

Programa visualización gráfica con GeoGebra para estudiantes de ingeniería

Matilde Peña Casa^{1*}, Luisa Graciela Urure Tejada¹, Danny Dominguez Pillaca¹

¹ Escuela de Posgrado. Universidad César Vallejo. Perú.

* Autor para correspondencia: Matilde Peña Casa, matypec10@gmail.com

(Recibido: 03-12-2023. Publicado: 31-12-2023.)

DOI: 10.59427/rcli/2023/v23cs.3922-3930

Resumen

La educación superior universitaria se ha enfrentado a la necesidad de adaptar los procesos de formación a la era digital y al uso de las herramientas de la inteligencia artificial. En este contexto, el objetivo principal de este artículo fue reflexionar sobre la influencia del software GeoGebra en el aprendizaje significativo de los estudiantes de ingeniería. La metodología empleada consistió en una revisión sistemática con un enfoque descriptivo cualitativo. Se realizó un estudio utilizando fuentes como SciElo, Scopus, Latindex, Redalyc y ProQuest, Google Académico, Dialnet y Redalyc, etc. Este proceso condujo al descubrimiento de 25 artículos que abordan el uso de la tecnología en la enseñanza de las carreras de ingeniería. Como resultado, se destaca que la utilización de Geogebra contribuye de manera significativa a la resolución de problemas y se posiciona como una herramienta estratégica en el aprendizaje del cálculo integral. Se evaluaron aspectos como la adquisición de lenguaje formal, la construcción del modelo, la resolución e interpretación del mismo, y la aplicación del modelo. En conclusión, se destaca la utilidad de GeoGebra, permitiendo a los estudiantes analizar de manera más detallada los contenidos matemáticos en un tiempo reducido. Además, se señala que el uso de esta herramienta contribuye a alcanzar objetivos clave, como la mejora del rendimiento académico y el desarrollo completo de las competencias matemáticas para los estudiantes de ingeniería, preparando así al estudiante para su aplicación práctica en su futura profesión. Se sugiere ampliar la aplicación de esta herramienta en otras carreras, considerando otras aplicaciones que puedan complementar el proceso de formación.

Palabras claves: Resolución de problemas, programa informático GeoGebra, TIC, educación superior, modelación mediante el software GeoGebra, semiótico.

Abstract

University higher education has faced the need to adapt training processes to the digital age and the use of artificial intelligence tools. In this context, the main objective of this article was to reflect on the influence of GeoGebra software on the meaningful learning of engineering students. The methodology used consisted of a systematic review with a qualitative descriptive approach. A study was carried out using sources such as SciElo, Scopus, Latindex, Redalyc and ProQuest, Google Scholar, Dialnet and Redalyc, etc. This process led to the discovery of 25 articles that address the use of technology in teaching engineering careers. As a result, it stands out that the use of Geogebra contributes significantly to problem solving and is positioned as a strategic tool in learning integral calculus. Aspects such as the acquisition of formal language, the construction of the model, its resolution and interpretation, and the application of the model were evaluated. In conclusion, the usefulness of GeoGebra stands out, allowing students to analyze mathematical content in more detail in a reduced time. Furthermore, it is noted that the use of this tool contributes to achieving key objectives, such as the improvement of academic performance and the complete development of mathematical competencies for engineering students, thus preparing the student for its practical application in their future profession. It is suggested to expand the application of this tool in other careers, considering other applications that can complement the training process.

Keywords: Problem solving, GeoGebra software, ICT, higher education, modeling using GeoGebra software, semiotics.

1. Introducción

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. Es por ello, que la investigación brinda la oportunidad de establecer un vínculo con la realidad, permitiendo comprender mejor. Este proceso estimula el pensamiento crítico, fomenta la creatividad y alimenta una creciente curiosidad en la búsqueda de soluciones a diversos problemas (Juárez y Ruiz et al., 2022). En este sentido, la educación se ha visto obligada a adecuar los procesos de enseñanza-aprendizaje a la era digital, enfrentándolos a una rápida adaptación a los avances tecnológicos. Esto implica la implementación de metodologías de formación apropiadas, donde se destaque el equilibrio entre la información, el conocimiento, la comunicación y la generación de nuevo conocimiento, como señaló Islas (Cruz et al., 2018). La introducción de nuevos métodos para llevar a cabo actividades de formación de los futuros ingenieros puede generar diversas reacciones en las personas, como incertidumbre, zozobra, interés y una visión renovada de la vida después de adquirir conocimientos. En el ámbito de educación superior, algunos estudiantes, al enfrentarse a representaciones simbólicas de objetos matemáticos, asignan significados específicos, realizan transformaciones adecuadas dentro del sistema semiótico correspondiente y obtienen otra representación del objeto. Este proceso permite relacionar aspectos que anteriormente eran exclusivamente teóricos, como en el caso de la geometría analítica (Arturo et al., 2021).

El por ello que, el programa GeoGebra ha sido diseñado para ofrecer soluciones a los problemas de geometría analítica utilizados en el cálculo diferencial e integral. Por su parte Morales et al., (2021) resalta que, su vista gráfica 3D proporciona un sinfín de posibilidades para trabajar con cuerpos geométricos, permitiendo a los estudiantes explorar de manera dinámica y visual los conceptos matemáticos antes considerados más abstractos. Este enfoque pedagógico, que incorpora tecnologías como GeoGebra, puede abrir nuevas perspectivas y mejorar significativamente la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos. Desde esta perspectiva, la UNESCO ha establecido como uno de sus objetivos estratégicos la mejora de la calidad educativa, abarcando no solo los contenidos, sino también los métodos de enseñanza, fomentando la experimentación, innovación y la difusión de la información (Libro Memorias I Jornadas GeoGebra Ecuador, 2017). Sin embargo, la experiencia en América Latina desde los años 90 se ha centrado principalmente en la infraestructura tecnológica y la conectividad. Cada país implementó políticas diversas sin un respaldo claro en objetivos estratégicos u operativos para Bermeo, (2020) la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, señala que, el enfoque principal estuvo dirigido a la adquisición de recursos tecnológicos, la implementación de redes y la capacitación docente (Aldazabal et al., 2021). Por su parte Figueroa y Carrillo., (2018) resalta que, el enorme potencial de esta herramienta, surge 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. Es crucial incorporar este recurso en otras áreas del conocimiento, especialmente en las matemáticas. Esto se debe a que permite la visualización dinámica de conceptos, muchos de los cuales son abstractos. Con la ayuda de software, como el de GeoGebra, es posible que los estudiantes exploren diversos casos que no serían viables mediante métodos tradicionales como el pizarrón, rotafolio o retroproyector. Este trabajo presenta una experiencia en la implementación de un laboratorio presencial con GeoGebra en la enseñanza del Cálculo Vectorial, dirigido a estudiantes de nivel superior en las carreras de ingeniería. Se abordan aspectos actuales de sistemas semióticos de representación y sus aplicaciones en los nuevos enfoques (Perez y Romero 2019). Este enfoque holístico, según Katherine et al., (2023) promueve una comprensión más efectiva de las matemáticas al integrar diversas operaciones de manera interactiva. La comparación de los resultados entre ambas metodologías proporciona valiosos sobre la eficacia de GeoGebra en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito del Cálculo Vectorial.

La investigación sobre GeoGebra ha abarcado diversos objetivos y enfoques. Es así que Martínez y García, (2020) Plantea que, se centraron en analizar la influencia del uso de GeoGebra en el éxito académico de los estudiantes y sus actitudes hacia las matemáticas. Siguiendo la línea examinaron cómo GeoGebra favorece el desarrollo de habilidades matemáticas específicas, especialmente en la resolución de problemas. Por otro lado, (Aguilar e Hito, 2021) realizaron contribuciones sobre la aplicación de GeoGebra en la enseñanza de asignaturas particulares dentro del amplio campo de las matemáticas. En un enfoque más amplio, que llevaron a cabo una investigación con alcance mixto que se centró en identificar mejoras en la autoeficacia y autorregulación a través de la enseñanza basada en GeoGebra en estudiantes universitarios de ingeniería. Estas investigaciones aportan conocimientos valiosos sobre los diversos aspectos en los que GeoGebra puede influir en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, desde el rendimiento académico hasta el desarrollo de habilidades específicas y la mejora de la autoeficacia y la autorregulación. Se han realizado diversos estudios que comparan el nivel de logro de aprendizaje de contenidos matemáticos y habilidades relacionadas, como autonomía, toma de decisiones, planificación y estructuración, al abordar las matemáticas a través de la modelación en contraste con los métodos convencionales (Díaz y Prieto, 2016). En este contexto, la importancia de la investigación no se limita únicamente a demostrar la efectividad del uso de este software libre en la mejora de las capacidades resolutorias de problemas de geometría (Argentina y Rugama, 2019). A raíz de la educación a distancia se buscó ampliar la base de evidencia científica que respalde su aplicación en estudiantes universitarios que pertenecen a especialidades de ciencia o ingeniería. Además, tiene

como objetivo proporcionar estrategias que mejoren las condiciones motivacionales de los estudiantes y, al mismo tiempo, reduzcan los niveles de malestar y estrés en el personal docente (Jiménez y Guerrero, 2022). En este contexto, el objetivo propuesto fue determinar la efectividad del uso del software GeoGebra en la mejora de las capacidades resolutorias de problemas de figuras geométricas bidimensionales en estudiantes de la carrera de ingeniería. Se consideraron condiciones constantes de estudio, como la comprensión de la casuística, el planteamiento, la aplicación de estrategias para alcanzar la solución y la resolución misma. Estas condiciones fueron respaldadas por el análisis y la reflexión a lo largo del desarrollo de la investigación (Arteaga et al., 2019).

2. Metodología

La presente investigación adopta un enfoque "descriptivo-correlacional"[10], lo que implica una combinación de aspectos descriptivos y correlacionales o causales en el estudio y explicación de las variables en relación con el contexto (Gallardo, 2017). En la segunda fase de la investigación, se miden las diferencias entre dos muestras, específicamente entre dos cursos, uno con 22 alumnos y otro con 21 alumnos, correspondientes a los paralelos A y B, respectivamente, de la Carrera de Ingeniería de la UNSA. Ambos cursos recibieron instrucción sobre un capítulo de Geometría Analítica, centrándose específicamente en el tema de geometría analítica en el espacio. Se emplearon diferentes criterios para la evaluación y desarrollo de este tema.

Se implementaron dos métodos distintos: el primero, el método tradicional, que se desarrolló mediante actividades en el aula; y el segundo, el método que utiliza GeoGebra, un software multifuncional con aplicaciones en la construcción de superficies en el espacio. El objetivo fue determinar si existe o no variabilidad entre estos dos métodos y cómo esta variabilidad incide en el rendimiento académico de los estudiantes. La investigación busca proporcionar evidencia sobre la efectividad de GeoGebra en comparación con métodos tradicionales en la enseñanza de la geometría analítica en el espacio (Roa, 2015).

La investigación también incorpora un "diseño correlacional", ya que busca describir la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes y la utilización de GeoGebra como herramienta metodológica. Es crucial entender cómo la introducción de GeoGebra impacta en los resultados académicos de los estudiantes. Además, Fernández, (2020) reportó que un diseño cuasi experimental, es caracterizado por evaluar los efectos de una o más intervenciones, ya que los grupos de trabajo no fueron seleccionados al azar. La variable independiente en este diseño es la utilización de GeoGebra como herramienta metodológica, mientras que la variable dependiente es el rendimiento académico de los estudiantes. Adicionalmente, se empleó el "método inductivo" para complementar el tipo de estudio correlacional que se llevó a cabo. El análisis realizado en los grupos, tanto con como sin la herramienta GeoGebra, se benefició significativamente del método analítico, contribuyendo al desarrollo integral de la investigación.

En el aprendizaje significativo, se destaca la interacción clarificadora y amplificadora entre el nuevo conocimiento y los conocimientos previos, donde ambos se modifican y enriquecen. En este proceso, el conocimiento inicial contribuye a asignar significado al nuevo conocimiento, y viceversa, generando una comprensión más profunda y contextualizada (González et al., 2017). Según Navarrete, Villavicencio et al., (2022) en su estudio resalta, los docentes deben diseñar estrategias didácticas que permitan relacionar las experiencias previas con los nuevos aprendizajes, teniendo en cuenta las necesidades, intereses y problemas de los estudiantes. No obstante, este proceso ha evolucionado, considerando también el nivel de apropiación y dominio que tanto docentes como estudiantes tienen con la tecnología.

Por su parte, Perez y Matos et al., (2020) señalan que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrecen diversas posibilidades para diseñar nuevos espacios de aprendizaje. Estas herramientas sitúan a los estudiantes en el centro del proceso educativo, lo cual es fundamental para el aprendizaje significativo. La integración efectiva de las TIC puede potenciar la participación activa de los estudiantes y enriquecer la construcción de significado en el proceso de aprendizaje. La utilización de GeoGebra en la enseñanza de la geometría analítica presenta un gran potencial al ser empleado como un sistema semiótico para la enseñanza de las matemáticas en la carrera de ingeniería, ofreciendo una alternativa que es tanto sencilla como de rápido desarrollo en comparación con la enseñanza tradicional que aún persiste en muchas universidades (Burgos et al., 2020).

Por su parte, Rodríguez y Belén (2019) señala que el entorno gráfico del área de trabajo de GeoGebra, se destaca la presencia de una barra de herramientas que incorpora todos los elementos necesarios para manipular conceptos matemáticos y geométricos. GeoGebra ofrece una vista gráfica que facilita la presentación de funciones y dibujos geométricos. Además, proporciona una sección de vista algebraica donde se muestran las expresiones algebraicas que pueden activarse o desactivarse según las necesidades del usuario. En la sección inferior se encuentra el bloque de entrada de elementos, esencial para manejar los entes matemáticos y editar las funciones propias de GeoGebra. Este conjunto de características hace de GeoGebra una herramienta versátil y completa para la enseñanza y aprendizaje de la geometría analítica (figura 1).

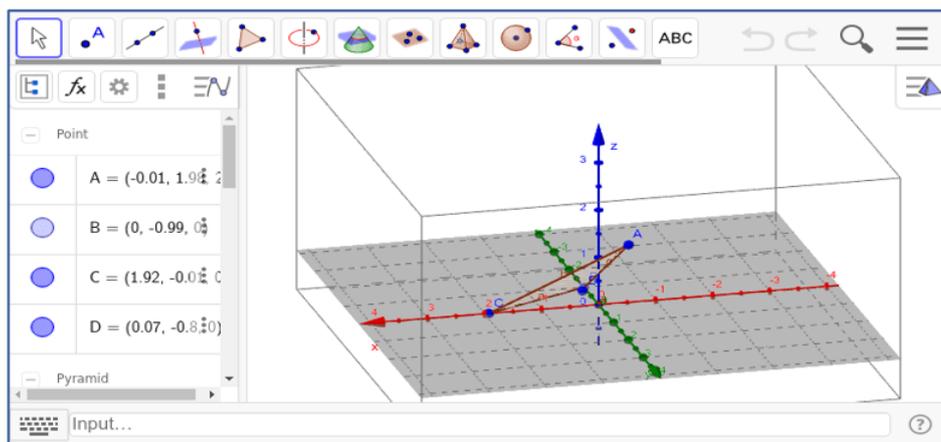


Figura 1: Entorno gráfico del área de trabajo de GEOGEBRA.

Una vez que se han adquirido familiaridad con los comandos básicos y las herramientas que ofrece el software para la construcción de superficies, es esencial articular el manejo de esta herramienta matemática mediante la utilización de funciones elementales para la construcción de superficies y funciones vectoriales.

En el ejercicio llevado a cabo mediante el corte del plano perpendicular y paralelo al plano YZ, se puede observar una de las curvas de nivel asociada a una hipérbola (figura 2). Esto también facilita la verificación de la traza sobre dicho plano y permite apreciar parte de la geometría de la superficie. Este ejercicio resultará beneficioso para los estudiantes, ya que, mediante la construcción de planos paralelos, podrán apreciar las vistas de la superficie y desarrollar así sus destrezas de razonamiento espacial (Cedeño y Rivadeneira, 2023).

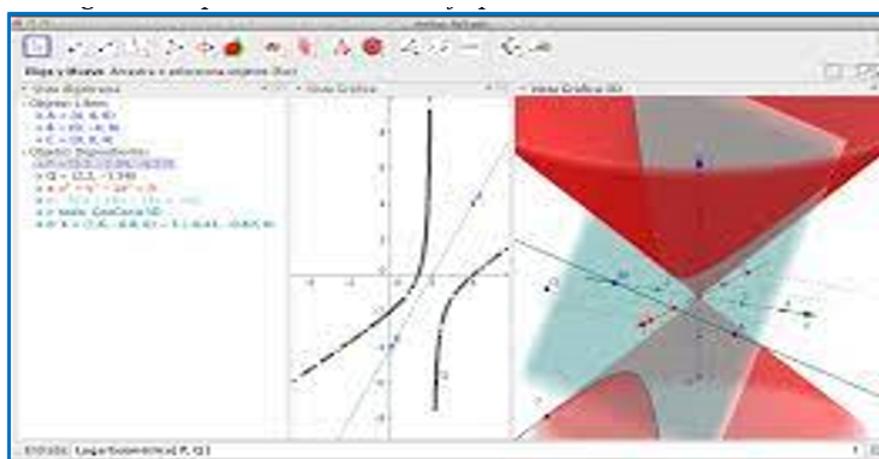


Figura 2: Hiperboloide de una hoja plano YZ. GEOGEBRA.

En el ejercicio anterior, se puede observar la construcción eficiente y adecuada de una superficie, específicamente un "hiperboloide de una hoja". Este proceso detallado en cada uno de sus planos busca consolidar el conocimiento en los estudiantes. En comparación con el método tradicional, la construcción de este tipo de superficies resulta tediosa y presenta múltiples dificultades en cuanto a su representación tridimensional. La representación gráfica en papel limita la apreciación detallada de su geometría y complica su perspectiva, dificultando su análisis.

Por su parte, Navarrete, Villavicencio et al., (2022) resaltaron que es importante destacar que el método tradicional requiere un manejo acertado y riguroso de criterios elementales, los cuales son igualmente fundamentales para la utilización del software. Aunque el software es una valiosa herramienta de apoyo para el aprendizaje, no sustituye el conocimiento de los criterios necesarios para el tratamiento de esta temática. La utilización de GeoGebra facilita la representación y comprensión de estas superficies complejas, brindando una experiencia más visual y dinámica para los estudiantes.

3. Resultados y discusión

La tecnología en la educación, también conocida como 'tecnología educativa', según la definición de Serrano et al. (2016) citado en Torres y Cobo (2017), constituye una disciplina encargada del estudio de los medios, materiales, portales web y plataformas tecnológicas al servicio de los procesos de aprendizaje. Este enfoque resalta la importancia de analizar y comprender cómo las tecnologías pueden ser integradas de manera efectiva en los contextos educativos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Como se mencionó anteriormente, en los ámbitos educativos, y de manera específica en el aprendizaje significativo, se requiere actualmente la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para actualizar y dinamizar el conocimiento (Moreira, 2019). La integración de las TIC en el proceso educativo puede potenciar la enseñanza, proporcionar recursos interactivos y favorecer un entorno de aprendizaje más dinámico y adaptado a las necesidades de los estudiantes en la era digital Corrales, (2021).

Tabla 1: Rol del docente y alumnos para un aprendizaje significativo.

ENTORNO DE APRENDIZAJE PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	
Rol del docente	Cambios en el Rol del Estudiante:
Facilitador del Aprendizaje: El docente se convierte en un facilitador del aprendizaje en lugar de ser el único proveedor de información. Su función principal es guiar, apoyar y fomentar la construcción activa del conocimiento por parte de los estudiantes.	Investigador y Explorador: Se anima a los estudiantes a ser investigadores y exploradores, buscando respuestas, planteando preguntas y participando activamente en su propio proceso de aprendizaje.
Diseñador de Experiencias de Aprendizaje: En lugar de simplemente impartir información, el docente diseña experiencias de aprendizaje significativas que involucran a los estudiantes y les permiten conectar nuevos conocimientos con	Responsable de su Aprendizaje: Los estudiantes se vuelven más responsables de su propio aprendizaje, estableciendo metas, monitoreando su progreso y participando en la autorreflexión.
Fomentador de la Colaboración: Se fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, y el docente actúa como un mediador en la construcción conjunta del conocimiento entre los estudiantes.	Participante Activo en Discusiones: Se fomenta la participación activa en discusiones y actividades colaborativas, lo que contribuye a un entendimiento más profundo y significativo de los conceptos.
Evaluador Formativo: El énfasis en la evaluación cambia hacia un enfoque más formativo, proporcionando retroalimentación continua para mejorar el proceso de aprendizaje.	Utilizador de Tecnología y Recursos: Se espera que los estudiantes utilicen tecnología y una variedad de recursos para acceder a la información, colaborar con otros y presentar sus ideas de manera efectiva.

Así mismo Caballero et al., (2022) hacen referencia a la definición de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación propuesta por Caballero et al., (2022). Según esta definición, las TIC se caracterizan como "propuestas electrónico-comunicativas que organizan el entorno pedagógico mediante el diseño de propuestas educativas interactivas, trascendiendo los contextos físicos, fijos e institucionales, con el propósito de hacerlas accesibles a cualquier persona, en cualquier momento y lugar. En este contexto, la integración de las TIC en la educación representa un proceso que va más allá del simple uso de herramientas tecnológicas. Implica una transformación en la construcción didáctica, siendo fundamental para la creación y consolidación de un aprendizaje significativo basado en la tecnología.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación superior se erigen como entornos de aprendizaje innovadores, contribuyendo al desarrollo de competencias cruciales para el aprendizaje y habilidades para la vida. Según, en la etapa universitaria, las TIC actúan como un respaldo que favorece la interacción mediante actividades didácticas que incorporan elementos visuales, novedosos e interactivos. Estas tecnologías estimulan la utilización de aplicaciones, plataformas y redes sociales, promoviendo enfoques novedosos de enseñanza, facilitando la búsqueda de información y comunicación, así como el desarrollo de prácticas docentes (Grisales Aguirre, 2018).

Los autores sostienen que, debido a la presencia de las TIC, los educadores tienen la responsabilidad de aprovechar todas las alternativas tecnológicas disponibles para despertar el interés en los contenidos de las unidades de aprendizaje y fomentar nuevas actitudes entre los estudiantes. Este enfoque se presenta como un beneficio significativo para la transformación en disciplinas complejas como las matemáticas. La tradicional visión del proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas, según Arias et al., (2020) describe un intercambio donde el profesor asume un papel protagónico, mientras que el estudiante adopta una posición pasiva. Contrastando con esta perspectiva, la concepción del aprendizaje significativo, según Vilchez, (2019) redefine el rol del profesor como mediador. En este enfoque, el docente actúa como un facilitador que domina los significados y busca ser el vínculo para transmitirlos al estudiante. A su vez, se espera que el alumno desempeñe un papel activo al buscar y comprender dichos significados. El profesor presenta los conocimientos de diversas maneras, pero la responsabilidad de verificarlos recae en el estudiante.

Los productos tecnológicos están transformando los entornos educativos, incluyendo las formas de aprender matemáticas. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) facilitan procesos como la comprensión y descubrimiento de conceptos a través de la visualización de imágenes y gráficos, así como la organización y análisis de datos. Esto permite que los estudiantes se centren en habilidades como la toma de decisiones, la reflexión, el razonamiento y la resolución de problemas. Reforzando esta idea, Juárez y Ruiz et al., (2022) enfatizan que, en este contexto, el uso de software Geogebra para el aprendizaje de las matemáticas debe considerarse como un elemento fundamental.

El software Geogebra destinado a la enseñanza de las matemáticas se ha convertido en uno de los recursos más potentes proporcionados por la tecnología en el campo de las ciencias. Entre los programas destacados se encuentran Aldazabal et al., (2021) resalta que, el estudio se centra específicamente en GeoGebra, un programa informático dinámico diseñado para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para estudiantes de ingeniería, siendo utilizado de manera accesible por los estudiantes. El programa GeoGebra, concebido como una herramienta didáctica, 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.

Dentro del panorama de softwares educativos, GeoGebra ha ganado prominencia, superando a otros programas. Por su parte, Figueroa y Carrillo, (2018) señalan que esto se debe a su facilidad de uso, conectividad y la capacidad de realizar construcciones dinámicas e interactivas, lo que facilita su implementación en el aula. Inicialmente diseñado para geometría y álgebra, GeoGebra amplió sus capacidades incorporando comandos de funciones estadísticas, gráficos, análisis de datos y cálculo de probabilidades en años posteriores. La introducción de estas herramientas, junto con una interfaz amigable para los estudiantes, ha contribuido a su atractivo en comparación con otros softwares. Así mismo Gaona y Guerrero, (2022) ilustraron las ventajas y la utilidad de GeoGebra en carreras universitarias de Ingeniería y Arquitectura, destacando mejoras en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Destacan que GeoGebra, al ser interactivo, integra dinámicamente aspectos de diversas áreas de las matemáticas, facilitando cálculos, visualización de gráficas y estimulando la creatividad tanto de estudiantes como de docentes.

La investigación previa resalta la efectividad de la propuesta que incorpora consideraciones didácticas y ejercicios, los cuales fueron evaluados positivamente por estudiantes y docentes en diversas instancias como conferencias, espacios de preparación metodológica y consultas dirigidas por los autores Gaona y Guerrero, (2022) enfatizan que las evaluaciones arrojan deficiencias entre los estudiantes en la construcción de planteamientos y análisis de soluciones de ejercicios. En otro estudio, Arteaga et al., (2019) evidenció que, el uso de GeoGebra permitió a los estudiantes visualizar de manera rápida y efectiva diferentes lugares geométricos presentes en el estudio de la geometría analítica plana, como la recta, la circunferencia, la parábola, entre otras figuras. Los autores concluyeron que el software GeoGebra tiene una influencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en el curso de complemento matemático.

Considerando los resultados obtenidos por Flórez y Mercado, (2017) en su investigación sobre el aprendizaje de las medidas de dispersión mediante el software GeoGebra en el Laboratorio de Investigación e Innovación Pedagógica de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Pasco, Perú, se concluye que la aplicación de GeoGebra a los estudiantes del grupo experimental condujo a mejores resultados que el grupo de control. Esto confirma que el uso de esta aplicación educativa contribuyó a mejorar la enseñanza-aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados obtenidos plantean la discusión sobre la falta de adopción de nuevas metodologías y herramientas pedagógicas que puedan complementar y fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes en el aula, especialmente en el aprendizaje de las matemáticas. Un ejemplo destacado es la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), específicamente en este caso GeoGebra, para el desarrollo de la Geometría Analítica.

En una perspectiva cualitativa, los resultados obtenidos en este estudio se alinean con las conclusiones de Cenas et al., (2021), quienes sugirieron que la instrucción asistida por GeoGebra puede contribuir a mejorar habilidades en el manejo del lenguaje matemático, el pensamiento crítico, la conceptualización y el desarrollo procedimental. Estas mejoras se atribuyen a las ventajas que ofrece GeoGebra en términos de demostración y visualización de conceptos matemáticos. Además, los hallazgos indican que el desarrollo del pensamiento crítico está positivamente correlacionado con el logro de resultados de aprendizaje. Al finalizar la intervención, los estudiantes expresaron que GeoGebra los motivó a abordar los problemas con autonomía, destacando la autorregulación y la autoeficacia.

En cuanto al impacto en procesos cognitivos específicos y actitudes de los estudiantes hacia los objetos de conocimiento observados en este estudio, los resultados coinciden con los informados por Navarrete y Villavicencio et al., (2022) los autores llevaron a cabo un estudio cualitativo con adolescentes centrado en la habilidad matemática de resolución de problemas. Observaron que el uso de la tecnología digital GeoGebra facilitó en los estudiantes enfoques experimentales y exploratorios, promovió habilidades de pensamiento crítico y cuestionamiento, permitió diversificar estrategias didácticas y fomentó la generación de conjeturas. Además, las conclusiones del estudio concuerdan con los resultados de Cedeño y Rivadeneira, (2023) quienes implementaron un modelo de aprendizaje por descubrimiento asistido por GeoGebra para desarrollar la habilidad de solución de problemas y mejorar la actitud hacia las matemáticas. Trabajaron con 120 estudiantes divididos en grupos experimentales y grupos control, concluyendo que el uso de GeoGebra en el aprendizaje por descubrimiento puede mejorar la actitud hacia las matemáticas y la habilidad de solución de problemas, ya que ayuda a los estudiantes a visualizar los problemas a través de respuestas inmediatas.

Una característica clave del diseño didáctico de GeoGebra es su capacidad para trabajar con dos representaciones semióticas: una analítica y otra gráfica, permitiendo la relación dinámica en tiempo real entre ambas. Este estudio sugiere que esta capacidad de relacionar ambos registros semióticos podría explicar la diferencia en el desempeño entre el grupo experimental y el de control, ya que contribuye a mejorar la comprensión del concepto matemático y su aplicación.

En ese sentido Juárez y Ruiz et al., (2022) observaron una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento medio de los estudiantes de ingeniería en un entorno tecnológico enriquecido en comparación con el grupo de control. Además, notaron un aumento en la motivación derivado de las actividades colaborativas. Atribuyeron la mejora en el grupo experimental al entorno de aprendizaje constructivista social que fomenta la interacción, la elaboración de conjeturas y la construcción del conocimiento, siguiendo la teoría de Vigotsky. Concluyeron que GeoGebra fue efectivo para mejorar la habilidad de los estudiantes para hacer conexiones entre diferentes representaciones y contextos, El grupo experimental tuvo tiempo para explorar, investigar y hacer conjeturas sobre las propiedades de las diferentes gráficas gracias a la retroalimentación instantánea de GeoGebra. Estos hallazgos sugieren implicaciones importantes para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para los estudiantes de ingeniería, especialmente en el estudio de las funciones geométricas.

4. Conclusiones

El progreso de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en las carreras universitarias de la ingeniería es esencial, el acceso a internet y software gratuito, como GeoGebra, desempeña un papel crucial en el desarrollo del razonamiento matemático de los estudiantes. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrecen la oportunidad de analizar de manera detallada los contenidos matemáticos en un tiempo más corto, contribuyendo a objetivos clave como mejorar el rendimiento académico y desarrollar competencias matemáticas para su aplicación futura en la vida profesional. El programa GeoGebra, por su simplicidad y potencial, se destaca como una herramienta beneficiosa para los estudiantes universitarios en el ámbito de la ingeniería. La revisión bibliográfica evidencia cómo la introducción de las TIC en la educación, especialmente en la educación superior universitaria, ha tenido un impacto significativo en los métodos de enseñanza aprendizaje, desempeñando un papel fundamental en la facilitación del aprendizaje significativo. El análisis de los resultados indica que, desde una perspectiva cuantitativa, el enfoque sistémico propuesto, respaldado por el programa GeoGebra, tuvo un impacto positivo moderado y estadísticamente significativo en el nivel de logro del aprendizaje de la modelación matemática en alumnos de ingeniería, en comparación con los métodos convencionales exclusivos. Un aspecto distintivo de este estudio fue la inclusión de una etapa adicional de medición de resultados, que permitió evaluar la consolidación del aprendizaje a lo largo del tiempo. El empleo del software GeoGebra se reveló como una excelente opción para mejorar las habilidades resolutorias de problemas relacionados con figuras geométricas bidimensionales en la asignatura de matemáticas dirigida a estudiantes universitarios de la carrera profesional de ingeniería. Este enfoque no solo permitió el desarrollo de estrategias de trabajo colaborativo, sino que también fomentó la integración socio-estudiantil y contribuyó a mejorar el clima en el aula, especialmente en un entorno de interacción académica remota. Se sugiere considerar la posibilidad de combinar GeoGebra con otras aplicaciones que puedan enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Referencias bibliográficas

Aguilar-Hito, A. (n.d.). METODOLOGÍA CON EL SOFTWARE GEOGEBRA PARA DESARROLLAR LA CAPACIDAD DE COMUNICAR Y REPRESENTAR IDEAS MATEMÁTICAS CON FUNCIONES LINEALES.

Aldazabal Melgar, O. F., Vértiz Osorio, R. I., Zorrilla Tarazona, E., —Aldazabal Melgar, L. H., & Guevara Duez, M. F. (2021). Software GeoGebra en la mejora de capacidades resolutorias de problemas de figuras geométricas bidimensionales en universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 9(1).

Argentina, J., & Rugama, G. (n.d.). FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, CHONTALES FAREM-CHONTALES.

Arias-Rueda, J. H., Arias-Rueda, C. A., & Burgos Hernández, C. A. (2020). Procesos aplicados por los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos: caso de estudio sobre la función cuadrática. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 15(2).

Arteaga Valdés, E., Felipe Medina Mendieta, J., & Luis del Sol Martínez, J. (2019). El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. In *Revista Conrado* (Vol. 15, Issue 70).

Arturo Serna, L., Engler Alexandra Fregueiro Alexandra Scholz Cariño Ruiz Daniela Pagés Domingo Yojcom Gabriela Buendía Hipólito Hernández Irene Carolina Pérez Isabel Tuyub Jesús Enrique Pinto, A., David Zaldívar José Rafael Couoh Luis Alberto López Luisa Jacqueline Navarro Marger da Conceição Ventura María García Mariangela Borelo Mario Dalcín Milton Rosa, J. S., & Sánchez Téllez, G. (n.d.). (Argentina) (Uruguay) (México) (México) (Uruguay) (Guatemala) (México) (México) (México) (México) (México) Mónica Olave Patricia Lestón (México) (México) (México) (México) (Brasil) (México) (Italia) (Uruguay) (Brasil) (Uruguay) (Argentina) Diseño.

Caballero, P., Agustín, E., Salazar, R., & María, J. (2022). ESCUELA DE POSGRADO PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN.

Cedeño-Alcívar, J. C., & Rivadeneira-Loor, F. Y. (2023). GeoGebra como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de la Matemática. *MQRInvestigar*, 7(4), 634–649.

Cenas Chacón, F. Y., Blaz Fernández, F. E., Gamboa Ferrer, L. R., & Castro Mendocilla, W. E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 5(18), 382–390.

Corrales Jaar, J. (2021). Revisión actualizada: enseñanza de las matemáticas desde los entornos virtuales de aprendizaje. *Ciencia y Educación*, 5(2), 25–40.

Cruz-Siguenza II, E. L., Barahona-Avecilla III, F. R., & Barrera-Cárdenas IV, O. B. (2018). *Ciencias de la educación*. 4, 215–223.

De Postgrado, E., Burgos, D. T., William, A., Rojas, J., & Lima, G. (2020). UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE.

Díaz-Urdaneta Asociación Aprender en Red, S., & Luis Prieto, J. G. (2016). VISUALIZACIÓN EN LA SIMULACIÓN CON GEOGEBRA. UNA EXPERIENCIA DE REORGANIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO.

Estudio Situaciones Con Medidas De Área Y Volumen Carlos Andres Flórez Atehortua Carlos Arturo Yemail Mercado, E. DE. (2017). MODELACIÓN Y SIMULACIÓN CON GEOGEBRA: UNA EXPERIENCIA EN.

Fernández Bedoya, V. H. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES*, 4(3), 65–76.

Figuroa Vera, R., & Carrillo Lara, F. I. (2018). Artículo original Sistema de ecuaciones lineales: resolución de problemas con el uso del software GeoGebra System of linear equations: solving problems using GeoGebra software Información Resumen. *Quintaesencia Revista de Educación ISSN*, 09, 17–21.

Gallardo, E. (2017). Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo I. Universidad Continental, 1, 98.

Gaona Jiménez, S. M., & Guerrero Ramírez, S. L. (2022). GeoGebra para el aprendizaje de modelación matemática en ingeniería: estudio de caso (modalidad en línea). *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 12(24).

Grisales Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198–214.

Juárez-Ruiz, E., González, L. S., & Juárez López, J. A. (2022). Identification of the development of spatial visual skills in representations and conversion between registers to calculate volumes. *Educacion Matematica*, 34(1), 157–185.

Katherine, M., Illanes, G., & Breda, A. (2023). Estado de la publicación: No informado por el autor que envía Proceso de instrucción de la derivada aplicado a estudiantes de Ingeniería Comercial en Chile (versión 1) (AAAA-MM-DD).

Libro Memorias I Jornadas GeoGebra Ecuador. (n.d.).

Martínez-Miraval, M. A., & García-Cuéllar, D. J. (2020). Study of the apprehensions in the graphic register and instrumental genesis of the definite integral. *Formacion Universitaria*, 13(5), 177–190.

Matemática Rodríguez, de, & Belén, J. (n.d.). Inclusión del software GeoGebra en clases.

Morales, P., Mallqui, O., Gavidia Medrano, A., Esther, J., Gómez, O., & David, L. (n.d.). MÉTODO GRÁFICO CON GEOGEBRA Dominio y rango de funciones PRIMERA EDICIÓN DIGITAL.

Navarrete-Villavicencio, M. V., Merino-Córdova, P. A., Estupiñán-Cox, B. F., & Caicedo-Márquez, J. A. (2022). Geogebra como herramienta tecnológica-didáctica en el aprendizaje del cálculo integral. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(1), 902–910.

Roa, I. (2015). *Metodos Cuantitativos*. 1–52.

Vicente González Sosa, J., Darío Gutierrez Carrillo, R., & Sandoval Murcia, M. (2017). Desarrollo didáctico con GeoGebra como herramienta para la enseñanza en aplicaciones de mecanismos y diseño de maquinaria dentro de la ingeniería.

Vilchez Guizado, J. (2019). Digital empowerment and development of Mathematical competences in the training of the teacher of Mathematics. *MLS Educational Research*, 3(1), 59–78.