

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2484>

Incidencia del Uso del Geogebra en el Aprendizaje de Vectores para Estudiantes en Condiciones Rurales

Incidence Of The Use Of Geogebra In The Learning Of Vectors For Students In Rural Conditions

José Ramón Delgado Fernández

jrdelgado66@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9176-7666>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador-Loja

Manuel Humberto Cevallos Simancas

macevallos2@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7840-3710>

Colegio de Bachillerato Gabriel García Moreno
Ecuador-Loja

Jaime Stalin Palacios Campos

<https://orcid.org/0009-0008-8393-4154>

jaime.palacios@docentes.educacion.edu.ec

Unidad Educativa Gorky Elizalde Medranda
Ecuador-Milagro

Luis Enrique Macas Cuenca

luismacas452@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5709-5539>

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador-Loja

Artículo recibido: 10 julio 2026- Aceptado para publicación: 16 agosto 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente estudio analiza la incidencia del uso del software GeoGebra en el aprendizaje del concepto de vectores en estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado (BGU) pertenecientes a una institución educativa en condiciones rurales del Ecuador, donde el acceso a recursos tecnológicos es limitado. La investigación, de tipo descriptiva y con un diseño transversal, se llevó a cabo con una muestra intencional no probabilística de 29 estudiantes, a quienes se les aplicó una prueba diagnóstica inicial y una prueba final tras una intervención pedagógica basada en el uso de GeoGebra. Para el análisis de los datos, de naturaleza cuantitativa, se empleó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon mediante el programa estadístico SPSS versión 25, con el fin de comparar las calificaciones obtenidas antes y después de la intervención. Los resultados revelaron que, pese a que la mayoría de los estudiantes carecía de acceso a internet y computadora en sus hogares, lograron interactuar de manera exitosa y entusiasta con el software durante las sesiones en el centro de cómputo de la institución. Se

evidenció un incremento significativo en el rendimiento académico, reflejado en la diferencia entre los promedios de la evaluación inicial (35,7%) y la final (89,7%), con un valor de $p < 0,05$ que confirma la mejora sustancial. Además, se observó un notable aumento en la motivación, atención y comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes. En conclusión, se recomienda la incorporación de GeoGebra como recurso didáctico innovador en la enseñanza de la matemática, especialmente en contextos rurales, siempre que se articule con estrategias pedagógicas activas y centradas en el aprendizaje significativo.

Palabras clave: tecnología, geogebra, matemática, aprendizaje, vectores

ABSTRACT

This study analyzes the incidence of using GeoGebra software in learning the concept of vectors among first-year high school students (BGU) in a rural educational institution in Ecuador, where access to technological resources is limited. The research, descriptive with a cross-sectional design, was conducted with a non-probabilistic intentional sample of 29 students, who took an initial diagnostic test and a final test after a pedagogical intervention based on GeoGebra use. For data analysis, the non-parametric Wilcoxon signed-rank test was applied using SPSS version 25 to compare grades before and after the intervention. Results revealed that, despite most students lacking home internet and computer access, they successfully and enthusiastically interacted with the software during sessions at the school's computer lab. A significant academic improvement was evidenced, reflected in the difference between initial (35.7%) and final (89.7%) average scores, with $p < 0.05$ confirming substantial improvement. Additionally, a notable increase in student motivation, attention, and content comprehension was observed. In conclusion, incorporating GeoGebra as an innovative didactic resource in mathematics teaching is recommended, especially in rural contexts, as long as it is articulated with active pedagogical strategies centered on meaningful learning.

Keywords: technology, geogebra, mathematics, learning, vectors

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La práctica pedagógica tradicional incide en la falta de motivación de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, ya que su rol implica la memorización y repetición de contenidos (Diseth, 2025). Por ello, se debe tener en cuenta, que los docentes de hoy en día nacieron y pertenecen a la era digital, convirtiendo la tecnología en su principal fuente de información y aprendizaje, de ahí la importancia que los docentes aprovechen este recurso didáctico con grandes bondades, para inducir a los estudiantes a nuevos conocimientos.

Sin embargo, algunas de las causas por la que se sigue aplicando la metodología tradicional en los salones de clase, es el limitado acceso a recursos tecnológicos en las instituciones educativas y hogares de los estudiantes; realidad y limitante presente a lo largo y ancho del territorio ecuatoriano, enfatizándose aún más en el sector rural. Esta efímera gestión en el equipamiento de recursos tecnológicos propicia el poco interés de los docentes y autoridades para invertir en capacitaciones orientadas a la implantación de softwares de aprendizaje que apoyen a las necesidades actuales de los estudiantes, consecuentemente continúan desarrollando sus clases aplicando metodologías cotidianas sin innovación alguna.

En base a dichas consideraciones, y conociendo la facilidad que tienen los estudiantes para manejar las tecnologías, sin embargo éstas no son utilizadas con la frecuencia que se espera dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, por lo que se plantea la siguiente situación problemática: Debido a que se ha evidenciado una falta de aprendizaje significativo en los estudiantes del Primer año de BGU del Colegio de Bachillerato Fiscomisional Gabriel García Moreno, al estudiar vectores, a través del método tradicional, se propone el presente trabajo de campo cuyo objetivo consiste en determinar si el uso del GeoGebra influye en el aprendizaje de vectores para estudiantes en condiciones rurales.

En efecto, partiendo de la necesidad de ofrecer una educación de calidad, que prepare al ser humano acorde a las necesidades y a un perfil de bachiller en ciencias, orientado en los más altos valores de la justicia, innovación y solidaridad. Se debe tener presente que los cambios tecnopedagógicos y sociales que se presentan día a día obligan a vincular la tecnología en el ámbito pedagógico, no solo como herramienta de apoyo, sino como un componente que transforma las prácticas educativas (Gómez-Trigueros et al., 2024). Esto implica la necesidad de implementar softwares educativos para motivar a la nueva generación de jóvenes tecnológicos a desarrollar sus propios aprendizajes de manera significativa.

De este modo, se realizó el estudio de los vectores con la herramienta GeoGebra, apoyados en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, teniendo en cuenta las características de este tipo de aprendizaje, como son la reciprocidad entre los actores, el conocimiento es construido por el alumno, pero el guiado por el docente. La conexión entre lo nuevo y lo preexistente, la

estructura cognitiva se va construyendo a partir de conocimientos previos y la aplicación de lo aprendido a diferentes contextos, esto es el conocimiento tiene significado para el aprendiz.

Es importante destacar que al inicio se pudo determinar que un número elevado de estudiantes no tienen acceso a internet en sus hogares, mucho menos a una computadora, pero una vez que se utilizó GeoGebra, en el centro de computación de la institución, alumnos que no tienen un claro manejo de una computadora, estuvieron prestos a la manipulación de esta herramienta, destacando la existencia de una diferencia significativa entre las calificaciones iniciales y finales de los estudiantes, mostrando de este modo que el recurso es útil para el docente y permite al estudiante un aprendizaje significativo.

Aprendizaje significativo

Diversas revisiones sistemáticas recientes resaltan que el aprendizaje significativo no surge de la simple exposición de contenidos, sino de la articulación de estrategias pedagógicas activas con herramientas tecnológicas, las cuales permiten activar conocimientos previos y promover comprensión profunda y reflexión del estudiante en contextos contemporáneos educativos. En este sentido, la evidencia sistematizada muestra que la incorporación tecnológica solo genera aprendizajes significativos cuando está articulada con principios pedagógicos centrados en la comprensión activa y la participación estudiantil (Arellano et al., 2025).

Es fundamental destacar que la teoría del aprendizaje significativo fue formulada por el psicólogo David Ausubel, quien planteó que el aprendizaje no consiste en la simple memorización de contenidos, sino en una integración sustantiva de nuevos conocimientos con las estructuras cognitivas previas del estudiante. Esta idea se alinea con investigaciones contemporáneas que muestran que el aprendizaje profundo se logra cuando los estudiantes reflexionan sobre sus experiencias de aprendizaje y relacionan de manera activa los saberes nuevos con los anteriores, favoreciendo procesos comprensivos más allá de la repetición tradicional (Kostiainen & Pöysä-Tarhonen, 2025).

A partir de estas consideraciones, el aprendizaje significativo implica que los docentes deben tener presente el contexto y realidad de sus educandos, para de esta manera rescatar la experiencia previa y sea el punto de partida del proceso de enseñanza aprendizaje.

Características del aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo nace de un enfoque constructivista, por ende, tiene algunas características como las menciona (Bryce & Blown, 2024):

Los datos deben tener significado para el estudiante. No debe ser una mera incorporación mecánica de datos.

- Es recíproco, existe una retroalimentación entre la fuente y el receptor.
- El aprendiz entiende la información que se le está proporcionando.
- El aprendizaje adquirido puede ser aplicado en diferentes contextos. A esto se le define como transferencia del conocimiento.

- Existe una conexión entre la información nueva y la pre-existente entre la estructura cognitiva.
- La información nueva complementa y enriquece a la información anterior y esto la hace más completa para el sujeto.
- El aprendiz tiene la disposición de aprender, siempre que tenga lógica y significado para él.

Este conjunto de características obliga a erradicar la educación tradicionalista, el memorismo, por la construcción del conocimiento a partir de la asociación de conocimientos.

GeoGebra

Dentro de las múltiples propuestas de las herramientas tecnológicas esta GeoGebra, el cual es un software que permite realizar diferentes representaciones virtuales relacionadas con objetos matemáticos, con el fin de facilitar los cálculos y gráficos dinamizadores (Yatim et al., 2022), relacionadas con las matemáticas; lo cual permite dinamizar los procesos de enseñanza aprendizaje. El nombre de GeoGebra, es un nombre compuesto debido a que sus sílabas provienen de Geo: geometría y Gebra: álgebra; ya que incorpora funcionalidades gráficas y dinámicas en estas disciplinas, incluyendo análisis y hojas de cálculo.

Características generales de GeoGebra

De acuerdo con (Cenas Chacón et al., 2021), entre las características que distinguen a la herramienta GeoGebra se encuentran:

- Conecta la geometría, álgebra y hoja de cálculo de forma completamente dinámica.
- Interfaz muy fácil de usar, a pesar de contar con poderosas herramientas.
- Herramienta de autoría para crear materiales de aprendizaje interactivos como páginas web.
- Disponible en varios idiomas, para todos los usuarios del mundo.
- Software de código abierto disponible gratuitamente para usos no comerciales (Cenas Chacón et al., 2021).

Además, está escrito en Java, por lo cual se lo puede encontrar en varios idiomas y disponible en varias plataformas; puede ser instalado en los ordenadores o ser utilizado de manera online.

GeoGebra como recurso para la enseñanza

El área de matemática integra procesos que demandan razonamiento, comunicación y conexión entre ideas matemáticas y situaciones reales. En este marco, la incorporación de GeoGebra favorece ambientes de aprendizaje donde la interactividad y la construcción dinámica pueden potenciar disposiciones clave del trabajo matemático, como la perseverancia, la precisión-rigor y la autonomía (Coronado Huanaco et al., 2025). Asimismo, la evidencia reciente muestra que las intervenciones con GeoGebra en geometría se asocian con mejoras en la visualización espacial y el logro, dependiendo de variables como el nivel educativo y la duración de la

intervención (Suparman et al., 2024). Desde la perspectiva docente, GeoGebra se reconoce como un apoyo para la representación visual de conceptos complejos y el desarrollo cognitivo y afectivo del aprendizaje (Munyaruhengeri et al., 2025).

Con ello, se determina que GeoGebra es un recurso innovador e interactivo para los docentes de Básica Superior y Bachillerato General Unificado ya que permite transferir los contenidos y habilidades a su realidad y vida cotidiana permitiendo con ello la resolución de problemas a partir de los conocimientos matemáticos. De este modo, GeoGebra proporciona varias oportunidades que ayudan a optimizar el aprendizaje de la matemática y física, por lo que facilita la ejecución y demostración de representaciones gráficas de diversas situaciones (Bravo Merchán et al., 2024).

De este modo, el uso de GeoGebra favorece la construcción de objetos matemáticos representados tanto de manera gráfica como algebraica, promoviendo así el aprendizaje significativo. Asimismo, permite establecer conexiones entre lo visual y lo algebraico, facilitando una comprensión más articulada y profunda de los conceptos matemáticos.

GeoGebra para la enseñanza de vectores

La implementación de la tecnología en las aulas ha facilitado distintas modificaciones en el quehacer educativo, replanteando las formas de enseñar y aprender, especialmente en la educación matemática. Según (Bajaña et al., 2025), la integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas favorece la comprensión de conceptos complejos, promueve una mayor interactividad y permite adaptar los contenidos a las necesidades de los estudiantes, enriqueciendo así el aprendizaje. En este contexto, el estudio de los vectores no escapa a esta realidad, pues la tecnología ofrece recursos que apoyan la exploración dinámica y significativa de este objeto matemático.

De esta manera, si se considera a la teoría de representaciones semióticas planteadas por Duval en la que se explica que la comprensión de un objeto matemático está estrechamente relacionada con su sistema de representación semiótica y las actividades cognitivas que allí se vinculan. Sin duda alguna, el estudio del objeto matemático vectores requiere moverse entre diferentes sistemas de representaciones y el apoyo de recursos tecnológicos como el GeoGebra promueve este tipo de actividades, pues asume un rol importante al momento del proceso de visualización

Ante esta circunstancia, (Martínez, Vélez, 2019) , consideran que representar un objeto matemático desde sus diversos registros no es sencillo de realizar, por lo que mediante la visualización matemática se fortalece las habilidades visuales de los alumnos y logran ejecutar las actividades cognitivas explicadas por Duval (formación, tratamiento y conversión). En el caso de vectores, se exige con frecuencia utilizar la visualización como fundamento para la explicación en el aula y para la transición por los diversos registros semióticos que facilitan la comprensión de este objeto matemático.

Asimismo, el uso de software como GeoGebra se convierte para el docente en un aliado para su proceso de enseñanza pues, aunque su función no es sustituirlo en su papel de formador, si lo es como recurso para la planificación y diseño de la secuencia didáctica ya que, en su paso como herramienta de intervención pedagógica, permite generar un ambiente lúdico, dinámico, entretenido, de aprendizaje cognitivo y procedimental (Estela et al., 2022 pp. 153-170). De hecho, cuando se presenta una falta de articulación entre los registros semióticos para el objeto vectores se complica la comprensión del mismo y se exige una estrategia metodológica que abra camino tanto al razonamiento formal como al acercamiento visual, que facilite al estudiante externar las imágenes mentales que tienen sobre vectores y fomentar redes de representación consistentes que demuestre el dominio del objeto matemático en estudio.

Por otro lado, GeoGebra posibilita verificar conjeturas, teoremas y aspectos teóricos relacionados con vectores, planteados en los libros, sin recurrir a los procesos mecanizados y de corto plazo basados en la memorización. Debido a su caja de herramientas, este instrumento de aprendizaje deja atrás el trabajo del compás, el transportador y las escuadras para incorporar entre sus elementos a deslizadores, animaciones, menú de gráficas geométricas, que aportan de manera significativa al proceso del pensamiento geométrico lo cual facilita, mediante el desarrollo paso a paso y de forma minuciosa, la comprensión de vectores (Quito, Sánchez, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo descriptiva, porque se identificó, describió y analizó el uso de la herramienta GeoGebra para el aprendizaje de vectores, la cual fue utilizada como herramienta tecnológica. La intervención pedagógica fue de campo, debido a que toda la información se recolectó de los estudiantes de primer año BGU, y además fue una investigación transversal, porque los datos fueron recolectados en un solo periodo académico.

Para este estudio se consideró una muestra intencional y no probabilística de 29 estudiantes de Primer año BGU del Colegio de Bachillerato Fiscomisional Gabriel García Moreno, parroquia El Ingenio, cuyas edades oscilaron entre 15 y 20 años, de los cuales 12 estudiantes (41,4%) eran del género femenino mientras que 17 estudiantes (58,6%) pertenecían al género masculino.

Se analizaron los datos de manera cuantitativa, debido a que se tomaron las calificaciones de los estudiantes en dos momentos diferentes, donde las muestras eran relacionadas e igual tamaño, se utilizó la prueba de Wilcoxon, mediante el programa estadístico SPSS versión 25. De esta manera, se analizó la existencia o no de una diferencia significativa entre los promedios de calificaciones de los estudiantes antes y después de utilizar la herramienta GeoGebra para el aprendizaje de vectores.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos se basaron en una evaluación inicial (prueba diagnóstica) que constó de 10 preguntas distribuidas de la siguiente manera, tres socioeconómicas, siete de contenido relacionado a vectores; y de una evaluación final con dos

preguntas acerca de la utilidad y aceptación de GeoGebra y ocho preguntas de contenido sobre vectores.

En la figura 1, se resume el procedimiento realizado para el análisis de los datos, el cual constó de seis fases:

Fase Inicio: Consistió en indagar, mediante una evaluación inicial, sobre las posibles fortalezas y debilidad que acarreaban los estudiantes del sector rural, en cuanto al uso de la computadora y su experiencia para ese momento con el software GeoGebra, saberes previos al contenido vectores relacionados con punto en el plano, magnitud de un vector.

Fase Conociendo GeoGebra: Consistió en introducir a los estudiantes en el ambiente de GeoGebra, mostrándoles sus bondades e importancia para el estudio de vectores, mediante la visualización de un video que explicaba qué es y para qué sirve GeoGebra; además se plantearon en clases preguntas relacionadas con el video (socialización de la herramienta), luego se presentó de manera práctica el software explorando sus aplicaciones mediante la explicación de sus comandos básicos para el objeto de vectores (ubicación de un punto, recta, ángulo).

Fase Uso de GeoGebra: Consistió en asignar, durante la etapa de desarrollo de la sesión de clase, actividades utilizando el software como trazar puntos en coordenadas polares y rectangulares, graficar vectores, calcular la magnitud del vector, identificar el cuadrante en el que se encuentra el vector, realizar suma de vectores y; en la etapa final de la sesión de clase se asignaban tareas relacionadas con lo aprendido en clases y la interacción con la aplicación.

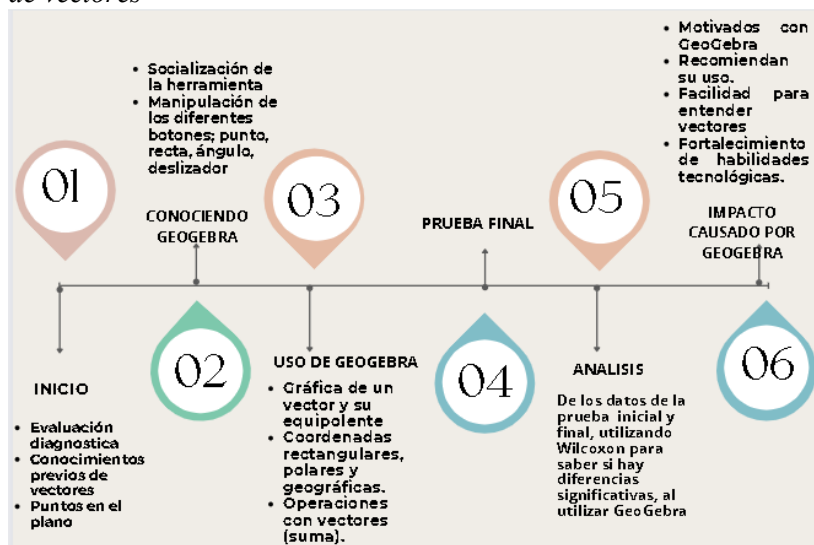
Fase Prueba Final: Consistió en aplicar una prueba escrita en la etapa de cierre de la última sesión de clase sobre vectores, en la que se evaluó los mismos contenidos de la prueba inicial, y sobre la aceptación de la herramienta tecnológica para su aprendizaje.

Fase Análisis: Consistió en aplicar una prueba estadística (prueba de Wilcoxon) que permite analizar si luego de la intervención pedagógica (uso del GeoGebra en las sesiones de clase) se logran diferencias significativas en el aprendizaje de vectores mediante la comparación de los promedios de las calificaciones de las pruebas inicial y final.

Fase Impacto: Una vez analizados los datos se procedió a generarse conclusiones y recomendaciones sobre el uso de la herramienta GeoGebra en el aprendizaje de vectores desde el punto de vista académico e institucional.

Figura 1

Procedimiento de la intervención pedagógica basado en el Uso del GeoGebra para el aprendizaje de vectores



Elaboración Propia

En este apartado se espera que los autores desarrollen una descripción de la metodología utilizada: Por ejemplo, dando a conocer el enfoque, el tipo de investigación, el diseño utilizado, etc.

En caso de artículos que incluyen algún tipo de estudio empírico de campo se debe indicar la población de estudio, la muestra y el muestreo o los informantes con las técnicas mediante las cuales fueron seleccionados, en caso de investigaciones cualitativas. En estos casos también se deben mencionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos,

RESULTADOS

Resultados relacionados con la Fase Inicio

Los hallazgos obtenidos en la evaluación inicial están vinculados con la etapa de inicio en el que determinaron las condiciones iniciales sobre el uso de la computadora por parte de los estudiantes y sobre sus saberes previos para el tópico de vectores

En relación a las condiciones iniciales sobre el uso de la computadora

La tabla 1 muestra los resultados de los ítems relacionados con el uso, en el que se puede observar que sólo 4 estudiantes (13,8 %) poseen internet y 2 estudiantes (6,9 %) tienen computadora y han usado la herramienta GeoGebra.

Tabla 1

Condiciones Iniciales sobre el uso de la Computadora

Condiciones Iniciales		No. de estudiantes	%
Acceso a Internet	Si	4	13,8
	No	25	86,2
Computadora propia	Si	2	6,9
	No	27	93,1
Uso del GeoGebra	Si	2	6,9
	No	27	93,1

Fuente: Los Autores

En relación a los saberes previos sobre el tema de vectores

Durante la fase de inicio se aplicó una prueba diagnóstica a los estudiantes en la que se evaluaron ítems relacionados con sus conocimientos previos en lo referente al objeto matemático vector, cuyos hallazgos se muestran en la tabla 2, la cual incluye únicamente los resultados para las respuestas correctas. De esta manera al indagar sobre si el vector es una magnitud, física, vectorial o escalar, 3 estudiantes (10,4%) contestaron correctamente; al identificar el tipo de magnitud que tenía el vector solo 10 estudiantes (34,5%) lo hicieron correctamente y, finalmente 18 estudiantes (62,1%) ubicaron en el cuadrante correcto el par ordenado correspondiente.

Tabla 2

Resultados de la prueba diagnóstica sobre los saberes previos relacionados con vectores

Contenido de los ítems	No. de estudiantes	%
Magnitud del vector	3	10,4
Tipo de Magnitud	10	34,5
Ubicación en el cuadrante	18	62,1
Promedio	10	35,7

Fuente: Autores

Resultados relacionados con la fase Prueba Final

Al finalizar la intervención pedagógica y, como consecuencia de la fase prueba final, se aplicó una evaluación en la que se plantearon algunas preguntas similares a la evaluación diagnóstica y así se determinó los aprendizajes alcanzados por los estudiantes una vez vivida la experiencia de la aplicación GeoGebra en sus sesiones de clases de vectores.

En relación a los aprendizajes alcanzados al utilizar el software GeoGebra

Los resultados de la prueba final se muestran en la tabla 3, obteniéndose que en cuanto al tipo de magnitud de un vector 25 estudiantes (86,2%) contestaron correctamente, para la pregunta relacionada con la diferencia entre una magnitud vectorial y una escalar 25 estudiantes (86,20%) acertaron y 28 estudiantes (96,6%) realizaron correctamente los ítems vinculados con la ubicación de un par ordenado en el plano.

Tabla 3

Resultados de la evaluación final sobre el contenido de vectores

Contenido de los ítems	No. de estudiantes	%
Tipo de Magnitud del vector	25	86,2
Diferencia entre Magnitud Escalar y Vectorial	25	86,2
Ubicación en el cuadrante	28	96,6
Promedio	26	89,7

Fuente: Autores

Al comparar los resultados de ambas evaluaciones (inicial y final), mostrados en las tablas 2 y 3, se hace notar que, en promedio, el 35,7% de los estudiantes demostraron un nivel de aceptación en cuanto a sus saberes previos para alcanzar el aprendizaje significativo de vectores

mientras que el 89,7% de los estudiantes alcanzaron los aprendizajes esperados para el contenido de vectores que se evaluó.

Resultados relacionados con la fase Análisis

Para realizar el análisis estadístico de los datos se realizó la prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon con el propósito de determinar si existían diferencias significativas en las calificaciones del grupo de estudiantes antes y después de utilizar GeoGebra, considerando para ello los resultados de las puntuaciones de la evaluación diagnóstica y prueba final. La hipótesis estadística tenía el propósito de verificar si la metodología aplicada mejoraba las puntuaciones obtenidas. Se utilizó la prueba con un nivel de significancia del 5%.

La tabla 4 muestra los resultados de la prueba. En la parte de rangos negativos, este parámetro indica que ningún estudiante bajo la calificación, los rangos positivos muestran que 28 estudiantes aumentaron sus calificaciones y que solo un estudiante obtuvo la misma calificación en las dos evaluaciones. Las hipótesis que se formulan, según la prueba de Wilcoxon, fueron:

H0: No hay diferencia significativa entre los promedios de las calificaciones después de utilizar la herramienta GeoGebra.

H1: Hay diferencia significativa entre los promedios de las calificaciones después de utilizar la herramienta GeoGebra.

Tabla 4

Resultados de la Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon entre las evaluaciones diagnóstica y final

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon					
			Rang	Suma	
			N o promedio	de rangos	
Prueba final (después) eval. diagnostica (antes)	Rangos –negativos		0a	,00	,00
	Rangos positivos	b	28	14,50	406,0
	Empates		1c	0	
	Total		29		
a. prueba final < eval. Diagnostica					
b. prueba final > eval. Diagnostica					
c. prueba final = eval. Diagnostica					

Fuente: Autores

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 5, la cual describe los resultados del estadístico de prueba, dándole respuesta al sistema de hipótesis, se puede observar que el valor de $p = 0,000 < 0,05$, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia

significativa entre los promedios de las calificaciones de las dos evaluaciones después de utilizar la herramienta GeoGebra.

Tabla 5

Resultados del estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba	
	Prueba final – eval.
Diagnostica	
Z	-4,640b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Autores

Los hallazgos obtenidos confirman los resultados expuestos en la investigación de Reyes, Campana y Mori (2020), quienes demostraron mediante el test de Wilcoxon que existía un aumento en el promedio de las calificaciones de matemáticas en el pretest y posttest de su estudio. Asimismo, estos autores concluyeron que la utilización del GeoGebra como recurso didáctico mejoró de manera significativa el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática en estudiantes de secundaria

DISCUSIÓN

Discusión relacionada con la Fase Inicio

En la actualidad, los jóvenes son considerados nativos digitales, ya que, presentan habilidades innatas frente al manejo de la tecnología y la utilizan en todos los aspectos de su vida, por tanto, facilita el aprendizaje dentro del campo educativo (Taquez et al., 2020). No obstante, es alarmante que en el sector rural exista una brecha muy grande en cuanto a tecnología se refiere y a un recurso tan globalizado como el internet. En este sentido, 25 estudiantes de los encuestados (86,2 %) no cuenta con este recurso fijo en su hogar, carecen de una computadora lo que le impide acceder a la tecnología desde su casa; por tanto es difícil creer que hayan utilizado alguna herramienta tecnológica para el aprendizaje de algún tema en particular, de allí que 27 estudiantes (93,1 %) indicaron que no han utilizado GeoGebra, para ese momento.

Estos hallazgos confirman lo indicado por Saucedo, Cedeño y Hurtado (2020, p.87) al expresar que en el Ecuador se está intentando “minimizar el impacto de la brecha digital en el sistema educativo, esto sin duda, es un desafío no solo para las autoridades del Ministerio de Educación sino también para todos los actores del sistema educativo”. De hecho, los estudiantes que no tienen acceso a la tecnología se les imposibilitan el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas que facilitan su aprendizaje y los prepara al mundo globalizado al cual se enfrentaran.

De hecho, actualmente las llamadas clases magistrales no les llama la atención a los nativos digitales, ya que ellos con solo realizar un par de clics tienen toda la información a su alcance, en donde la pueden visualizar de manera más llamativa y dinámica e incluso compartirla con sus compañeros; y es por esto que el docente debe las estrategias metodológicas convenientes y que se adapten a su entorno para canalizar toda esta información y lograr que la tecnología no fomente una brecha entre docente y estudiante.

En base a esos referentes, es necesario recalcar lo expresado por (Fuentes et al., 2018) quienes indicaron que los sistemas educativos tradicionales y sus procesos de aprendizaje no fueron elaborados para los llamados nativos digitales, estudiantes de hoy en día inmersos en la tecnología a diario. Por tal motivo, los docentes que les imparten clase, en el mejor de los casos son inmigrantes digitales, realizan un esfuerzo para acercarse a las nuevas tecnologías y a través de ella atraer la atención de sus estudiantes, e intentan enseñar en un lenguaje que entiendan los habitantes de un mundo digital para evitar cierto rechazo, desinterés o falta de motivación por la asignatura.

Por ultimo, los resultados relacionados a la evaluación inicial relacionada con vectores, coinciden con los mostrados por Fernández (2021) cuyos resultados de la prueba de diagnóstico evidenciaron que sus estudiantes no contaban con los conocimientos básicos e imprescindibles para avanzar en la materia y lograr las competencias esperadas para vectores, es decir el nivel de los saberes previos de estos estudiantes que no era alto, por lo que esta autora recomendó utilizar diferentes estrategias metodológicas utilizando el software GeoGebra para activar los prerrequisitos cognitivos y el aprendizaje significativo.

Discusión relacionada con la Fase de prueba final

Se evidencia la superación, en promedio del aprendizaje alcanzado por los estudiantes en condiciones rurales una vez utilizada la aplicación GeoGebra coincidiendo con Taborda (2020) quien manifiesta que al utilizar esta aplicación como herramienta mediadora en el proceso de enseñanza aprendizaje del algebra vectorial se generan facilidades para el aprendizaje significativo y se convierte en un instrumento útil para la enseñanza fomentando el interés por la asignatura.

Estos hallazgos concuerdan con las conclusiones del estudio de Guachún y Espadero (2021, p.59), quienes opinaron que “el software GeoGebra es un recurso beneficioso para la enseñanza del tema vectores puesto que ayuda a que los estudiantes se sientan motivados por aprender y lo hagan de manera más rápida, provocando que alcance los aprendizajes requeridos”.

Discusión relacionada con la fase de impacto

Tras el análisis estadístico de los datos y considerando los resultados de las preguntas relacionadas con la aceptación o no de la herramienta GeoGebra para el aprendizaje de vectores, se procedió a medir el impacto que la aplicación de esta metodología ocasiono en el proceso de enseñanza aprendizaje de estudiantes en condiciones rurales.

Una vez aplicado GeoGebra para el aprendizaje de vectores, la mayoría de los estudiantes se involucraron de manera directa con el tema ya que para buena parte de ellos era la primera vez que ingresaban al centro de cómputo, a realizar actividades diferentes a las de la asignatura computación. En líneas generales, el 96,6% de los estudiantes calificaron como alta la utilidad del software y todos la recomendaron para ser utilizada en otros contenidos de esta asignatura y de otras asignaturas debido a su carácter innovador, motivador y de una ayuda significativa en el aprendizaje de vectores.

Lo que lleva a determinar que, al romper los esquemas tradicionales basados en que únicamente se puede aprender en el aula, y al lograr la motivación tanto de estudiantes como de docentes para la creación de nuevos espacios para el quehacer educativo, facilitando una motivación bidireccional en el que se abra paso al uso de la tecnología como un recurso de apoyo en todas las asignaturas, incluyendo a la matemática para alcanzar una mayor comprensión y apropiación cognitiva del objeto matemático en un ambiente dinámico. De allí que para Gallego, Granados y Sánchez (2018, p.10) “el uso asertivo del GeoGebra representa una oportunidad fundamental para intervenir poblaciones que presentan problemas asociados a la comprensión, rendimiento y manejo de conceptos y procedimientos matemáticos aplicados”.

Al finalizar la intervención pedagógica para la enseñanza del tema de vectores, el 100% de los estudiantes logró involucrarse con el software manipulando con éxito los comandos que les permitieron graficar un vector, trazar el vector equipolente, calcular la magnitud y dirección del vector trazado. Asimismo, el 90% de los estudiantes logró expresar un vector en distintos sistemas de coordenadas y realizar la suma de más de dos vectores aplicando el método del polígono. Finalmente, el 65,4% de los estudiantes identificó sin problema los cuadrantes del plano cartesiano e incluso lo personalizaban con formas y colores que la herramienta les permitía realizar de manera fácil. Ante esta situación, se evidencia que los estudiantes aceptaron positivamente la utilización de la herramienta para facilitar su aprendizaje de vectores.

Ante estos resultados, se concuerda con lo planteado por Gallego, Granados y Sánchez (2018), quienes han manifestado que al implementar GeoGebra en el aula de manera cotidiana se logra la aprehensión, apropiación y manejo los objetos matemáticos relativos al álgebra y cálculo, con un impacto positivo en el rendimiento estudiantil, desarrollando tanto el pensamiento crítico y matemático como el nivel de competencia de respuesta ante una situación problemática vinculada con esta área de la matemática.

CONCLUSIONES

A pesar de tener muchas limitaciones tecnológicas en un mundo tan globalizado, los estudiantes no se sintieron intimidados al momento de manipular GeoGebra, al contrario, les llamó la atención inmediatamente, de tal modo, que las clases se volvieron llamativas y dinámicas, logrando que estudiantes se mostraron habidos por introducir comandos para interactuar con el programa, demostrando así sus habilidades tecnológicas innatas, a pesar de que en alguno casos, jamás habían tenido contacto con una computadora.

Seguir presentado escenarios a los estudiantes, con algún recurso innovador que sirva como enlace para involucrarlo en la clase, en nuestro caso, presento una experiencia enriquecedora al momento de enseñar vectores, utilizando este recurso tecnológico a más de tener su atención y mejorar su aprendizaje, la clase se vuelve dinámica, quedando demostrado que los docentes debemos mostrar la tecnología a los estudiantes para que hagan uso de ella y explotar todas las bondades que esta presenta al momento de enseñar.

En los datos obtenidos de la evaluación inicial, se pudo evidenciar las falencias que tenían los estudiantes al estudiar vectores por el método tradicional, posteriormente con el uso de la prueba Wilcoxon, se pudo evidenciar que hay diferencias significativas entre los promedios de las calificaciones antes y después de utilizar el recurso tecnológico, con estos antecedentes se concluye que GeoGebra si funcionó para el aprendizaje de vectores.

Declaración de Ética, Transparencia y Uso de Inteligencia Artificial (IA)

Originalidad y plagio: Los autores declaran que este trabajo es original, inédito y no ha sido sometido simultáneamente a otra revista para su publicación. Todas las fuentes consultadas han sido debidamente citadas y referenciadas conforme a las normas académicas vigentes, garantizando la ausencia de plagio o autoplagio.

Conflictos de interés: Los autores manifiestan que no existen conflictos de interés de naturaleza económica, personal, académica o institucional que pudieran haber influido en el desarrollo, interpretación o presentación de los resultados de esta investigación.

Participación y crédito: Todos los autores han contribuido de manera significativa al diseño del estudio, la recolección y análisis de datos, la redacción del manuscrito y su revisión crítica. Todos aprueban la versión final y asumen la responsabilidad sobre el contenido íntegro del trabajo. La autoría se ha definido siguiendo los criterios del ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors).

Datos y materiales: Los datos utilizados en esta investigación provienen de instrumentos aplicados directamente a los participantes, previo consentimiento informado. Los autores se comprometen a poner a disposición de los editores y revisores, si así se solicita, los datos anonimizados que respaldan los hallazgos reportados, preservando en todo momento la confidencialidad de los participantes.

Consentimiento informado: Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y, en el caso de menores de edad, de sus representantes legales, garantizando la participación voluntaria y el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias.

Declaración sobre el uso de Inteligencia Artificial (IA)

A continuación se pone de manifiesto el uso de la inteligencia artificial

Roles de la IA: En la elaboración del presente artículo se utilizó una herramienta de Inteligencia Artificial como apoyo en tareas de asistencia lingüística, mejora de redacción y organización preliminar de ideas. La IA fue empleada exclusivamente como recurso auxiliar para optimizar la claridad, coherencia y estructura del manuscrito, sin intervenir en el diseño metodológico, análisis de datos, interpretación de resultados ni en la generación de contenido científico original.

Responsabilidad humana: Los autores asumen plena responsabilidad sobre el contenido académico, la veracidad de la información, el análisis realizado y las conclusiones presentadas en este trabajo. Todas las decisiones conceptuales, metodológicas y argumentativas fueron realizadas de manera autónoma por los autores, garantizando el rigor científico y la integridad académica.

Edición final: La versión final del manuscrito fue revisada, corregida y validada íntegramente por los autores antes de su envío a la revista, asegurando el cumplimiento de las normas éticas y editoriales vigentes.

REFERENCIAS

- Arellano, G. M. P., Fernández, R. X. Y., Morillo, J. A. C., Yaselga, R. J. V., Calle, S. A. F., & Mancheno, D. G. C. (2025). El aprendizaje significativo en la era digital: una revisión sistemática de estrategias pedagógicas y tecnológicas. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 2(4), 62-69. <https://doi.org/10.70625/rlce/355>
- Bajaña, D. E. M., Saltos, O. Y. V., Fernández, J. E. S., & Llaguno, L. S. V. (2025). Integración de tecnología en la enseñanza de las matemáticas: ventajas y desafíos. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual «ALCON»*, 5(1), 354-364. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i1.417>
- Bravo Merchán, L. E., Panamá Criollo, G. W., Bravo Merchán, L. E., & Panamá Criollo, G. W. (2024). GeoGebra en la Enseñanza-Aprendizaje de las Cónicas. *Revista Scientific*, 9(32), 298-319. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2024.9.32.14.298-319>
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2024). Ausubel's meaningful learning re-visited. *Current Psychology*, 43(5), 4579-4598. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>
- Cenas Chacón, F. Y., Gamboa Ferrer, L. R., Blaz Fernández, F. E., Castro Mendocilla, W. E., Cenas Chacón, F. Y., Gamboa Ferrer, L. R., Blaz Fernández, F. E., & 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>
- Coronado Huanaco, I., Martínez Horna, D. J., Vilcapoma Lara, N. F., Coronado Huanaco, I., Martínez Horna, D. J., & Vilcapoma Lara, N. F. (2025). El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas. *Revista InveCom*, 5(4). <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15114455>
- Diseth, Å. (2025). Motivation and learning strategies among students in upper secondary education: grade level differences and academic outcomes. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1679954>
- Fuertes, A., Ferrís, R., & Grimaldo, F. (2018). ¿Un cambio de metodología que aumente la satisfacción y motivación del estudiante favorece su aprendizaje? *Experiencias en el aula*. 335-342.
- Gómez-Trigueros, I. M., Ruiz-Bañuls, M., Esteve-Faubel, J. M., & Mareque León, F. (2024). Teacher Motivation: Exploring the Integration of Technology and Didactics in the Narratives of Future Teachers. *Social Sciences*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/socsci13040217>
- Kostiainen, E., & Pöysä-Tarhonen, J. (2025). Meaningful learning over the course of teacher education: Students' reflections. *Teaching and Teacher Education*, 168(3), 105241. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105241>

- Munyaruhengeri, J. P. A., Umugiraneza, O., Ndagijimana, J. B., & Hakizimana, T. (2025). Exploring Teachers' Perceptions of GeoGebra's Usefulness for Learning Limits and Continuity: A Gender Perspective. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101412. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101412>
- Suparman, Marasabessy, R., & Helsa, Y. (2024). Fostering spatial visualization in GeoGebra-assisted geometry lesson: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(9). <https://doi.org/10.29333/ejmste/15170>
- Yatim, S. S. K. M., Saleh, S., Zulnadi, H., Yew, W. T., & Yatim, S. A. M. (2022). Effects of brain-based teaching approach integrated with geogebra (b-geo module) on students conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 15(1), 327-346. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15119a>