

Mena Gonzales, K. Y., Delgado Arroyo, L., & Ríos-Cuesta, W. (2025, mayo-agosto). Una experiencia de aprendizaje mediada por GeoGebra en la enseñanza de ecuaciones lineales a estudiantes universitarios. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (75), 42-66.

<https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n75a3>

## **Una experiencia de aprendizaje mediada por GeoGebra en la enseñanza de ecuaciones lineales a estudiantes universitarios**

*A GeoGebra-mediated learning experience in teaching linear equations to university students*

### **Kendy Yised Mena Gonzales**

Magíster en Tecnologías Digitales aplicadas a la Educación  
Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Claretiana  
Quibdó, Colombia

[kendy.mena@uniclaretiana.edu.co](mailto:kendy.mena@uniclaretiana.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5318-6791>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002047556](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002047556)

### **Lubin Delgado Arroyo**

Candidato a Doctor en Ingeniería  
Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba  
Quibdó, Colombia

[lubin.delgado@utch.edu.co](mailto:lubin.delgado@utch.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-6361-0111>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001435097](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001435097)

### **Wilmer Ríos-Cuesta**

Doctor en Educación  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia  
Medellín, Colombia

[wilmer.riosc@udea.edu.co](mailto:wilmer.riosc@udea.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8129-2137>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000067725](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000067725)

**Recibido:** 01 de octubre de 2024

**Evaluado:** 18 de marzo de 2025

**Aprobado:** 28 de abril 2025

**Tipo de artículo:** Investigación



## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar una secuencia didáctica para el aprendizaje de ecuaciones lineales mediada por GeoGebra en estudiantes de ingeniería. Se utilizó un enfoque cuantitativo con diseño experimental, evaluando a 54 estudiantes mediante pretest y posttest. En el método se incluyeron pruebas de significancia estadística para analizar los cambios en el desempeño académico. Los resultados evidenciaron un aumento promedio de 1.2 puntos en las calificaciones, pasando de 2.95 a 4.15, con una reducción en la desviación estándar de 1.30 a 0.94. En los indicadores analizados, se observaron avances significativos: comprensión de definiciones (87 %), identificación de variables (92 %) y uso de procedimientos (89 %). La prueba de Wilcoxon confirmó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ). Se concluye que GeoGebra es una herramienta eficaz para mejorar la comprensión conceptual y las competencias matemáticas en contextos educativos desafiantes. Esta secuencia didáctica es viable y replicable en otros entornos académicos, promoviendo un aprendizaje equitativo y de calidad. Los hallazgos destacan la importancia de integrar tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas, particularmente en instituciones con limitaciones tecnológicas.

**Palabras clave:** Ecuaciones lineales; Experiencia de aprendizaje; GeoGebra; Pensamiento variacional.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate a didactic strategy for learning linear equations mediated by GeoGebra among engineering students. A quantitative approach with an experimental design was employed, involving 54 students assessed through pretests and posttests. The methodology included statistical significance tests to analyze changes in academic performance. Results showed an average increase of 1.2 points in grades, rising from 2.95 to 4.15, with a reduction in the standard deviation from 1.30 to 0.94. Significant improvements were observed in the analyzed indicators: comprehension of definitions (87%), identification of variables (92%), and procedural application (89%). The Wilcoxon test confirmed statistically significant differences ( $p < 0.001$ ). It was concluded that GeoGebra is an effective tool for enhancing conceptual understanding and mathematical competencies in challenging educational contexts. This didactic

strategy is feasible and replicable in other academic settings, fostering equitable and high-quality learning. The findings underscore the importance of integrating digital technologies into mathematics education, particularly in institutions with technological limitations.

**Keywords:** Linear equations; Learning experience; GeoGebra; Variational thinking.

## Introducción

Las ecuaciones lineales constituyen un componente fundamental en el aprendizaje de las ciencias básicas y aplicadas, desempeñando un papel crucial en la modelación y resolución de problemas complejos en diversas áreas como la ingeniería, la economía y las ciencias sociales. Sin embargo, a nivel global, la enseñanza tradicional de las matemáticas ha enfrentado críticas por su enfoque estático y la desconexión con contextos prácticos (Herrera-García et al., 2023), lo que limita el desarrollo de habilidades analíticas y críticas en los estudiantes (Cárcamo et al., 2021; Chavarría Arroyo, 2014; Otten et al., 2019). Estas limitaciones son más evidentes en entornos educativos con infraestructura tecnológica limitada y métodos pedagógicos tradicionales.

La integración de nuevas tecnologías y, en particular, las tecnologías digitales ha sido ampliamente reconocida como una herramienta transformadora para superar estas barreras. Herramientas como GeoGebra, que presentan un entorno de geometría dinámica (EGD), permiten una visualización interactiva y la manipulación de conceptos matemáticos, facilitando un aprendizaje más profundo y contextualizado (Area & Adell, 2021; Bolondi & Luigini, 2019; Salmerón & Delgado, 2019). Además, GeoGebra ofrece un enfoque adaptativo que se alinea con los estilos y ritmos de aprendizaje individuales, convirtiéndose en un recurso valioso para la enseñanza de ecuaciones lineales (Álvarez-Melgarejo et al., 2019).

En el caso de Colombia, y específicamente en el municipio de Quibdó, las dificultades en la enseñanza de las matemáticas se hacen evidentes en el acceso limitado a recursos tecnológicos y una fuerte dependencia de modelos pedagógicos tradicionales. La mayoría de las instituciones educativas públicas y privadas de la región presentan infraestructuras insuficientes para incorporar nuevas tecnologías en el aula, lo que se traduce en bajos puntajes en evaluaciones nacionales como las pruebas Saber Pro (Cifuentes-Medina et al., 2023). Esta situación pone en evidencia la

necesidad de explorar metodologías innovadoras que permitan a los estudiantes desarrollar competencias críticas y habilidades aplicables a contextos reales.

En este sentido, el presente estudio propone una secuencia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y mediada por GeoGebra para mejorar la enseñanza de las ecuaciones lineales en estudiantes de ingeniería de primer semestre en la Fundación Universitaria Claretiana. La intervención buscó promover un aprendizaje activo, en el que los estudiantes asumieran un rol protagonista en su proceso educativo, desarrollando competencias para resolver problemas matemáticos y aplicarlos en escenarios prácticos.

El análisis inicial en Quibdó reveló que muchos estudiantes de ingeniería carecen de una comprensión adecuada de conceptos matemáticos básicos, en gran parte debido a métodos de enseñanza centrados en la memorización y la repetición. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar estrategias pedagógicas que combinen el uso de tecnologías digitales con enfoques innovadores como el ABP, permitiendo un aprendizaje más significativo y contextualizado. En concordancia con lo anterior, este trabajo se propuso documentar y analizar el impacto de esta intervención en el aprendizaje de las ecuaciones lineales, contribuyendo a cerrar la brecha educativa y mejorar el desempeño académico en la región.

### **Marco teórico**

La presente investigación se fundamentó en un marco teórico estructurado en tres pilares que contextualizan y respaldan la propuesta didáctica basada en el uso de GeoGebra: el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la concepción de problema y la mediación tecnológica. Este enfoque proporciona una base sólida para comprender las dificultades en el aprendizaje de las ecuaciones lineales y para justificar la intervención implementada.

#### **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

El ABP se caracteriza por situar al estudiante en el centro del proceso educativo, promoviendo habilidades esenciales como la colaboración, la resolución de problemas y el aprendizaje autodirigido (Valdiviezo Villegas et al., 2024). Esta metodología parte de la

presentación de problemas reales y complejos que no tienen una solución única, lo que fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y creativo (Ortiz Ortiz & Hernández Yomayuzza, 2023). Según Piaget (1975) este enfoque genera conflictos cognitivos que estimulan la reestructuración del conocimiento previo, permitiendo una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos.

Los estudios sobre el ABP han demostrado que este enfoque no solo mejora el desempeño académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real (Luy-Montejo, 2019). En este sentido, la aplicación del ABP en el contexto de las ecuaciones lineales mediadas por GeoGebra busca desarrollar competencias analíticas y prácticas que trasciendan las aulas tradicionales.

### **El concepto de problema en educación matemática**

La definición de problema en el ámbito educativo es un aspecto crítico para la formulación de estrategias pedagógicas efectivas, particularmente en el campo de la enseñanza de las matemáticas. Según Resnick y Glaser (1976), un problema se caracteriza por la ausencia de un camino predefinido para su resolución, a diferencia de las tareas rutinarias que se resuelven mediante la aplicación directa de algoritmos. Esta distinción ha orientado el diseño de situaciones didácticas que buscan desarrollar en los estudiantes capacidades cognitivas superiores como el razonamiento, la toma de decisiones y la creatividad.

Este enfoque ha sido retomado y actualizado por diversos estudios en didáctica de la matemática. Schoenfeld (2013), por ejemplo, insiste en que un auténtico problema debe presentar un reto intelectual para el estudiante, permitiendo la exploración, la formulación de hipótesis, la conjeturación y el aprendizaje a partir del error. Desde esta perspectiva, el papel del problema es fundamental en el aprendizaje matemático, ya que contribuye a la construcción de significados y al desarrollo de competencias tales como el razonamiento, la argumentación y la modelación, entre otras.

Santos-Trigo (2024) resalta la que hay dos actividades fundamentales y que se encuentran estrechamente relacionadas: la formulación de problemas y las estrategias utilizadas para resolverlos, siendo la primera actividad un proceso central que toma en consideración el contexto y la complejidad conceptual como la diversidad de caminos para su resolución. Esto permite que

el problema actúe como mediador del aprendizaje en vez de ser una mera comprobación de procedimientos. Además, Bossio Vélez et al. (2023) subrayan que, en el contexto de las ecuaciones lineales, la formulación de problemas debe propiciar la conexión entre lo abstracto y lo concreto, promoviendo un aprendizaje situado y contextualizado. Cenas Chacón et al. (2021) sugieren que el uso de tecnología, como GeoGebra, en el diseño y resolución de problemas, favorece entornos de aprendizaje más ricos y dinámicos. En particular, cuando los problemas se articulan con herramientas tecnológicas, se potencia la visualización, la interacción y la argumentación, lo cual transforma la experiencia de aprender matemáticas.

### **Mediación tecnológica**

La mediación tecnológica ha transformado de manera significativa los procesos de enseñanza y aprendizaje en las últimas décadas. En particular, herramientas como GeoGebra permiten que el estudiante interactúe con conceptos y definiciones de los objetos matemáticos mediante la visualización y el arrastre de las construcciones, esto facilita la conversión entre diferentes registros de representación semiótica (Salazar-Morcuende et al., 2021).

El entorno de geometría dinámica de GeoGebra ofrece múltiples ventajas pedagógicas: posibilita la manipulación directa de objetos matemáticos, promueve la formulación de conjeturas y facilita la validación de hipótesis (Bolondi & Luigini, 2019; Ríos-Cuesta, 2023; Scherer et al., 2019). Además, su accesibilidad en diferentes dispositivos convierte a esta herramienta en una opción idónea para contextos educativos con recursos limitados. A través de estos entornos, los estudiantes pueden plantear y demostrar conjeturas apoyándose en la visualización y el arrastre de las construcciones, lo cual favorece la elaboración de argumentos basados en garantías empíricas y no en garantías de tipo autoritario (Ríos-Cuesta, 2022).

Por otra parte, Álvarez-Melgarejo et al. (2019) destacan que GeoGebra no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también incentiva el aprendizaje autónomo y colaborativo, aspectos clave para el desarrollo de competencias en matemáticas en el siglo XXI. En este estudio, la mediación tecnológica mediante GeoGebra se orienta a romper con los paradigmas tradicionales de enseñanza, promoviendo prácticas innovadoras que responden a las necesidades formativas de los estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, se reconoce que la mediación es de carácter semiótico. Para que esto ocurra, el estudiante debe ser capaz de articular diferentes registros de representación semiótica. Aquí, es necesario que haya una *coordinación interna* donde se establecen conexiones dentro del mismo sistema de representación semiótica, y una *coordinación externa* donde se articulan y relacionan diferentes registros de representación semiótica (Duval, 2006). Además, Duval sostiene que, sin la coordinación interna, dos representaciones diferentes del mismo objeto tendrían significados diferentes sin relación entre ellos.

Este proceso se lleva a cabo mediante una serie de transformaciones entre los registros de representación semiótica: la conversión y el tratamiento. El primero, se refiere al cambio de registro de representación del mismo objeto, por ejemplo, pasar del registro gráfico al algebraico. El segundo, se refiere a las transformaciones posibles dentro de un mismo sistema de representación (Duval, 2006).

Con el apoyo del software GeoGebra, el estudiante puede, visualmente, articular entre diferentes registros de representación semiótica de manera más ágil. Con esto, los procesos de conversión y tratamiento son mediados por el software.

## **Método**

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, diseñado para evaluar el impacto de una secuencia didáctica que toma como base el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y mediada por GeoGebra. Este diseño experimental pretest-postest permitió analizar los cambios en el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención.

## **Contexto y participantes**

La investigación se desarrolló en la Fundación Universitaria Claretiana, ubicada en Quibdó, Colombia. La población objetivo estuvo compuesta por estudiantes de primer semestre de los programas de Ingeniería. La muestra se seleccionó utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia, e incluyó a 54 estudiantes con edades comprendidas entre los 17 y 24 años. Este grupo se caracterizaba por una diversidad significativa en cuanto a conocimientos previos en

matemáticas. Los participantes fueron distribuidos en dos grupos con igual número de integrantes, uno de ellos fue el grupo experimental y otro el grupo control. Se tuvo en cuenta que contaran con experiencia previa en el planteamiento y resolución de ecuaciones lineales. Lo anterior, teniendo en cuenta que este objeto matemático hace parte del currículo de educación secundaria; por tanto, los estudiantes debían tener nociones sobre cómo resolver un sistema de ecuaciones.

### **Diseño de instrumentos**

Se utilizaron dos cuestionarios tipo pretest y postest, cada uno compuesto por diez preguntas de selección múltiple relacionadas con ecuaciones lineales. Los cuestionarios evaluaron tres indicadores fundamentales: 1) comprensión de las definiciones matemáticas presentadas, 2) identificación de variables en problemas planteados, y 3) uso de procedimientos matemáticos para resolver ecuaciones lineales.

La validación de los instrumentos fue realizada mediante el juicio de expertos, integrando a dos doctores en ciencias de la educación y un magister en matemáticas aplicadas. La consistencia interna de los cuestionarios se evaluó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.836, lo que garantiza su fiabilidad.

### **Procedimiento de intervención**

El estudio se desarrolló en cuatro fases:

*Fase diagnóstica:* se aplicó el pretest para identificar el nivel inicial de conocimientos y competencias de los estudiantes. Se pueden consultar en <https://acortar.link/92v1Mo>

*Diseño de la estrategia didáctica:* se desarrolló un simulador interactivo en GeoGebra, diseñado específicamente para abordar los contenidos relacionados con las ecuaciones lineales. Este simulador se complementó con actividades basadas en el ABP.

*Implementación:* durante un periodo de cuatro semanas, los estudiantes participaron en sesiones prácticas de cuatro horas semanales. Estas sesiones combinaron el uso de GeoGebra con actividades colaborativas y análisis crítico de problemas matemáticos.

*Evaluación:* al finalizar la intervención, se aplicó el postest para medir los avances en las competencias matemáticas de los participantes.

### **Técnicas de análisis de la información**

Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis mediante herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales. Inicialmente, se calcularon las medias y desviaciones estándar para describir el desempeño de los estudiantes en ambas evaluaciones. A continuación, se realizaron pruebas de normalidad, incluyendo Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, con el fin de determinar la distribución de los datos. Finalmente, debido a la naturaleza no normal de los mismos, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar los resultados del pretest y el postest.

### **Indicadores evaluados en el pretest y postest**

Se elaboraron tres indicadores que agrupan las preguntas del cuestionario usado en el pretest y postest, los cuales permitieron identificar el avance de los estudiantes. Estos indicadores se organizaron de acuerdo con el cuestionario aplicado; así pues, las preguntas del pretest (Tabla 1) responden a tres indicadores, al igual que los del postest (Tabla 2); sin embargo, responden a preguntas diferentes en cada cuestionario.

**Tabla 1**

*Indicadores para el pretest*

<b>Pregunta</b>	<b>Indicador de la Variable</b>
1	
2	I1. Comprende las definiciones planteadas en los problemas aplicados.
3	
4	
7	I2. Identifica las variables en un problema planteado sobre ecuaciones.
8	
5	
6	
9	I3. Uso de procedimientos para el desarrollo de problemas de ecuaciones lineales.
10	

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 2**

*Indicadores para el postest*

<b>Pregunta</b>	<b>Indicador para la Variable</b>
2	
3	I1. Comprende las definiciones planteadas en los problemas aplicados.
5	
1	
7	I2. Identifica las variables en un problema planteado sobre ecuaciones.
9	
4	
6	I3. Uso de procedimientos para el desarrollo de problemas de ecuaciones lineales.
8	
10	

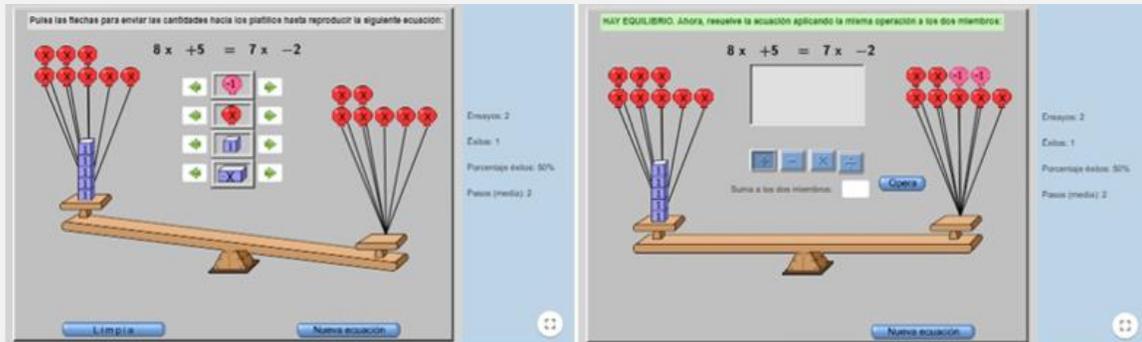
*Nota.* Elaboración propia.

**Tareas desarrolladas por los estudiantes**

Como ejemplo representativo de la implementación pedagógica, se presenta el uso del simulador GeoGebra como herramienta didáctica para favorecer la comprensión conceptual y procedimental de las ecuaciones lineales (Figura 1). A través de esta simulación, los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar con representaciones dinámicas que facilitaron la identificación de los elementos estructurales de una ecuación lineal, así como la comprensión de los pasos lógicos necesarios para su resolución. Esta actividad promovió un aprendizaje activo y significativo, en consonancia con los principios del ABP y el enfoque constructivista, al permitir que los estudiantes construyeran conocimiento a partir de la manipulación y exploración directa de los objetos matemáticos.

**Figura 1**

*Ejemplo de las tareas en la intervención*



*Nota.* Elaboración propia (hecho en GeoGebra).

## Hipótesis de investigación

La hipótesis para la presente investigación fue la siguiente:

H1: Se plantea que la implementación de una secuencia didáctica apoyada en el uso de GeoGebra tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería, específicamente en el aprendizaje de las ecuaciones lineales.

H2: Se considera que la aplicación de una secuencia didáctica mediada por GeoGebra no produce una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería en el aprendizaje de las ecuaciones lineales.

## Consideraciones éticas

El estudio cumplió con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (Barrios Osuna et al., 2016). Los participantes firmaron un consentimiento informado en el que se detallaron los objetivos de la investigación, se aseguró la confidencialidad de los datos y se les recordó su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento. Asimismo, se garantizó que los datos obtenidos serían utilizados únicamente con fines académicos.

## Resultados

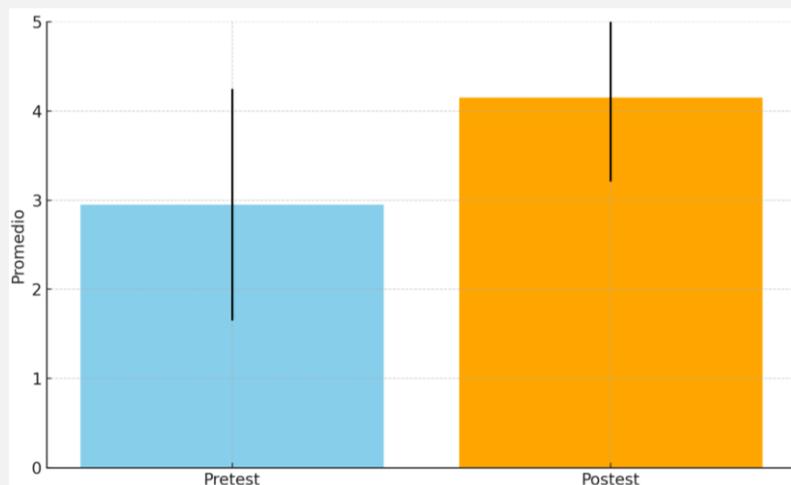
La evaluación de los resultados de los estudiantes, obtenidos tras la implementación de la secuencia didáctica, muestra una mejora significativa en el rendimiento académico, particularmente en el aprendizaje de las ecuaciones lineales. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes.

### Análisis descriptivo

Del total de estudiantes evaluados ( $n = 54$ ), se observó un aumento promedio de 1.2 puntos entre las pruebas pretest y postest, pasando de una media de 2.95 a 4.15 (ver Figura 2). Este incremento refleja un avance en la identificación, comprensión y aplicación de los conceptos de ecuaciones lineales. Además, la desviación estándar disminuyó de 1.30 en el pretest a 0.94 en el postest, indicando una mayor homogeneidad en los resultados de los estudiantes tras la intervención. En la Figura 2 se muestra la comparación de la distribución de calificaciones obtenidas en las pruebas pretest y postest. Se observa una mejora significativa en la proporción de estudiantes con calificaciones superiores a 4.0.

### Figura 2

*Distribución de calificaciones pretest y postest*



*Nota.* Elaboración propia.

### **Pruebas de normalidad y significancia estadística**

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk<sup>1</sup> y Kolmogorov-Smirnov<sup>2</sup> indicaron que los datos no siguen una distribución normal. Por tanto, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para evaluar la significancia estadística de las diferencias observadas entre pretest y postest. Esta prueba arrojó un valor de  $p < 0.001$ , confirmando que las mejoras observadas no son producto del azar, validando así la hipótesis de investigación H1.

### **Análisis crítico de los indicadores**

En la Figura 3 se muestran los resultados alcanzados por indicadores en el pretest y postest, donde se detalla la distribución específica de las respuestas correctas por cada uno de los indicadores analizados, destacando el progreso logrado tras la intervención.

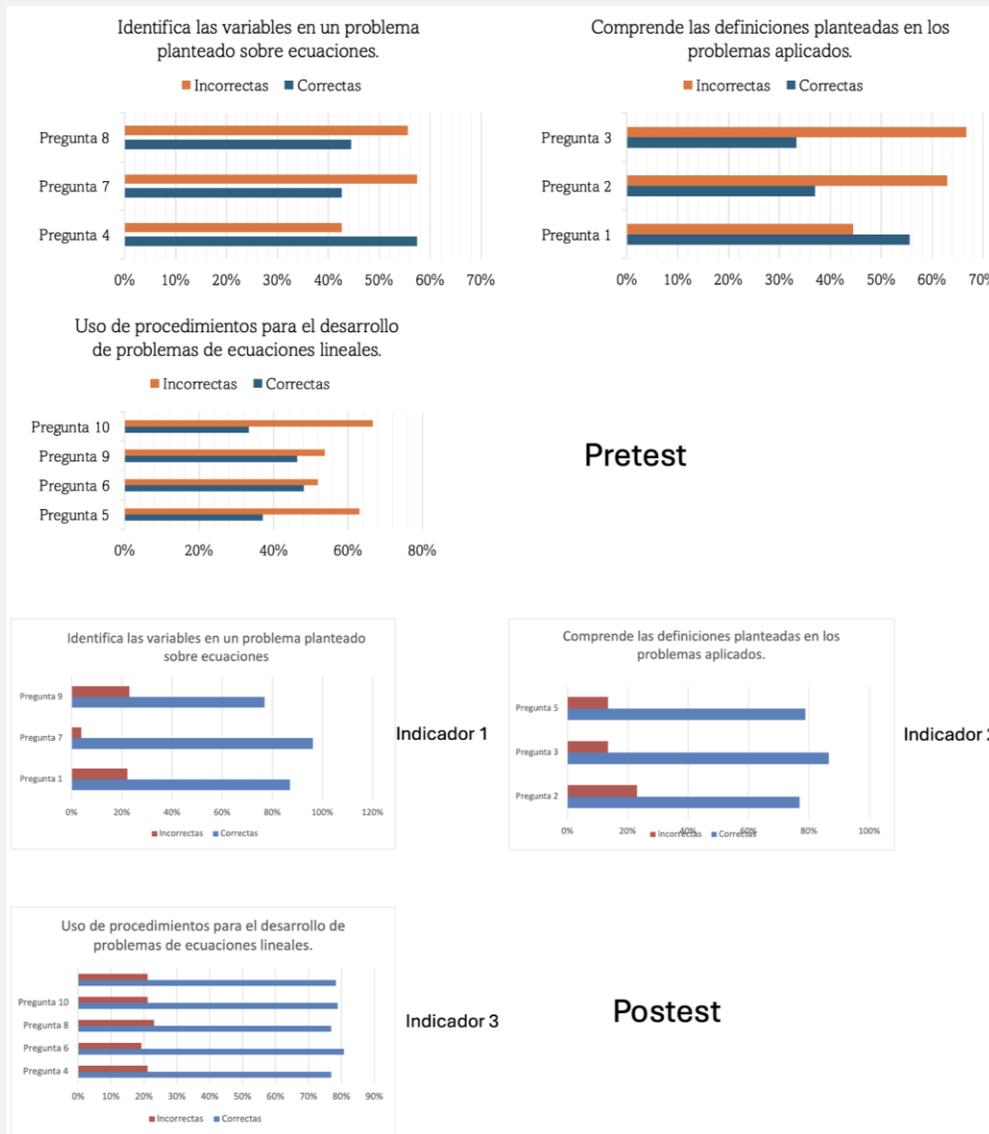
---

<sup>1</sup> La prueba de Shapiro-Wilk es una prueba estadística diseñada para evaluar si una muestra proviene de una población con distribución normal.

<sup>2</sup> La prueba de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica que compara la función de distribución acumulada de la muestra con la distribución acumulada esperada de una población teórica (por ejemplo, una normal). Se basa en la mayor diferencia absoluta entre ambas curvas de distribución.

**Figura 3**

*Resultados por indicadores en el pretest y postest*



*Nota.* Elaboración propia.

Se analizaron los tres indicadores establecidos:

### ***Comprensión de definiciones planteadas***

Pretest: los estudiantes demostraron dificultades en interpretar los conceptos fundamentales de las ecuaciones lineales.

Postest: se observó un aumento en el porcentaje de respuestas correctas, alcanzando un 87 %, lo que evidencia un fortalecimiento conceptual.

### ***Identificación de variables en problemas planteados***

Pretest: solo el 65 % de los estudiantes identificó correctamente las variables.

Postest: este indicador mejoró significativamente, llegando al 92 %, reflejando la efectividad de GeoGebra como herramienta pedagógica.

### ***Uso de procedimientos para resolver problemas de ecuaciones lineales***

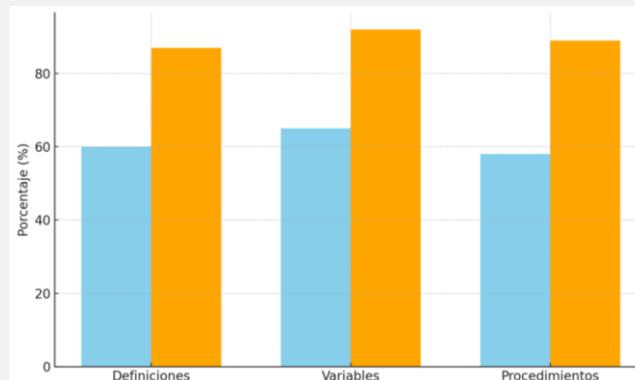
Pretest: el 58 % de los estudiantes demostró dificultades en la aplicación de procedimientos.

Postest: este porcentaje aumentó al 89 %, indicando un desarrollo notable en las habilidades técnicas y analíticas.

En la Figura 4, se presentan las mejoras porcentuales de los indicadores analizados tras la implementación de la secuencia didáctica mediada por GeoGebra.

**Figura 4**

*Mejora porcentual por indicadores*



*Nota.* Elaboración propia.

## Comparación con estudios previos

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que destacan el impacto positivo de GeoGebra en el aprendizaje matemático (Álvarez-Melgarejo et al., 2019; Bolondi & Luigini, 2019). Específicamente, el uso de EGD ha demostrado mejorar la comprensión conceptual y la motivación en los estudiantes, aspectos que también se evidenciaron en este estudio. En la Figura 5 se muestra la comparación de la desviación estándar en los resultados pretest y postest. La reducción indica una mayor homogeneidad en el aprendizaje tras la intervención.

**Figura 5**

*Comparación de la desviación estándar pretest vs postest*



*Nota.* Elaboración propia.

La reducción en la desviación estándar indica que la metodología no solo mejoró los resultados individuales, sino también generó un aprendizaje más equitativo entre los estudiantes. Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar tecnologías como GeoGebra en contextos educativos con limitaciones tecnológicas, promoviendo el desarrollo de competencias matemáticas y analíticas esenciales para la formación profesional.

En síntesis, la implementación de GeoGebra como herramienta didáctica en la enseñanza de ecuaciones lineales no solo es viable, sino altamente efectiva para mejorar el aprendizaje en contextos educativos desafiantes.

### **Discusión**

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian la relevancia del uso de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo, especialmente en el contexto actual, donde la enseñanza representa un desafío significativo para los profesores. Esta dificultad se acentúa al considerar que los estudiantes pertenecen a una generación inmersa en entornos digitales, donde dispositivos como teléfonos móviles, computadores, tabletas e internet forman parte integral de su cotidianidad. En este sentido, la incorporación de tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje se torna no solo pertinente, sino necesaria. Sin embargo, se identificó una problemática recurrente en el sistema educativo: muchas instituciones carecen de una infraestructura tecnológica adecuada para responder a las exigencias contemporáneas, situación que coincide con los hallazgos reportados por Carreira-Fernández (2013) y Ríos-Cuesta (2021).

En el caso específico de la Fundación Universitaria Claretiana (Uniclaletiana), institución donde se desarrolló esta investigación, se reconoce que, si bien se han emprendido acciones para fortalecer su infraestructura tecnológica, aún persisten limitaciones importantes. Asimismo, se observa que un número considerable de profesores no integra el uso de tecnologías en sus prácticas académicas, lo cual representa una barrera adicional para la consolidación de procesos formativos pertinentes y actualizados.

La conclusión planteada por González-Ocampo y Guerrero-Rodríguez (2016), en la que destacan la importancia de las aplicaciones móviles y de computador como elementos clave en el

proceso de aprendizaje, guarda estrecha relación con los hallazgos presentados en este artículo. En ambos casos, se reconoce que el uso de herramientas tecnológicas modernas, cercanas al entorno cotidiano del estudiante, incrementa su motivación hacia el aprendizaje. Específicamente, González-Ocampo y Guerrero-Rodríguez (2016) evidencian que la incorporación de la aplicación EQUALLY generó mejoras significativas en estudiantes con dificultades en la resolución de sistemas de ecuaciones. De manera complementaria, Mendoza-Arias y Torres-Galeano (2020) señalan que estas herramientas, al ser gratuitas y accesibles desde diversos espacios, favorecen la práctica constante por parte del estudiante, facilitando así el logro de sus objetivos académicos. Asimismo, se resalta el valor de las tecnologías como un recurso pedagógico adicional, equiparable a un docente auxiliar, que permite al estudiante desarrollar procesos de aprendizaje autónomo y personalizado.

En consonancia con los resultados obtenidos en este estudio, se concluye que la mediación del software GeoGebra contribuye de manera significativa a la mejora del rendimiento académico en comparación con las clases tradicionales. Diversas investigaciones respaldan esta afirmación, al evidenciar avances importantes en el aprendizaje cuando se integran herramientas didácticas interactivas en el aula. Para alcanzar dichos resultados, fue necesario el diseño y desarrollo de una plataforma educativa compuesta por al menos cinco simuladores, que permitieron a los estudiantes explorar, practicar y construir conocimiento de manera activa y autónoma. Esta experiencia se alinea con las conclusiones de Chacon-Caicedo y Pacheco-Pacheco (2021), así como de Gutiérrez-Márquez y Rico-Espinoza (2020), quienes coinciden en que la desmotivación hacia las clases convencionales representa una barrera importante para el aprendizaje. En respuesta a ello, estos autores propusieron la integración de aplicaciones móviles y el uso pedagógico del celular como estrategias efectivas para promover el interés y la participación de los estudiantes, especialmente en el aprendizaje de contenidos como las ecuaciones.

En relación con la herramienta GeoGebra, se hicieron análisis y comparaciones con otras herramientas utilizadas en contextos educativos, lo que permitió concluir que GeoGebra cumple con los requisitos necesarios para generar un impacto significativo en el aula. Este hallazgo es respaldado por la investigación de Ruiz Martínez (2021), quien incorporó GeoGebra como recurso central en el proceso de enseñanza y aprendizaje, destacando su efectividad en el fortalecimiento del pensamiento variacional y en la mejora del rendimiento académico. Asimismo, el estudio de

Pérez-Suárez y Ruíz-Obando (2020) propone una caracterización del uso de esta herramienta en la enseñanza de contenidos de electrónica, lo que evidencia la necesidad de incorporar estrategias didácticas mediadas con GeoGebra, dentro de los procesos formativos en diversas áreas del conocimiento. Estos aportes reafirman el potencial pedagógico de GeoGebra para enriquecer la experiencia de aprendizaje y fomentar el desarrollo de competencias matemáticas y tecnológicas.

Finalmente, al contrastar los hallazgos de esta investigación con los resultados de estudios previos en contextos similares, se concluye que las estrategias implementadas son pertinentes y responden de manera adecuada a las necesidades actuales del sector educativo en los niveles de primaria, secundaria y educación superior en el departamento del Chocó. En este sentido, se sugiere la replicación de esta metodología en otros niveles académicos y en distintas áreas del conocimiento, con el propósito de validar su aplicabilidad y efectividad en contextos diversos, así como de fortalecer procesos pedagógicos innovadores que promuevan aprendizajes significativos.

### **Conclusiones**

Los resultados de esta investigación evidencian la necesidad urgente de integrar herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, dada la familiaridad de los estudiantes con entornos digitales. No obstante, se identifican limitaciones estructurales en el sistema educativo del departamento del Chocó, particularmente en la Fundación Universitaria Claretiana, donde persisten deficiencias en infraestructura tecnológica y escasa incorporación de estas herramientas por parte del cuerpo docente, lo cual representa una barrera para garantizar una educación pertinente y de calidad.

Al analizar los resultados obtenidos a través del instrumento diagnóstico inicial (pretest), se identificaron las capacidades de los estudiantes en relación con el enfoque de aprendizaje basado en problemas. Estos resultados evidenciaron debilidades significativas en el dominio de las ecuaciones lineales, así como en otros conocimientos previos fundamentales. Los datos diagnósticos resultaron clave para el cumplimiento del primer objetivo del estudio, orientado a identificar el rendimiento académico de los estudiantes mediante una prueba centrada en la resolución de problemas. En términos generales, los puntajes obtenidos arrojaron un promedio de

3.0 sobre 5, con una variabilidad entre estudiantes de 1.3, lo que refleja un nivel de desempeño heterogéneo dentro del grupo evaluado.

La secuencia implementada estuvo conformada por tres unidades de aprendizaje, integradas por cinco actividades diseñadas con el apoyo del software GeoGebra y orientadas al desarrollo del aprendizaje significativo de las ecuaciones lineales. Esta intervención tuvo como propósito fortalecer la metodología del ABP, logrando una apropiación conceptual más sólida por parte de los estudiantes.

Como resultado, la prueba aplicada al finalizar la secuencia didáctica (postest) evidenció que el soporte ofrecido por GeoGebra favoreció un mejor desempeño por parte de los estudiantes al interactuar con el Entorno Gráfico Dinámico (EGD). En comparación con el pretest, la media de los resultados se incrementó a 4.2, con una desviación estándar de 0.9, lo que indica una mejora significativa en la capacidad de análisis e interpretación de problemas matemáticos. Según el análisis estadístico descriptivo, esta diferencia representa un aumento aproximado de 1.2 puntos, lo que refuerza la efectividad de la mediación tecnológica en el aprendizaje de las ecuaciones lineales.

Finalmente, el análisis de la correlación entre las pruebas aplicadas, a través de diversos estadísticos, evidencia una recepción positiva de la propuesta por parte de los estudiantes. Asimismo, los resultados obtenidos demuestran la viabilidad de replicar esta experiencia en otros programas académicos ofrecidos por la universidad, constituyéndose en una base sólida para el desarrollo de nuevos procesos investigativos. Además, se posiciona como una experiencia situada que puede contribuir significativamente a la reflexión y reformulación de las prácticas de aula implementadas por los profesores.

*Agradecimiento:* A la Fundación Universitaria Claretiana, por permitir la realización del proyecto de investigación en sus instalaciones.

*Conflicto de intereses:* Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

*Declaración de disponibilidad de los datos:* Los datos que respaldan los resultados de este estudio serán puestos a disposición por los autores, previa solicitud razonable.

### Referencias

- Álvarez-Melgarejo, C., Cordero-Torres, J. D., González-Bareño, J. G., & Sepúlveda-Delgado, O. (2019). Software GeoGebra como herramienta en enseñanza y aprendizaje de la Geometría. *Educación y Ciencia*, (22), 387-402. <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2019.22.e10059>
- Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4), 83-96. <https://doi.org/10.15366/REICE2021.19.4.005>
- Barrios Osuna, I., Anido Escobar, V., & Morera Pérez, M. (2016). Declaración de Helsinki: cambios y exégesis. *Revista Cubana de Salud Pública*, 42(1), 132-142. <https://www.scielo.org/pdf/rcsp/2016.v42n1/o14/es>
- Bolondi, G., & Luigini, A. (2019). *Byrne's Euclidean Geometry Revisited with Geogebra* [La geometría euclidiana de Byrne revisitada con Geogebra]. In L. Cocchiarella (Ed.), *ICGG 2018 - Proceedings of the 18th International Conference on Geometry and Graphics. ICGG 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing* (vol. 809, pp. 1191-1201). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95588-9>
- Bossio Vélez, J. L., Santa Ramírez, Z. M., & Jaramillo López, C. M. (2023, enero-abril). Un análisis sobre las barreras de la modelación matemática en la práctica educativa del profesor de básica primaria. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (68), 255-285. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n68a11>
- Cárcamo, A. D., Fuentealba, C. E., & Tauler, F. J. (2021). Concepciones sobre sistemas de ecuaciones lineales de 3x2 con solución vacía: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Formación Universitaria*, 14(1), 217-224. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062021000100217>
- Carreira-Fernández, C. (2013). *Principales dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. Pautas para maestros de Educación Primaria* [Tesis de grado, Universidad Internacional de La Rioja]. Repositorio digital institucional. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/1588>

- 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. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Chacon-Caicedo, J. G., & Pacheco-Pacheco, S. Y. (2021). *Estrategia Pedagógica Mediante una APP Para Mejorar el Aprendizaje en Solución de Ecuaciones de primer Grado en Grado Noveno* [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/ad9dcaa4-10d0-4d7a-9360-789c6564f1b2>
- Chavarría Arroyo, G. (2014). Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: El caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia. *Uniciencia*, 28(2), 15-44. <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/6009>
- Cifuentes-Medina, J.-E., Poveda-Pineda, D.-F., & Limas-Suárez, S.-J. (2023). Saber PRO tests, a challenge for education in Colombia [Pruebas Saber PRO, un reto para la educación en Colombia]. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 18(1), 395-406. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2023v18n1.10116>
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168. <https://gaceta.rsme.es/abrir.php?id=546>
- González-Ocampo, G. M., & Guerrero-Rodríguez, L. (2016). *Las App's como apoyo a la estrategia didáctica en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ecuaciones lineales en el grado noveno* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/f1787cc9-0bc8-4fcc-9491-ebdce4927432>
- Gutiérrez-Márquez, G. H., & Rico-Espinoza, L. A. (2020). *Estrategia pedagógica mediante una aplicación móvil para el fortalecimiento de la solución de sistemas de ecuaciones lineales 2x2* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/882fed8e-60ff-4f8f-8a57-774758c3159b>

- Herrera-García, K. H., Dávila-Araiza, T. D., Beltrán-Pellicer, P. B., & Giacomone, B. (2023). Design and implementation of an educational experience on linear variation for prospective mathematics teachers [Diseño e implementación de una experiencia educativa sobre variación lineal para futuros profesores de matemáticas]. *Uniciencia*, 37(1), 1-23. <https://doi.org/10.15359/ru.37-1.16>
- Mendoza-Arias, M. A., & Torres-Galeano, L. M. (2020). *Implementación de simuladores para resolver problemas que involucran operaciones con decimales en el grado sexto de la institución educativa tierra negra del municipio de Chipatá* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/27a013f8-2cea-4a84-9480-14881b42410b>
- Luy-Montejo, C. (2019). Problem Based Learning (PBL) in the Development of Emotional Intelligence of University Students [Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el Desarrollo de la Inteligencia Emocional de Estudiantes Universitarios]. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 353-383. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Ortiz Ortiz, M. L., & Hernández Yomayuzá, O. M. (2023, mayo-agosto). Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (69), 43-69. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n69a3>
- Otten, M., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Veldhuis, M. (2019). The balance model for teaching linear equations: a systematic literature review [El modelo de equilibrio para la enseñanza de ecuaciones lineales: una revisión sistemática de la literatura]. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0183-2>
- Pérez-Suárez, N. Y., & Ruíz-Obando, S. H. (2020). *Caracterización de software de simulación de circuitos electrónicos como alternativas de uso en educación superior* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/df8d7aea-0845-4285-b632-610c3ee2a6b0>
- Piaget, J. (1975). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Siglo XXI.

- Resnick, L., & Glaser, R. (1976). Problem solving and intelligence [Resolución de problemas e inteligencia]. In L. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 230-295). Lawrence Erlbaum Associates.
- Ríos-Cuesta, W. (2021). Desafíos del diseño instruccional para la enseñanza remota de las matemáticas en contextos de poca penetración de internet. *Eduweb*, 15(3), 69-81.  
<https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2021.15.03.6>
- Ríos-Cuesta, W. (2022). Garantías de los argumentos en clase de matemáticas mediados por el uso de software vs lápiz y papel. En N. Sgreccia (Ed.), *Memorias de las Segundas Jornadas de Práctica Profesional Docente en Profesorados Universitarios en Matemática* (pp. 249-262). Editorial Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario.
- Ríos-Cuesta, W. (2023). Diseño de tareas por variación para promover la argumentación. En E. L. Juárez Ruíz, L. A. Hernández Rebollar, & A. Castañeda (Eds.), *Tendencias en la Educación Matemática 2023* (pp. 69-88). Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática.  
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2023/01-04>
- Ruiz Martínez, L. M. (2021). *Desarrollo del pensamiento variacional a partir del concepto de optimización en un proceso mediado por un OVA que integra actividades en GeoGebra* [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena]. Repositorio digital institucional.  
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/84e540dd-78cc-43d4-ace6-113215c525e>
- Salazar-Morcuende, M., Martín-Cuadrado, A. M., & Valerio-Ureña, G. (2021). La investigación-acción para mejorar la actitud de los estudiantes hacia los dispositivos móviles en el aprendizaje. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 14(28), 46-60.  
<https://doi.org/10.55777/rea.v14i28.3656>
- Salmerón, L., & Delgado, P. (2019). Critical analysis of the effects of the digital technologies on reading and learning [Análisis crítico de los efectos de las tecnologías digitales en la lectura y el aprendizaje]. *Cultura y Educación*, 31(3), 465-480.  
<https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1630958>

- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends [Resolución de problemas en educación matemática: rastreo de sus fundamentos y tendencias actuales de la investigación-práctica]. *ZDM Mathematics Education*, 56, 211-222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education [El modelo de aceptación de la tecnología (TAM): un enfoque de modelado de ecuaciones estructurales metaanalíticas para explicar la adopción de tecnología digital por parte de los docentes en la educación]. *Computers and Education*, 128, 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on Problem Solving Theory and Practice [Reflexiones sobre la teoría y la práctica de la resolución de problemas]. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1-2), 9-34. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1258>
- Valdiviezo Villegas, G. N., Leyva Aguilar, N. A., & Nontol Nontol, W. J. (2024). Aprendizaje basado en problemas para desarrollar la competencia investigativa en estudiantes de educación básica. *Revista de Climatología*, 24, 884-894. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.884-894>