

GEOGEBRA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE VECTORES EN EL ESPACIO EN LA ASIGNATURA DE CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES

GEOGEBRA AS A DIDACTIC TOOL TO STRENGTHEN THE LEARNING OF VECTORS IN SPACE IN THE SUBJECT OF CALCULUS OF SEVERAL VARIABLES

Hernán Alexi Carrión Cano ^{1*}

¹ Instituto de Admisión y Nivelación. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5100-4218>. Correo: hernan.carrion@utm.edu.ec

Orestes Beato Diaz ²

² Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5157-1864>. Correo: orestes.beato@utm.edu.ec

Ambrosio José Tineo ³

³ Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2060-8860>. Correo: ambrosio.tineo@utm.edu.ec

Olga Lilian Mendoza Talledo ⁴

⁴ Departamento Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6053-562X>. Correo: olga.mendoza@utm.edu.ec

* Autor para correspondencia: hernan.carrion@utm.edu.ec

Resumen

El avance tecnológico y su integración en el ámbito educativo han transformado significativamente el aprendizaje de las matemáticas. En este contexto, las herramientas didácticas han evolucionado para responder a las necesidades y desafíos que enfrentan los estudiantes en esta disciplina. En particular, resulta esencial examinar el impacto de GeoGebra como recurso complementario en la enseñanza de las matemáticas. Con este propósito, se llevó a cabo un estudio cuantitativo con estudiantes de Cálculo de Varias Variables, dividiendo a los participantes en dos grupos: uno experimental y otro de control. El grupo experimental



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

empleó GeoGebra como apoyo en su aprendizaje, mientras que el grupo de control mantuvo un enfoque tradicional. Los resultados mostraron que el uso de GeoGebra favorece una mejor comprensión de los aspectos analíticos y gráficos de los problemas matemáticos, además de incrementar notablemente la motivación, el compromiso y el interés por la asignatura. Esto, a su vez, fomenta el desarrollo del aprendizaje autónomo. GeoGebra se consolida como una herramienta fundamental en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, contribuyendo de manera significativa al fortalecimiento de las competencias analíticas y gráficas de los estudiantes.

Palabras clave: GeoGebra; vectores en el espacio; didáctica docente; varias variables

Abstract

Technological progress and its integration into the educational environment have significantly transformed the learning of mathematics. In this context, didactic tools have evolved to respond to the needs and challenges faced by students in this discipline. In particular, it is essential to examine the impact of GeoGebra as a complementary resource in the teaching of mathematics. For this purpose, a quantitative study was conducted with students of multivariable calculus, dividing the participants into two groups: an experimental and a control group. The experimental group used GeoGebra to support their learning, while the control group maintained a traditional approach. The results showed that the use of GeoGebra favors a better understanding of the analytical and graphical aspects of mathematical problems, in addition to significantly increasing motivation, engagement and interest in the subject. This, in turn, fosters the development of autonomous learning. GeoGebra is consolidated as a fundamental tool in the learning process of mathematics, contributing significantly to the strengthening of students' analytical and graphical skills.

Keywords: GeoGebra; vectors in space; teaching didactics; multivariable calculus

Fecha de recibido: 26/11/2024

Fecha de aceptado: 22/01/2025

Fecha de publicado: 28/01/2025

Introducción

A nivel mundial los estudiantes evidencian dificultades en cálculo y se intensifican en cálculo de varias variables. Los resultados revelaron que todos los países de América Latina presentan las mismas dificultades, falta de interés y poca comprensión de los conceptos básicos del cálculo, siendo el cálculo de varias variables el área con el promedio más bajo. En contraste, los países europeos y, particularmente, los asiáticos donde se lograron mejores resultados. Esto pone de manifiesto las serias dificultades estructurales del sistema educativo en la región, lo que demanda la atención de las autoridades educativas para tomar decisiones efectivas que mejoren la formación de los futuros profesionales (Bazurto et al., 2021).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

En el caso de Ecuador, en 2017, más del 60% de los estudiantes del curso de Cálculo de Varias Variables enfrentaron problemas de comprensión, y un 30% no alcanzó el nivel básico de habilidades en matemáticas, lo que derivó en la pérdida del semestre.

Esta problemática se atribuye a diversos factores sociales, culturales, educativos, económicos y políticos. Por ejemplo, docentes sin la preparación adecuada se ven obligados a impartir clases en áreas que no dominan, lo que se suma a la ineficiencia del sistema educativo (Guanoluiza et al., 2024). Este permite la promoción de estudiantes al siguiente nivel sin el dominio mínimo requerido, generando conformismo y desinterés durante el periodo escolar. Como resultado, se incrementa el rezago educativo y disminuye el rendimiento académico. Estas deficiencias en matemáticas también impactan en el aprendizaje de otras asignaturas en la educación superior (Aray Andrade et al., 2019).

Por otro lado, la constante evolución tecnológica y los nuevos requerimientos del siglo XXI, como la inteligencia artificial y la industria 4.0, exigen profesionales con sólidas competencias matemáticas, creativos, digitales y adaptables a los desafíos modernos (Ayanwale et al., 2022). En este contexto, el sistema educativo debe ajustarse a estas demandas industriales, reconsiderar la enseñanza y el aprendizaje, y preparar a los estudiantes para un mundo cambiante (De Paz Lázaro et al., 2022).

Por consiguiente, la educación debe incorporar herramientas digitales que enriquezcan la experiencia de aprendizaje. En este sentido, esta investigación propone integrar GeoGebra como una herramienta tecnológica complementaria para fortalecer las habilidades matemáticas en estudiantes de Cálculo de Varias Variables, y analizar su impacto en comparación con métodos tradicionales. Estudios previos han demostrado que el uso de GeoGebra mejora significativamente el aprendizaje matemático, ofreciendo ventajas pedagógicas gracias a sus resultados positivos (Quijano et al., 2023).

La investigación se llevará a cabo en los paralelos A y B del segundo semestre de la Universidad Técnica de Manabí, en Portoviejo. Se seleccionará el tema de vectores en el espacio, debido a las deficiencias que presentan los estudiantes en esta área (Aray Andrade et al., 2019; Florio, 2022). Los bajos rendimientos en pruebas estandarizadas y reportes de los docentes justifican esta elección. Además, los vectores en el espacio son un tema abstracto que requiere relacionar representaciones gráficas con ecuaciones algebraicas, una conexión que GeoGebra facilita gracias a sus características interactivas (Aray et al., 2020).

Integración de las nuevas tecnologías en la educación

En la actualidad, las tecnologías digitales transforman la interacción y comunicación, ofreciendo nuevas formas de aprendizaje. Su integración en la educación ha demostrado mejorar el rendimiento académico y aumentar el interés de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más eficiente (Valenzuela, 2020; Valencia Castro et al., 2022). Además, la tecnología permite a los docentes reconceptualizar su enseñanza, diseñando estrategias que incorporen nuevas formas de representación y resolución de problemas matemáticos (Santos-Trigo et al., 2021).

Docentes que integran tecnología impactan positivamente en los entornos educativos modernos, como se evidencia en países como Austria, Dinamarca y Finlandia, donde se permite el uso de tecnología avanzada en exámenes estatales (Lavicza et al., 2022). Es esencial que los educadores reciban formación continua para



innovar y adaptar sus prácticas, ofreciendo una educación integral que responda a las necesidades del siglo XXI.

GeoGebra y su influencia en el aprendizaje de matemáticas

GeoGebra, desarrollado en 2002 por Markus Hohenwarter, es un sistema de geometría dinámica que combina herramientas de geometría 2D y 3D, álgebra, cálculo y hojas de cálculo. Su entorno intuitivo y amigable facilita la modelación y exploración de problemas matemáticos, promoviendo un aprendizaje interactivo y significativo (Ramírez-Uclés & Ruiz-Hidalgo, 2022). GeoGebra está disponible gratuitamente y cuenta con una amplia comunidad que comparte recursos didácticos, lo que amplía sus aplicaciones en diversos niveles educativos (Aray & Párraga Quijano, 2023).

Estudios han demostrado que GeoGebra mejora la comprensión conceptual, fomenta la resolución de problemas y desarrolla el autoaprendizaje. Por ejemplo, Florio (2022) evidenció que su uso facilita la conexión entre modelos geométricos y algebraicos, mejorando la comprensión de vectores en el espacio. Asimismo, investigaciones destacan su efectividad en el aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes exploran conceptos de manera interactiva y aplican sus conocimientos a situaciones reales (Kholid et al., 2022).

GeoGebra es una herramienta clave para fortalecer el aprendizaje matemático, particularmente en temas abstractos como vectores en el espacio. Su implementación en el aula permite desarrollar competencias matemáticas, digitales y de pensamiento crítico, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno (Lucas & Aray, 2023).

Materiales y métodos

El objetivo de este trabajo investigativo es analizar la influencia de GeoGebra como herramienta didáctica en el aprendizaje de las matemáticas, específicamente en el tema de vectores en el espacio, debido a que representa una de las principales dificultades para los estudiantes. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental.

El estudio se llevó a cabo con dos paralelos del segundo semestre de la asignatura Cálculo de Varias Variables. El paralelo A, integrado por 30 estudiantes, fue asignado como grupo experimental y utilizó GeoGebra en el proceso de aprendizaje de los vectores en el espacio. Por otro lado, el paralelo B, conformado por 28 estudiantes, fungió como grupo de control, en el que se abordó el mismo contenido mediante clases tradicionales. En el grupo experimental se implementaron actividades didácticas que incluían el uso de GeoGebra, mientras que el grupo de control trabajó con métodos convencionales.

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Manabí, en el cantón Portoviejo, motivada por los reportes parciales y quimestrales de los docentes, los cuales evidenciaban dificultades en el aprendizaje de geometría, particularmente en el manejo de secciones cónicas. Dado que la institución carece de infraestructura para que cada estudiante utilice GeoGebra de manera individual, las autoridades permitieron el uso de teléfonos móviles durante las sesiones de clase.

Se diseñaron ocho sesiones de enseñanza, organizadas en pares, para abordar los temas de circunferencia, elipse, parábola e hipérbola. Durante estas sesiones, los estudiantes del grupo experimental emplearon



GeoGebra como herramienta didáctica. Posteriormente, se aplicó un test a ambos grupos, cuyos resultados fueron tabulados y analizados mediante pruebas estadísticas como ANOVA y t de Student, con el fin de comparar las medias y establecer la relación entre ambos métodos de enseñanza.

Los resultados obtenidos permitirán evaluar si el uso de GeoGebra genera mejoras significativas en el aprendizaje de vectores en el espacio en comparación con la enseñanza tradicional en estudiantes de Cálculo de Varias Variables del segundo semestre de la Universidad Técnica de Manabí. Además, este análisis proporcionará información clave sobre el impacto de la tecnología en el proceso educativo y contribuirá a la mejora continua de las prácticas docentes en matemáticas.

Resultados y discusión

Tras integrar GeoGebra en el aula y aplicar pruebas de evaluación para medir el nivel de dominio del tema en el grupo experimental y el grupo de control, surgió la necesidad de determinar si GeoGebra influye en el aprendizaje de las matemáticas, particularmente en el estudio de vectores en el espacio. Para ello, se plantearon las siguientes hipótesis:

- $H_0: \bar{x}_{experimental} = \bar{x}_{control}$: establece que no existe ninguna diferencia entre las medias del post test de los dos grupos.
- $H_1: \bar{x}_{experimental} \neq \bar{x}_{control}$: la hipótesis alternativa que indica que existe diferencias entre sus medias.

Es decir, que la hipótesis nula establece que la utilización de GeoGebra no influye en el aprendizaje de los vectores en el espacio, mientras que la hipótesis alternativa sostiene que GeoGebra si influye significativamente en el aprendizaje.

Para validar las hipótesis se procede a realizar el análisis estadístico de un factor ANOVA y el T-Student, que permitirán establecer las diferencias de las medias entre los dos grupos, y comprobar si se acepta o se rechaza la hipótesis nula.

Para el análisis estadístico ANOVA, se tiene la Tabla 1, en la que se puede observar que el promedio del post test del grupo experimental es mayor que el grupo de control, y la diferencia entre ellas es 1.13 puntos. Esto denota una clara diferencia entre sus medias, pero aún se deben analizar otros factores.

Tabla 1. Análisis de la varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18,52422003	1	18,52422003	7,71772431	0,007427135	4,012973378
Dentro de los grupos	134,4122024	56	2,4002179			
Total	152,9364224	57				



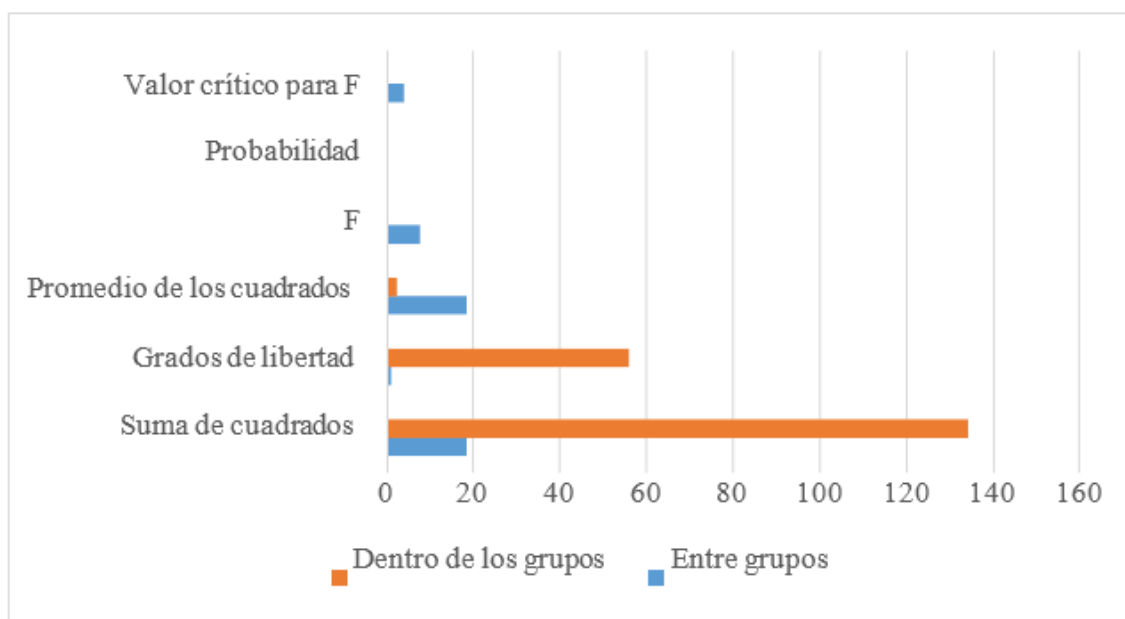


Figura 2. Análisis de la varianza.

Interpretación de los resultados

1. **Valor F observado:** El valor F obtenido es 7,7177, lo que indica una relación significativa entre la variabilidad explicada por las diferencias entre los grupos y la variabilidad dentro de los grupos.
2. **Valor crítico para F:** El valor crítico para F con 1 y 56 grados de libertad al nivel de significancia $\alpha=0,05$ es 4,013. Como el valor F observado (7,718) es mayor que el valor crítico, rechazamos la hipótesis nula H_0 .
3. **P-valor:** El p-valor obtenido es 0,0074, que es menor al nivel de significancia estándar ($\alpha = 0,05$). Esto refuerza la decisión de rechazar H_0 .

Los resultados del ANOVA muestran una diferencia significativa entre los dos grupos ($F=7,718$ $F = 7,718$ $F=7,718$, $p=0,0074$ $p = 0,0074$ $p=0,0074$). Esto sugiere que el factor evaluado tiene un impacto estadísticamente significativo en las medias de los grupos. Por lo tanto, se valida la hipótesis alternativa, confirmando que el uso de GeoGebra influye positivamente en el aprendizaje de los vectores en el espacio.

Por otro lado, se realiza la prueba t-student para volver a validar las hipótesis. Y una vez obtenidos los datos del análisis en la Tabla 2, podemos observar que el valor de la prueba $P = 0.008$, es menor que el estadístico $|t| = 2,75$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias entre las medias de los dos grupos. Esta diferencia demuestra que la media del grupo experimental (8,54) es mayor que la media del grupo de control (7,41).



Tabla 2. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Variable 1	Variable 2
Media	8,54166667	7,41071429
Varianza	1,73311782	3,1167328
Observaciones	30	28
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	50	
Estadístico t	2,75039465	
P(T<=t) una cola	0,00413272	
Valor crítico de t (una cola)	1,67590503	
P(T<=t) dos colas	0,00826544	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00855911	

Prueba t de Student

Se utilizó una prueba t para muestras independientes para evaluar si existe una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

- **Estadístico t calculado:** 2.750
- **Nivel de significancia:**
 - Prueba de una cola: $p=0.0041$
 - Prueba de dos colas: $p=0.0083$
- **Valores críticos de t:**
 - Una cola: $t_{crítico} = 1.676$
 - Dos colas: $t_{crítico} = 2.009$

Interpretación de los Resultados

Prueba de una cola:

El valor de p (0.0041) es menor que el nivel de significancia típico ($\alpha=0.05$), lo que indica una diferencia significativa en una dirección específica entre las medias de los grupos. El estadístico t calculado (2.750) excede el valor crítico de t (1.676), respaldando la hipótesis de que el Grupo 1 tiene una media significativamente mayor que el Grupo 2.

Prueba de dos colas:

El valor de p (0.0083) sigue siendo menor que $\alpha=0.05$. Esto confirma que existe una diferencia significativa entre las medias de ambos grupos, independientemente de la dirección. El estadístico t (2.750) también supera el valor crítico de t (2.009).



Con base en los resultados, se rechaza la hipótesis nula de que no hay diferencia entre las medias de los dos grupos. Se concluye que GeoGebra influye significativamente en el aprendizaje, ya que los estudiantes que usaron GeoGebra (Grupo 1) obtuvieron una media significativamente mayor en comparación con el Grupo 2.

Finalmente, en base a los resultados, tanto del análisis ANOVA como de la prueba t-student, se concluye que existen diferencias entre las medias entre los dos grupos y que el grupo experimental, en el que se utilizó GeoGebra en la práctica docente tuvo mejores calificaciones que en el grupo de control.

Discusión

El estudio presenta el principio fundamental de que el uso de herramientas tecnológicas, específicamente GeoGebra, puede tener un impacto positivo en el aprendizaje de conceptos matemáticos avanzados como los vectores en el espacio. Esta idea se fundamenta en teorías de aprendizaje constructivista, donde el uso de recursos interactivos potencia la comprensión al permitir la visualización y manipulación de conceptos abstractos.

La relación clave identificada es que el grupo experimental (que usó GeoGebra) obtuvo mejores resultados en pruebas de evaluación en comparación con el grupo de control. Este hallazgo generaliza que la integración de herramientas digitales puede ser beneficiosa en el contexto de la enseñanza de matemáticas.

Aunque los resultados son significativos, el estudio no aborda posibles excepciones como la variabilidad en la familiaridad tecnológica, factores pedagógicos externos y la longevidad del aprendizaje. Además, no se reportan análisis sobre el posible sesgo en la selección de los grupos o cómo se controlaron las variables externas, lo que deja un aspecto no resuelto respecto a la validez interna del experimento.

El hallazgo de que GeoGebra mejora el aprendizaje de matemáticas concuerda con investigaciones previas que destacan el impacto de herramientas tecnológicas en la enseñanza STEM. Estudios como los de Hohenwarter y Lavicza (2007) han documentado cómo GeoGebra facilita la comprensión geométrica y algebraica. Además, las teorías de aprendizaje multimedia de Mayer (2009) respaldan la idea de que representaciones visuales interactúan con procesos cognitivos para mejorar el aprendizaje.

Desde una perspectiva teórica, este estudio refuerza la hipótesis de que el aprendizaje asistido por tecnología fomenta la adquisición de conocimientos matemáticos complejos. Además, apoya la idea de que la representación visual dinámica es crucial para la comprensión de conceptos abstractos.

El estudio aporta evidencia empírica de que GeoGebra es una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje de vectores en el espacio, destacando la importancia de integrar tecnologías interactivas en la educación matemática. Sin embargo, futuras investigaciones podrían explorar las limitaciones identificadas, como el impacto a largo plazo y la influencia de factores externos.

Conclusiones

La incorporación de tecnología en la educación ha demostrado, según diversos estudios, generar resultados positivos en el aprendizaje. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la influencia de GeoGebra en la enseñanza de los vectores en el espacio, dirigida a estudiantes de Cálculo de Varias Variables. Los resultados obtenidos mostraron una diferencia significativa en las medias aritméticas de los dos grupos de estudio mediante análisis estadísticos, específicamente ANOVA y la prueba t de Student. Esto permitió



concluir que el uso de GeoGebra como herramienta didáctica tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los vectores en el espacio.

El uso de GeoGebra en la práctica educativa contribuye de manera significativa al aprendizaje de matemáticas y geometría. Los docentes que implementan esta herramienta logran mejores resultados en el desempeño académico de sus estudiantes. GeoGebra permite una interacción dinámica entre los elementos de un problema matemático, facilitando su representación geométrica y analítica. Esta funcionalidad ayuda a los estudiantes a comprender la relación entre las gráficas y sus ecuaciones, fortaleciendo sus competencias geométricas y aumentando su motivación hacia el aprendizaje matemático.

Además, GeoGebra fomenta el aprendizaje autónomo. Los estudiantes, además de adquirir conocimientos matemáticos, desarrollan habilidades para manejar la aplicación, lo que les permite explorar contenidos mediante ensayo y error o investigando en la web. Esta experiencia promueve una mayor independencia en su proceso de aprendizaje. Como herramienta gráfica, GeoGebra también facilita la verificación de resultados, ofreciendo retroalimentación inmediata y permitiendo realizar ajustes cuando sea necesario.

Para mejorar la educación matemática, es crucial que las autoridades educativas implementen programas de formación continua que fortalezcan las competencias tecnológicas de los docentes, permitiéndoles integrar eficientemente herramientas tecnológicas en sus prácticas pedagógicas. Asimismo, es necesario adecuar y mejorar los espacios tecnológicos en las instituciones educativas y promover metodologías innovadoras que incluyan el uso de la tecnología. Esto contribuirá al desarrollo de entornos educativos que fomenten el aprendizaje significativo, reduzcan las brechas de conocimiento en matemáticas y formen profesionales con pensamiento crítico, autodidactas y con dominio de las nuevas tecnologías, preparados para afrontar los desafíos de la era digital.

Referencias

- Aray Andrade, C. A., & Párraga Quijano, O. F. (2023). Teaching Quadratic Equation using Symbaloo's Lessons Plan. *Revista Científica Sinapsis*, 23(1). <https://doi.org/10.37117/s.v23i1.798>
- Aray Andrade, C. A., Párraga Quijano, O. F., & Chun Molina, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(1), 20–31. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i1.1622>
- Aray, C., Guerrero, Y., Montenegro, L., & Navarrete, S. (2020). La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría en el bachillerato y su incidencia en el aprendizaje del cálculo en el nivel universitario. *ReHuSo*, 5(2), 62-69. Retrieved from <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/2377/2542>
- Ayanwale, M. A., Ndlovu, M., & Oladele, J. I. (2022). Mathematics Education and the Fourth Industrial Revolution: Are the High School Mathematics Teachers Ready? In *Mathematics Education in Africa* (pp. 77–96). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13927-7_5



- Bazurto Fernández, Jennifer, Aray Andrade, Carlos, Navarrete Ampuero, Segundo, Montenegro Palma, Luis, & Guerrero Alcívar, Yandri. (2021). Contribución del ajedrez al aumento de la capacidad de comprensión matemática. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 6(1), 144-152. Epub 01 de abril de 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5513120>.
- E. D. (2022). The learning-oriented gamification virtual environments of Android Studio. *Minerva*, 1(Special), 42–49. <https://doi.org/10.47460/minerva.v1iSpecial.78>
- Florio, E. (2022). The Parabola: Section of a Cone or Locus of Points of a Plane? Tips for Teaching of Geometry from Some Writings by Mydorge and Wallis. *Mathematics*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/math10060974>
- Guanoluiza Carreño, J., Mendoza Garcia, L. A., Aray Andrade, C. A., Montenegro, L., & Guerrero Alcívar, Y. (2024). Gamificación: Una Herramienta Innovadora para Enseñar Autovalores y Autovectores. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4064-4075. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10821
<https://doi.org/10.3390/su14127237>
- Kholid, M. N., Pradana, L. N., Maharani, S., & Swastika, A. (2022). GeoGebra in Project-Based Learning (Geo-PJBL): A dynamic tool for analytical geometry course. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 112. <https://doi.org/10.3926/jotse.1267>
- Lucas Avila, G. E., & Aray Andrade, C. A. . (2023). Geogebra como herramienta didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje de secciones cónicas en bachillerato. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(5), 386–400. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.747>
- Quijano, O. F. P., Andrade, C. A. A., Cano, H. C., Almeida, B. J. V., & Rodríguez, C. A. M. (2023). Optimización del aprendizaje de dominio y rango de funciones reales utilizando Lesson Plans de Symbaloo. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(12), 664-678.
- Ramírez-Uclés, R., & Ruiz-Hidalgo, J. F. (2022). Reasoning, Representing, and Generalizing in Geometric Proof Problems among 8th Grade Talented Students. *Mathematics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/math10050789>
- Santos-Trigo, M., Barrera-Mora, F., & Camacho-Machín, M. (2021). Teachers' use of technology affordances to contextualize and dynamically enrich and extend mathematical problem-solving strategies. *Mathematics*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/math9080793>
- Valencia Castro, F. A., Muñoz Pino, J. N., Viteri Alcívar, Y. A., Solorzano Loor, W. C., & Zamora Moreira, Valenzuela, P. (2020). *Aplicación del Software GeoGebra en el aprendizaje de las vectores en el espacio en estudiantes de ingeniería del I ciclo en una universidad privada, Lima 2020* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62920>

