun, 2024) afirman que las secuencias didácticas para la asignatura de Matemática, y en particular para Geometría, benefician el proceso educativo pues ayudan a los docentes a mejorar su práctica en el aula, optimizando sus planificaciones y el uso del tiempo.

Diversos autores han analizado el impacto de la tecnología y las estrategias didácticas en la educación. Araya y Majano (2022) estudian la incorporación de tecnologías virtuales en la educación universitaria en Costa Rica. Zambrano (2025) evalúa la eficacia de la realidad aumentada para la enseñanza de la geometría, señalando su aporte a la visualización espacial y al pensamiento geométrico en niveles básico y medio. Márquez et al. (2024) proponen una estrategia con software 3D para capacitar a docentes de Nivel Medio Superior, mejorando sus competencias para abordar conceptos geométricos. En conjunto, estos trabajos coinciden en que dichas herramientas fortalecen el pensamiento espacial y el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Formar profesionales conocedores, desde su paso por las universidades, del empleo de programas tecnológicos e íntimamente vinculados a los constantes avances y cambios de la era actual garantiza el éxito y calidad de los futuros proyectos de los cuales estarán encargados. La Tecnología Educativa tiene un papel importante para garantizar la calidad de la formación de profesionales de la Educación Superior, considerando su papel mediador como componente didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje (Naranjo et al., 2022, p.5).

Lograr la preparación y actualización de los docentes sobre los avances tecnológicos y las

herramientas educacionales es una herramienta clave para lograr la correcta formación de los educandos. La educación terciaria debe adaptarse a estos cambios para optimizar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como un valioso recurso didáctico para el desarrollo de las clases (Santamaría, 2021).

Los estudiantes de la carrera Arquitectura y Urbanismo deben contar dentro de su programa de estudio con modalidades y vías que potencien el uso de software y herramientas para la realización de tareas de diseño. Los softwares de diseños son herramientas de vital importancia para aumentar la rapidez, efectividad y calidad de los trabajos arquitectónicos. Dentro de los asistentes matemáticos que brindan mayores beneficios para el diseño y modelado se encuentra el GeoGebra 3D. GeoGebra es un software de matemáticas dinámicas para todos los niveles educativos que reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un solo programa fácil de usar. Se ha convertido en el proveedor líder de software de matemática dinámica, apoyando la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM: Science Technology Engineering and Mathematics) y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje en todo el mundo (Santamaría, 2021, p.5).

Potenciar el empleo del GeoGebra 3D para la realización de tareas, desde la base matemática de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, garantiza el fortalecimiento de las habilidades de los estudiantes para los posteriores proyectos de dibujo, que enfrentarán en su plan de estudio y posterior vida laboral. Esta herramienta permite agilizar el aprendizaje en tres dimensiones de manera visual, fortaleciendo el proceso educativo que impulse la investigación científica, la innovación tecnológica, la transferencia de tecnologías, la creatividad y el emprendimiento para alcanzar un mayor desarrollo social, económico, cultural y humano (Hermosillo y López, 2020, p.7).

El enorme potencial del GeoGebra surge de la importancia de incorporar el laboratorio de cómputo en los procesos didácticos de la educación superior. No se limita solo a las áreas de informática, sistemas computacionales o diseño gráfico, por mencionar algunas. Se destaca por su capacidad para fomentar la búsqueda y la investigación como medios de aprendizaje matemático. Este programa tecnológico posibilita abordar problemas que serían difíciles de manejar sin su ayuda, permitiendo un enfoque experimental en la enseñanza de las

matemáticas. Puede abrir nuevas perspectivas y mejorar significativamente la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos (Casa et al., 2024). Es un elemento mediador entre el alumno y el conocimiento matemático, objeto de estudio (Arteaga et al., 2019).

La integración de las TIC y, en particular, del software GeoGebra, en la enseñanza de las matemáticas ha sido ampliamente abordada en la literatura reciente (Arteaga et al., 2019). Sin embargo, la mayoría de los estudios se centran en experiencias aisladas y en niveles educativos concretos, sin ofrecer una visión transversal que permita extraer conclusiones globales sobre su efectividad. En el presente trabajo se asume como referente principal el enfoque de Arteaga et al. (2019), quienes sientan las bases conceptuales sobre el uso de herramientas digitales en el aula de matemáticas, si bien se considera necesario matizar sus planteamientos a la luz de investigaciones más recientes y contextualizadas.

En el ámbito universitario, Gámez (2011) desarrolla un taller para la creación de recursos didácticos interactivos con GeoGebra, orientado a la enseñanza de la Estadística. Aunque su propuesta resulta valiosa por su carácter práctico, adolece de una evaluación rigurosa de su impacto real en el aprendizaje de los estudiantes, limitándose a una descripción del proceso de creación. Esta carencia metodológica reduce su alcance como evidencia sólida.

En la educación básica, Peñaloza (2020) analiza el impacto del GeoGebra en la resolución de problemas con fracciones propias en estudiantes de quinto grado, obteniendo resultados positivos en la comprensión de estructuras aditivas. No obstante, su trabajo se circunscribe a un único centro educativo y a una muestra reducida, lo que limita la generalización de sus conclusiones. Por su parte, Sánchez (2022) aborda una población con necesidades específicas (estudiantes con TDAH), proponiendo actividades con GeoGebra para reforzar operaciones básicas. Si bien su enfoque inclusivo es loable, la investigación carece de un grupo de control que permita atribuir los avances exclusivamente al software.

En el nivel medio superior, Guauque et al. (2024) proponen una estrategia basada en GeoGebra 3D con realidad aumentada para potenciar el pensamiento espacial y los sistemas geométricos. Esta es, de todos los trabajos revisados, la que más se aproxima a los objetivos del presente estudio, por su uso de herramientas tridimensionales y su enfoque en la visualización espacial. No obstante, los autores no profundizan en la formación docente necesaria para implementar

dicha estrategia. Si bien todos los autores citados ofrecen aportes valiosos, se asume como principal referente el enfoque de Guauque et al. (2024), por su afinidad temática, y se toman de los demás aquellos elementos metodológicos que refuerzan la validez de la investigación.

Diversos autores han explorado las aplicaciones del GeoGebra 3D en el ámbito matemático y de diseño, aunque con enfoques muy dispares. Moncada (2020) se centra en las posibilidades técnicas del software para la construcción de superficies no convencionales, orientado al cálculo multivariable; no obstante, su aplicación queda restringida a un nivel matemático avanzado que no siempre se corresponde con las necesidades del diseño arquitectónico. Acosta y Páez (2024) abordan el diseño de tareas profesionales desde perspectivas geométricas clásicas, pero dirigen su propuesta a la formación de profesores, distanciándose del uso directo por parte de diseñadores. Saquimux (2025) presenta una propuesta didáctica para resolver problemas de electrostática 2D, cuya bidimensionalidad limita su transferencia al modelado 3D de infraestructuras.

En contraste, Bizet et al. (2023) muestran una experiencia directamente vinculada a la Arquitectura, al emplear GeoGebra 3D para el diseño de un tanque prefabricado, demostrando su utilidad en la concreción de elementos constructivos reales. Se coincide plenamente con este último enfoque por su orientación práctica, mientras que se discrepa de las posturas que reducen el GeoGebra 3D a un mero recurso didáctico abstracto. En consecuencia, el presente estudio asume como base fundamental la experiencia de Bizet et al. (2023), complementándola con los fundamentos técnicos de Moncada (2020) para fortalecer el dominio operativo de la herramienta.

El transporte constituye una necesidad fundamental para la movilización de las personas en sus actividades cotidianas (trabajo, estudio, ocio y otras) que inciden directamente en la mejora de la calidad de vida de la sociedad. Esta infraestructura no solo posibilita el desplazamiento de los ciudadanos, sino que también sostiene la producción industrial, garantiza el abastecimiento de agua a hogares y tierras de cultivo, facilita las comunicaciones y respalda la educación (Salvador y Mendoza, 2021, p. 3). Se coincide con estos autores en la amplitud de funciones, aunque se considera que su enumeración omite el papel de la movilidad en el acceso a la salud y la cohesión social.

Para garantizar el desarrollo sostenible de cualquier asentamiento, rural o urbano, resulta imprescindible el correcto funcionamiento e interconexión de todas las arterias vinculadas al sector. No obstante, al abordar las infraestructuras de transporte en sentido amplio, no se alude únicamente a la red vial, sino también a componentes complementarios: paradas, terminales, señalización y espacios de transferencia, que articulan la red con los asentamientos y, al planificarse adecuadamente, potencian la intermodalidad (Flores et al., 2020, p. 4). Este enfoque integrado es el que se asume como base del presente estudio, por su visión sistémica y no meramente infraestructural

Las Administraciones Públicas deben hacer y comprometerse con arduos esfuerzos en la mejora de estos componentes para mejorar continuamente la calidad de vida de los ciudadanos (Duque et al., 2020, p.5). Cuando la calidad de vida está siendo afectada por la percepción de las diferentes características de un servicio de uso diario es una evidencia de que aquellos factores que sean significativos para explicar la insatisfacción con el transporte público deben ser atendidos y mejorados (Zúñiga y Allen, 2021, p.11).

La planificación de las infraestructuras de transporte comprende dos elementos esenciales: infraestructura vial e infraestructuras intermodales en los nodos de transporte. “El sistema de transporte, desde la perspectiva de su mayor integración modal, requiere de infraestructuras intermodales en los nodos de intercambio de transporte” (Flores et al., 2020, p.5).

Dentro de los elementos de la infraestructura vial del transporte, el más relevante es la parada de bus, que sirve como un punto de encuentro, comunicación y relación entre diferentes lugares. Las paradas de bus, o estaciones de bus, son infraestructuras creadas para la concentración de personas y para la espera de las diferentes líneas de transporte público colectivo. Genera un conjunto de mecanismos adecuados para el ajuste de la forma como se presta dicho servicio en las ciudades (Villavicencio, 2022).

La presencia de una señal de estación de bus es considerada, en el caso latinoamericano, como suficiente para el acceso a los diferentes medios de transporte público, creando las condiciones de seguridad y confort que son necesarias para el acceso digno al sistema de transporte (Flores et al., 2020). La accesibilidad con transporte público es un ingrediente indispensable en un modelo de ciudad sostenible (Aloy et al., 2020).

La disponibilidad de una adecuada infraestructura y una dotación de servicio de transporte público urbano, que permitan movilizar a personas y los bienes de manera segura, eficaz y económica, se integra innegablemente a las necesidades básicas de la población. Una adecuada infraestructura genera un desarrollo económico en cualquier territorio (Villavicencio, 2022).

El crecimiento urbano acelerado ha aumentado a su vez la demanda de los servicios de transporte público. Las dificultades existentes actualmente para la inversión en la infraestructura vial, unida al crecimiento demográfico provocan una congestión por el crecimiento del parque automotor, que no solo afecta a los usuarios de vehículos particulares, sino que provoca impactos negativos sobre la población y la vida social urbana de un territorio. (Villavicencio, 2022, p.2).

Todo proceso inversionista requiere de un estudio preliminar que garantice la rentabilidad de la operación. Invertir en infraestructura del transporte puede ser considerado un negocio rentable; sin embargo, depende de muchos factores, entre ellos, la estabilidad del país destino, o, incluso el grado de participación que se vaya a tener (Munguía et al., 2020, p.10). El diseño de las infraestructuras de transporte constituye uno de los aspectos preliminares para considerar una inversión en este sector. La utilización de soportes y medios digitales es una de las herramientas más utilizadas para realizar diseños. En la actualidad se vive en un mundo en constante cambio, donde los avances científicos y tecnológicos son el resultado de la investigación. Estos avances obligan a la humanidad para superar los desafíos de manera continua (Casa et al., 2024).

En los últimos años diversos autores han abordado temas relacionados con la importancia de las paradas de autobuses para la sociedad. Valdes (2020) da a conocer la situación actual de una comunidad ubicada en México la cual carece de un sistema de transporte público última milla que no contribuya con la generación de emisiones contaminantes para proponer una solución a base de bicitaxis. Para el desarrollo de la investigación visitó la zona de estudio y observó los acontecimientos de primera mano, esto confirmó el gran impacto negativo de esta problemática en el medio ambiente y en la sociedad.

Demera y Ponce (2023) aportan reflexiones sobre algunos de los hitos que se han planteado en la búsqueda de mejorar el transporte público urbano a través de implementar sistemas

de transporte inteligente y paradas de autobús inteligentes. La evaluación contuvo recomendaciones para sistemas de transporte inteligente, tecnología de seguimiento y monitoreo, asistente para pasajeros, herramientas tecnológicas, dispositivos IoT y buses inteligentes, para ser aplicados dentro del contexto de transporte público en el ámbito urbano. Las reflexiones presentadas pueden servir de base para la implementación de paradas de buses inteligentes, sistemas de transporte inteligente o desarrollo de futuros proyectos en ciudades con visión de convertirse en inteligentes.

Cadena (2023) presenta una propuesta para complementar y enriquecer el paisaje urbano existente, ofreciendo una alternativa que refleje la identidad cultural y promueva una mayor conexión entre la comunidad y su entorno. Reconoce el valor y la funcionalidad de las paradas de autobús actuales, y explora formas de mejorarlas y hacerlas más relevantes desde una perspectiva cultural y estética.

Descripción de la experiencia didáctica

Los estudiantes entrevistaron a 80 ciudadanos pertenecientes a diferentes sectores de la sociedad para conocer el impacto que ocasionan la ausencia de las paradas de autobuses en su día a día. Los resultados de dicha entrevista se muestran en la Figura 1. Se evidencia que la ausencia de paradas de autobuses no es un problema menor de infraestructura, sino un factor multiplicador de desigualdades que afecta la movilidad, la seguridad y la economía. Los testimonios recogidos reflejan una realidad que ha sido documentada en otros contextos: las paradas de autobuses son el punto de partida del ciclo de percepción de la calidad del servicio, y su ausencia profundiza la vulnerabilidad de los sectores más desfavorecidos.

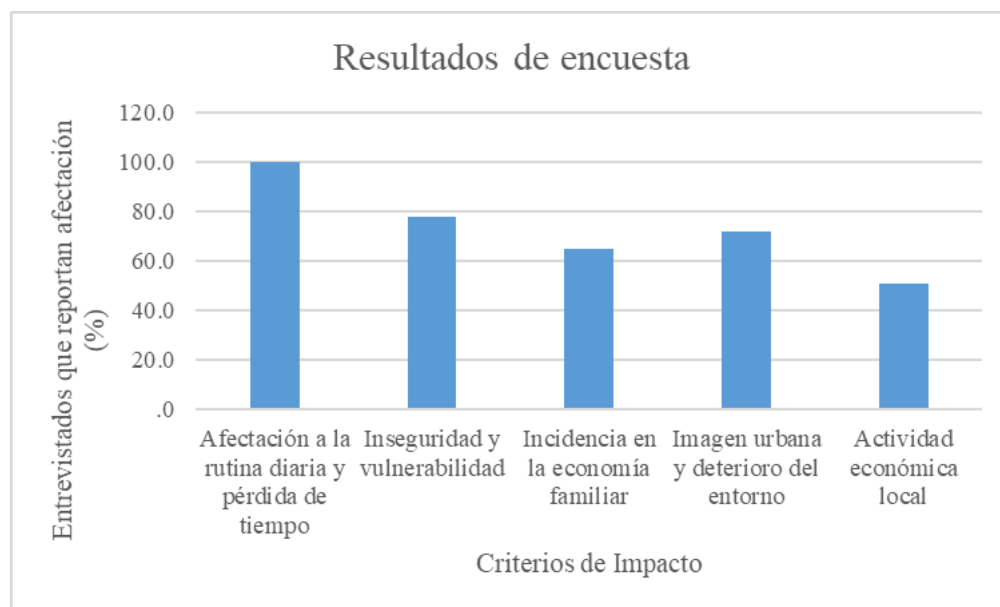


Figura 1

Resultados de la encuesta realizada a la población de Santiago de Cuba.

Durante el desarrollo de la primera sesión del taller se pudo comprobar la disposición del equipo para contribuir con las tareas de recuperación tras el paso del Huracán Melissa. En este encuentro se decidió utilizar los conocimientos de los estudiantes en el software GeoGebra 3D para solucionar alguna de las problemáticas originadas tras este fenómeno. Se acordó trabajar en el diseño de una parada de autobús al ser esta una de las problemáticas sociales que afectaban directamente a la comunidad universitaria.

Los estudiantes, con dominio previo del GeoGebra 3D adquirido en talleres anteriores, participaron en un debate para analizar los resultados del trabajo de campo. En él se identificaron las áreas donde las paradas desaparecieron totalmente (Figura 2) y los dos modelos que mejor resistieron el huracán (Figura 3). A partir de esta información, se acordó diseñar un modelo combinado que integrara asientos para los usuarios y redujera el consumo de cemento y otros materiales. Posteriormente, el profesor guio una discusión sobre los comandos específicos del software necesarios para la recreación del modelo seleccionado.



Figura 2

Terreno de la Comunidad Antonio Maceo en Santiago de Cuba donde existía una parada de autobús antes del paso del Huracán Melissa



Figura 3

Tipos de paradas de autobuses existentes en la localidad de Versalles del municipio de Santiago de Cuba que resistieron el paso del Huracán Melissa

En la tercera sesión se creó un boceto empleando una escala, para garantizar el correcto dimensionamiento de la estructura. De manera analítica se identificaron las principales formas

presentes en el boceto para relacionar las herramientas del software GeoGebra 3D necesarias para crear el diseño de la parada. La Figura 4-a, muestra el trabajo de los estudiantes durante la creación del boceto, la Figura 4-b muestra el boceto culminado.

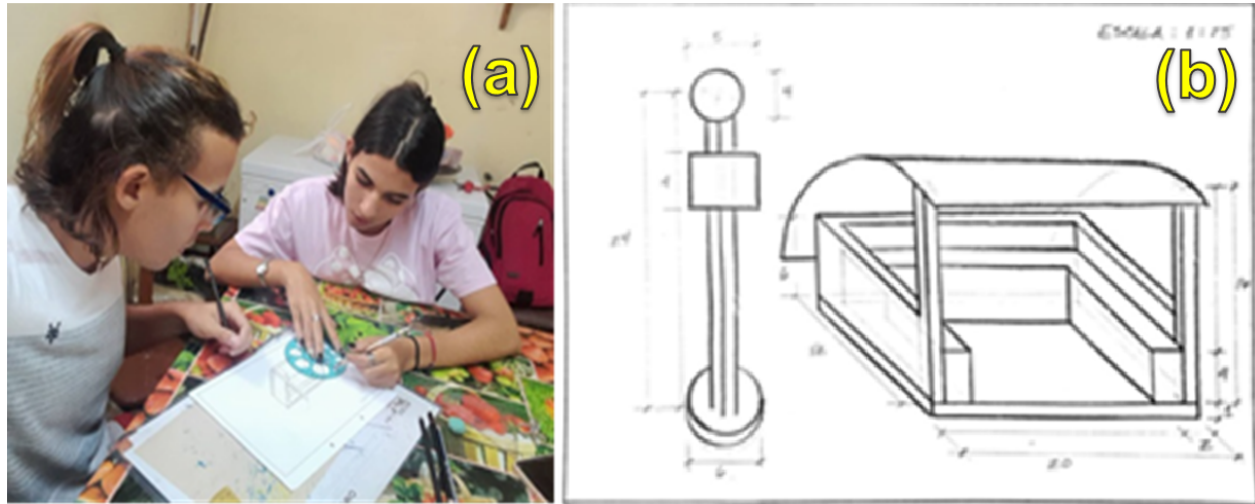


Figura 4

Trabajo de los estudiantes en la creación del boceto y vista del boceto culminado

El proceso de modelado de la parada y su señal se estructuraron en cuatro fases, utilizando las herramientas geométricas del software y configurando parámetros de visualización que permitieran un análisis integral de la estructura desde múltiples perspectivas. Para facilitar la manipulación de la vista tridimensional, se empleó el comando "Vista 3D" y se configuró un deslizador de ángulo (α) para la rotación axial alrededor del eje Z, así como un deslizador de inclinación (β) para ajustar la elevación de la cámara, lo que permitió examinar la simetría, proporción y funcionalidad de cada componente en tiempo real. Adicionalmente, se activó la herramienta "Rotación axial" para generar vistas dinámicas que facilitaran la identificación de posibles interferencias estructurales. Los procedimientos para el diseño de la parada y su señal realizado por los estudiantes se resumen en las Tablas 1 y 2. En las Figuras 5 y 6 se muestran las vistas obtenidas en el software en cada fase.

Tabla 1

Procedimiento para diseñar las estructuras visuales de la parada de autobuses.

Fase	Herramientas utilizadas	Descripción del procedimiento	Configuración de visualización y parámetros
Creación de la base y delimitación del área	• Punto • Polígono • Prisma o cilindro desde su base • Cilindro • Intersección entre dos superficies • Segmento	Se definieron cuatro puntos en el plano XY y se generó la base cuadrangular con la herramienta Polígono. Sobre ella, se aplicó Prisma desde su base para levantar la plataforma. Para acotar el espacio de diseño, se insertó un cilindro cuyas circunferencias bases coincidieran con el radio de las columnas. Se intersectó el plano de la base con una de las circunferencias del cilindro (Intersección entre dos superficies) para delimitar el área de trabajo. Un Segmento marcó el límite longitudinal de la zona protectora.	• Vista 3D activada. • Cuadrícula 3D visible para precisión. • Vista ortográfica inicial fijada. • Deslizador α (ángulo de rotación axial, 0°-360°) para orientación dinámica. • Deslizador β (ángulo de inclinación de la cámara, 0°-90°) para elevación de la vista. (Figura 5-a)

Fase	Herramientas utilizadas	Descripción del procedimiento	Configuración de visualización y parámetros
Levantamiento de la estructura principal	• Punto • Polígono • Prisma o cilindro desde su base • Deslizador (parametrización)	Repitiendo el procedimiento anterior (punto → polígono → prisma), se modelaron: dos columnas delanteras, paredes laterales, panel trasero y asientos. Para cada elemento, se introdujeron coordenadas manuales ($z =$ constante) y se parametrizaron alturas y profundidades mediante deslizadores.	• Deslizador h (altura de columnas, 2.5 m). • Deslizador d (profundidad de asientos, 0.5 m). • Herramienta "Rotación axial" fijada a 30° para verificar alineación. • Estilo de dibujo: "Sombreado" para visualizar volúmenes. (Figuras 5-b y 5-c)
Generación de la cubierta y vigas de protección	• Punto • Perpendicular • Intersección • Segmento • Arco • Deslizador (parametrización)	Sobre una de las circunferencias base del cilindro se situaron puntos auxiliares. Desde estos, se trazaron Perpendiculares hacia la otra circunferencia base y se calcularon sus Intersecciones, obteniendo los vértices de las vigas. Las formas curvas de la cubierta se definieron con Segmentos y Arcos.	• Deslizador r_viga (radio de curvatura de vigas, 0.8 m). • Vista en perspectiva (ángulo 45°) para realismo. • Alternancia entre modos "Sombreado" y "Estructura alámbrica" para análisis topológico. • Rotación axial dinámica (α vinculado al deslizador) para recorrido 360°. (Figura 5-d)

Fase	Herramientas utilizadas	Descripción del procedimiento	Configuración de visualización y parámetros
Configuración final de la vista y exportación	• Comando "Vista 3D - Estilo de dibujo" • Proyección en perspectiva • Herramienta de rotación axial • Deslizadores α y β	Una vez completado el modelo, se ajustó el estilo de dibujo para alternar entre "Sombreado" y "Estructura alámbrica". Se activó la proyección en perspectiva con ángulo de 45° para obtener una representación más realista. Se combinaron los deslizadores α y β con la rotación axial para generar secuencias de capturas desde diferentes posiciones.	• Vistas fijas guardadas: frontal, lateral, superior e isométrica (45°). • Exportación de imágenes en formato PNG con resolución 300 dpi. • Animación con deslizador α para video de rotación (opcional). (Figura 5-e)

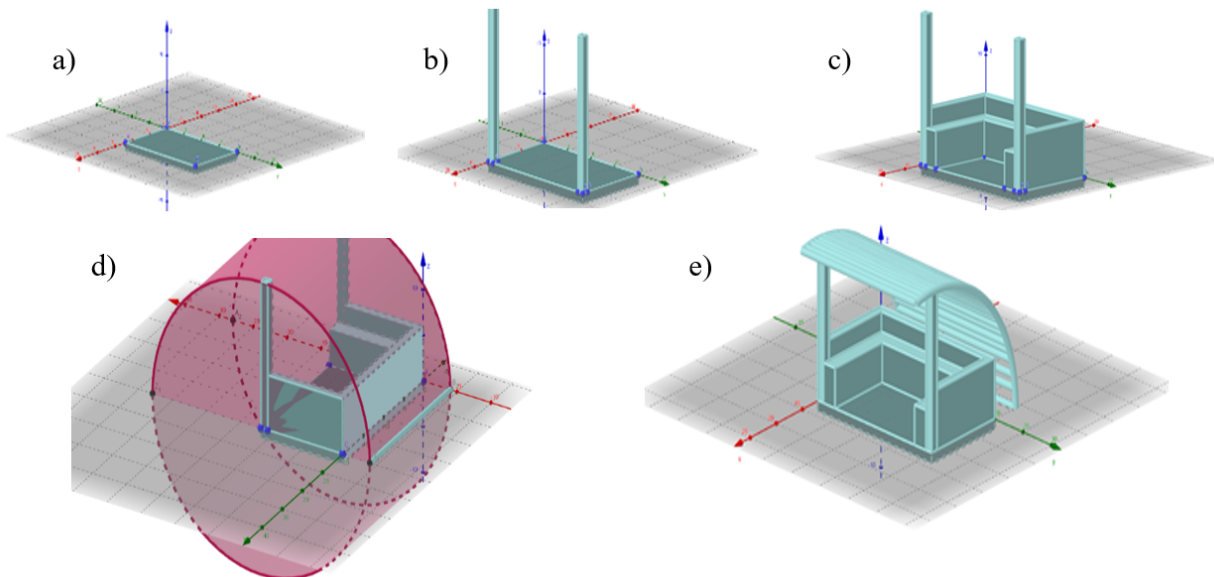


Figura 5

Vistas de las fases de creación de la parada de autobús en el GeoGebra 3D.

Tabla 2

Procedimiento para diseñar la señal de la parada de autobuses.

Fase	Herramientas	Descripción del procedimiento	Configuración de
	utilizadas		visualización y parámetros
Creación del poste	• Punto • Polígono • Prisma o cilindro desde su base	Se definieron cuatro puntos en el plano XY para trazar un polígono rectangular que constituye la base del poste. Sobre este polígono se aplicó la herramienta Prisma desde su base para levantar el poste vertical hasta la altura deseada (introduciendo la coordenada z manualmente).	• Vista 3D activada desde el menú Vista → Vista 3D. • Cuadrícula 3D visible para alinear los puntos. • Vista ortográfica inicial (frontal) para precisión en el levantamiento. • Deslizador α (ángulo de rotación axial, 0°–360°) vinculado a la herramienta Rotación axial para observar el poste desde todos los ángulos. • Deslizador β (ángulo de inclinación de la cámara, 0°–90°) para ajustar la elevación de la vista. (Figura 6-a)
Creación de la señal (placa)	• Punto • Polígono	Sobre la cara frontal del poste, se definieron nuevos puntos que dibujan el contorno de la señal (rectángulo, cuadrado o forma circular) utilizando la herramienta Polígono. Se ajustaron las coordenadas para que la señal quede centrada y a la altura adecuada.	• Estilo de dibujo: "Sombreado" para visualizar los volúmenes con realismo. • Rotación axial fijada en 15° para verificar la correcta ubicación de la señal respecto al poste. • Deslizador h_señal (altura de la señal sobre el suelo, 2 m) parametrizado para modificar su posición sin reconstruir. (Figura 6-b)

Herramientas		Descripción del procedimiento	Configuración de
Fase	utilizadas		visualización y parámetros
Creación de la base y la parte superior de la señal	• Esfera dado su centro y radio • Cilindro	Se insertó una Esfera (dado su centro y radio) para modelar un remate decorativo en la parte superior del poste. Asimismo, se añadió un Cilindro en la base del poste para simular una placa de anclaje o soporte, ajustando su radio y altura mediante coordenadas manuales.	• Vista en perspectiva con ángulo de 45° para apreciar la tridimensionalidad del conjunto. • Estilo de dibujo: alternancia entre "Sombreado" y "Estructura alámbrica" para verificar la correcta intersección de las piezas. • Deslizador r_{esfera} (radio de la esfera, 0.2 m) para ajustar el remate superior. • Herramienta Rotación axial combinada con el deslizador α para generar una animación que muestre la simetría del diseño. (Figura 6-c)
Configuración final de la vista y exportación	• Comando Vista 3D – Estilo de dibujo • Proyección en perspectiva • Rotación axial • Deslizadores α y β	Se ajustó el estilo de dibujo a "Sombreado con bordes" para una presentación más clara. Se fijaron vistas predefinidas (frontal, lateral, superior e isométrica a 45°) mediante el comando Vista 3D → Vista estándar. Se combinaron los deslizadores α y β para generar capturas desde distintas posiciones, documentando así el proceso en el artículo.	• Vistas guardadas: frontal (0°), lateral derecha (90°), superior (90° de inclinación), isométrica (45° de rotación, 45° de inclinación). • Exportación de imágenes en formato PNG con resolución 300 dpi. • Animación opcional con deslizador para un giro completo de 360°.

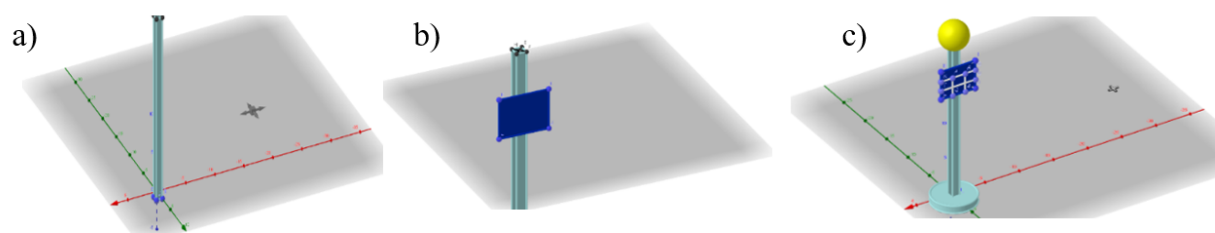


Figura 6

Vistas de las fases de creación de la señal de la parada de autobús en el GeoGebra 3D.

La Figura 7 muestra el diseño final de la parada de autobús obtenida por los estudiantes y representa la superposición de la estructura creada una vez ubicada aún el terreno utilizado por los pobladores para la espera de lo autobuses, este último paso se realizó también en el software GeoGebra 3D con la opción insertar imagen.

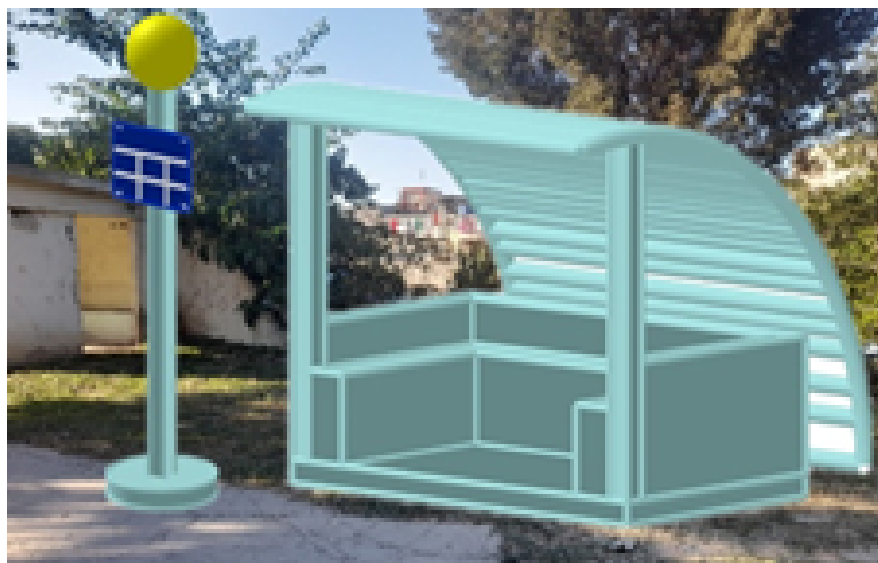


Figura 7

Diseño de la parada de autobús superpuesta en el terreno de la comunidad Antonio Maceo.

La ponencia del trabajo a los profesores y directivos de la institución contó con la aprobación y satisfacción de la propuesta. Se acordó presentar el trabajo a especialistas del sector del transporte para que se considerara como punto de partida en la rehabilitación de las paradas de autobuses en el territorio. Se incentivó al grupo a mantener la motivación y disposición para vincular su trabajo a la resolución de problemáticas sociales.

Conclusiones

La experiencia confirmó la utilidad del GeoGebra 3D para el diseño de paradas de autobuses, favoreciendo la integración de las TIC, la interdisciplinariedad entre Matemáticas y Arquitectura, y la motivación de los estudiantes hacia la investigación aplicada a problemáticas locales. Las contribuciones principales incluyen un modelo de parada eficiente y una secuencia didáctica para el uso del software en contextos de diseño. Sin embargo, el estudio presenta limitaciones que deben señalarse: se trata de una experiencia acotada a un grupo reducido y a un contexto específico, carece de grupo de control y no se realizó un seguimiento longitudinal de los aprendizajes. Futuras investigaciones deberán ampliar la muestra, incorporar grupos comparativos y evaluar la permanencia de las competencias adquiridas.

Referencias bibliográficas

- Acosta López, C. R., & Páez Sosa, F. J. (2024). *Diseño de tareas profesionales para el estudio de la circunferencia en geometría sintética y analítica, apoyado en GeoGebra*. [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Docencia de la Matemática -Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, D.C. – Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/20401>
- Aloy, J. M., Torner, F. M., & de Medina, M. C. A. (2020). *Revelando las centralidades del transporte público mediante SIG y GTFS: una propuesta de reequilibrio urbano para el Área Metropolitana de Barcelona*. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology* (25), 27-46. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/657/492>
- Araya-Muñoz, I., & Majano-Benavides, J. (2022). Didáctica universitaria en entornos virtuales. Experiencia en ciencias sociales. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 511-529. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/ree.26-3.28>
- Arteaga Valdés, E., Medina Mendieta, J. F., & del Sol Martínez, J. L. (2019). *El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática*. *Revista Conrado*, 15 (70), 102-108. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442019000500102&script=sci_arttext&tlng=pt

- Bizet, J. L. M., de Oca, Y. Z. M., Vidal, V. F. Q., Verdecia, M. A. S., Chinae, E. S., & Martínez, H. R. (2023). *El GeoGebra 3D como herramienta de autoformación para el diseño arquitectónico*. *Revista Tecnología Educativa*, 8 (1), 17-23. <https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/view/1135>
- Cadena Soto, J. E. (2023). *Ecos de identidad: tejiendo cultura en las paradas de autobús de Barcelona*. [Tesis para obtener el título profesional de Maestría en estudios avanzados de diseño-Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Barcelona – España]. <http://hdl.handle.net/2117/392402>
- Casa, M. P., Tejada, L. G. U., & Pillaca, D. D. (2024). *Programa visualización gráfica con GeoGebra para estudiantes de ingeniería*. *Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales*, 24, 465-473. <https://doi.org/DOI:10.59427/rcli/2024/v24cs.465-473>
- Da Silva Junqueira, S. M., & Blass, L. (2023). Os modos do pensamento visual-espacial na inserção da calculadora GeoGebra 3D e realidade aumentada. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 18(2), 1-15. <https://reiec.unicen.edu.ar/reiec/article/view/362>
- Demera, A. R., & Ponce, J. P. (2023). *Reflexiones sobre los beneficios de la implementación de paradas de buses inteligentes*. *Revista Científica Sinapsis*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.37117/s.v23i1.642>
- De Sousa, R. T., Alves, F. R. V., & Souza, M. J. A. (2022). GeoGebra 3D en la enseñanza de las cuádras: posibilidades de transposición didáctica a través de la visualización geométrica. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 17(1), 1-15. <https://doi.org/10.54343/reiec.v17i1.297>
- Duque-Duque, N., Trejos, J. A., & Obando, J. W. M. (2020). *Los impactos de Bogotá sobre Soacha y su importancia frente a la conformación del Área Metropolitana*. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 16(30), 1-11. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v16i30.2849>

- Flores-Juca, G. E., Mora-Arias, E. A., & Chica-Carmona, J. G. (2020). *Una mirada a la planificación de las infraestructuras nodales de transporte terrestre en las cercanías al centro urbano de Cuenca Ecuador*. *QUID 16. Revista del Área de Estudios Urbanos* (14), 239-268. <https://www.redalyc.org/journal/5596/559673484013/559673484013.pdf>
- Guaque, J. C. N., Rodríguez, S. Y. A., & Montaña, A. O. (2024). *Fortalecimiento del pensamiento espacial y sistemas geométricos a través de la implementación de unidades didácticas apoyadas en la aplicación Geogebra 3D realidad aumentada en los niños y niñas de grado quinto de la Institución Educativa Caño Bonito, sede Loma Seca-Vélez-Santander*. [Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Recursos Digitales Aplicados a la Educación-Universidad de Cartagena, Bolívar-Colombia]. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/76179da1-b281-4c6a-9b50-6577e445030f/content>
- Hermosillo, C. A. O., & López, J. R. R. (2020). *Aplicación móvil de GeoGebra, herramienta en la enseñanza del cálculo vectorial generadora de competencias*. *Anfei Digital* (12). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/701>
- Gámez Mellado, A., & Marín Trechera, L. M. (2011). Taller de Diseño de Recursos Didácticos Interactivos para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Estadística utilizando GeoGebra. II Jornadas, 73. <https://www.ugr.es/~alara/ACTAS%20II%20JORNADAS.pdf#page=77>
- Leon-Illiguisupa, E., & Guachun-Lucero, P. (2024). Software GeoGebra como herramienta tecnológica en 3D para la enseñanza de Prismas y Pirámides: Una práctica didáctica. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(1), 112-136. <https://doi.org/https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/372>
- Márquez Urioso, E. I., Cabañas Ramírez, N. O., Álvarez Hilario, V., Velázquez Gatica, B., & Hernández Hernández, M. (2024). Estrategia didáctica para la enseñanza de la Geometría utilizando el software 3D. *Innova Ingeniería, Publicaciones Técnicas De Investigación*, 1(9), 1-9. <https://innovaingenieria.uagro.mx/innova/index.php/innova/article/view/279>

- Moncada, C. (2020). *Construcción de superficies no convencionales con GeoGebra 3D*. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9 (1), 90-100. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p90-100>
- Morales Méndez, G., & Lozano Avilés, A. B. (2025). Realidad aumentada y GeoGebra 3D para mejorar la inteligencia espacial en la enseñanza de la geometría volumétrica. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 25(82). <https://doi.org/10.6018/red.644051>
- Moreira-Villavicencio, L. (2022). Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2), 10-16. <https://doi.org/10.14718/revarq.2022.24.3950>
- Munguía Vázquez, G., Bernard, P. M., & Becerril-Torres, O. U. (2020). *Inversión en infraestructura del transporte: base para la implementación de la Iniciativa de la Franja y la Ruta*. *México y la Cuenca del Pacífico*, 9(26), 21-39. <https://doi.org/http://www.mexicoylacuencadelpacifico.cucsh.udg.mx/index.php/mc/article/view/657>
- Naranjo, F. A. V., Cocha, A. G. M., Ocaña, L. A. L., & Toapanta, W. V. C. (2022). *Gestión de incidencias técnicas en el Departamento de Telemática en una institución de educación superior*. *Revista Conrado*, 18(S1), 394-404. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2353/2279>
- Peñaloza Castro, W. D. (2020). *Incidencia del software Geogebra en la resolución de problemas de estructuras aditivas con fracciones propias*. [Tesis para obtener el título profesional de Maestría en la Enseñanza de la Ciencias-Universidad Autónoma de Manizales, Manizales – Colombia]. <https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/1007>
- Pérez Pérez, A., Lao León, Y. O., & Torralba Blázquez, A. de L. (2021). Aproximación al estudio de la gestión del transporte público urbano y suburbano en Holguín, Cuba. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional (RILCO)*, (9). <https://www.eumed.net/es/revistas/rilco/9-febrero21/transporte-publico-cuba>
- Rocano Guerrero, A. F., & Serrano Mármol, J. I. (2022). *Diseño de una parada de bus inteligente para el transporte público urbano de Cuenca* (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789>

/23843

- Salvador Corrales, C., & Mendoza, J.E. (2021). *Infraestructura de transporte y exportaciones en la frontera norte de México*. *Revista de Economía*, 38(97), 9-34. <https://doi.org/10.33937/reveco.2021.216>
- Sánchez, L. J. G. (2022). *Resolución de problemas matemáticos con operaciones básicas en estudiantes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) a través de GeoGebra*. [Tesis para obtener el título profesional de Maestría en Tecnologías Digitales de la Educación -Universidad de Santander, Tame – Colombia]. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/c4110b3d-1f5c-45ec-aeaa-c56c555bea53/content>
- Sangroni-Laguardia, N., Medina-Nogueira, Y. E., Tápanes-Suárez, E., Santos-Pérez, O., Pérez-Castañeira, J. A., & Sánchez-Suárez, Y. (2021). Principales modelos de gestión de calidad de vida urbana asociada al transporte. *Ingeniería Industrial*, 42(3), 42-53.
- 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. <https://www.redalyc.org/journal/6079/607963609003/607963609003.pdf>
- Saquimux, J. (2025, 2-7 de noviembre). *Modelación de problemas elementales de Dirichlet con GeoGebra: Una propuesta didáctica en variable compleja basada en modelos*. [Ponencia]. Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe, Santo Domingo, República Dominicana. <https://ponencias.ciaem-redumate.org/cemacyc/article/view/99/107>
- Valdes, A. d. J. M. N. (2020). *Importancia de transporte público de última milla amigable con el medioambiente: Caso, Zumpango, Estado de México*. *Meio Ambiente (Brasil)*, 2(5), 1-8. <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/86/63>
- Villavicencio, L. M. (2022). *Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo*. *Revista de arquitectura*, 24(2), 10-16. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8769511>



- Zambrano, E. R. M. (2025). Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la geometría usando realidad aumentada. *Atlas Research Journal*, 3(1), 46-66. <https://doi.org/https://doi.org/10.65305/arj.v3n1.2025.31>
- Zúñiga López, A., & Allen, J. (2021). Medición de percepción de la calidad de vida con respecto a la satisfacción con el transporte público en Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 23(42), 23-34. <https://doi.org/DOI:10.15517/iv.v23i42.45135>