

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1344>

Innovaciones en aprendizaje de matrices y sistemas de ecuaciones. Patrón de enseñanza al álgebra lineal

Innovations in learning matrices and systems of equations. Pattern of teaching linear algebra

César Armando Moreira Zambrano

cmoreira@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí Manuel Félix López
Ecuador – Calceta

José Belisario Vera Vera

belisariovera@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí Manuel Félix López
Ecuador – Calceta

Yimmy Salvador Loor Vera

yloor@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí Manuel Félix López
Ecuador – Calceta

Mirla Lucía Muñoz Cruzati

mirla.munoz@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
Ecuador – Calceta

Jony Javier Rivera Vera

jony_rivera_mdw@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí Manuel Félix López
Ecuador – Calceta

Artículo recibido: 18 junio 2025 - Aceptado para publicación: 28 julio 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

Este artículo aborda las dificultades que enfrentan los estudiantes al resolver ejercicios con matrices y sistemas de ecuaciones lineales. Analiza una solución educativa basada en un patrón metodológico, así como el uso de inteligencia artificial, medir su impacto en la evolución del aprendizaje. Se utilizó una metodología cuantitativa y ejecución fue en V. El estudio se realizó con estudiantes de computación y electrónica de la ESPAM MFL. Se llevó a cabo una revisión de numerosos artículos en el uso MATLAB, GeoGebra, aplicaciones de IA como ChatGPT y Copilot como apoyo en el desarrollo de las clases. Los resultados muestran que el 80% de los participantes considera importante el uso de herramientas tecnológicas en el aula, lo cual se reflejó en las calificaciones. En conclusión, la encuesta reveló un consenso entre los participantes sobre

la necesidad de implementar metodologías que integren herramientas tecnológicas en la enseñanza del Álgebra Lineal.

Palabras clave: algebra lineal, geogebra, herramientas tecnológicas, matrices, determinante

ABSTRACT

This article addresses the difficulties students face when solving exercises with matrices and systems of linear equations. It analyzes an educational solution based on a methodological pattern, as well as the use of artificial intelligence to measure its impact on learning evolution. A quantitative methodology was used, and the execution was in V. The study was conducted with computer science and electronics students from ESPAM MFL. A review of numerous articles on the use of MATLAB, GeoGebra, and AI applications such as ChatGPT and Copilot as support in class development was carried out. The results show that 80% of the participants consider the use of technological tools in the classroom important, which was reflected in their grades. In conclusion, the survey revealed a consensus among the participants on the need to implement methodologies that integrate technological tools in the teaching of Linear Algebra.

Keywords: linear algebra, geogebra, technological tools, matrices, determinant

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 tecnología ha avanzado significativamente en la educación, especialmente tras la pandemia de COVID-19. Esta transformación ha dado lugar a un entorno educativo marcado por la convergencia tecnológica, donde no basta con adquirir habilidades técnicas, sino que también es necesario que el profesorado desarrolle una alfabetización mediática crítica, creativa y ética (Loarte et al., 2024). Por esta razón, el profesorado se vio en la necesidad de adaptar sus estrategias pedagógicas utilizando herramientas virtuales (Sifuentes et al., 2023).

Como consecuencia, tanto el profesorado como el alumnado se han adaptado exponencialmente al uso de dispositivos como portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes dentro y fuera del aula. Esto ha facilitado un acceso más rápido y eficiente a la información, con el objetivo de mejorar tanto el aprendizaje como la enseñanza (Arabit et al., 2021).

Actualmente, existe un amplio ecosistema de herramientas digitales que pueden utilizarse en la enseñanza de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, comúnmente conocidas como disciplinas STEM (Simó et al., 2021). El uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, cuando se aplica de forma asertiva y creativa, ayuda a los estudiantes a desarrollar las habilidades y los conocimientos necesarios para cumplir con las expectativas que exige la educación y la sociedad del siglo XXI (Engelbrecht y Borba, 2024). Por lo tanto, las habilidades matemáticas son un requisito esencial para el rendimiento óptimo de los estudiantes y el éxito personal (Juandi et al., 2021).

La educación superior se enfrenta continuamente al reto de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos abstractos, como matrices y sistemas de ecuaciones lineales en álgebra lineal. Según Salgado (2023), la innovación tecnológica se ha convertido en una solución prometedora a este problema, ofreciendo herramientas digitales y estrategias interactivas que facilitan la comprensión de estos conceptos (Arguello, 2023). Estas herramientas, que incluyen software de cálculo algebraico, plataformas de aprendizaje en línea y asistentes basados en IA, brindan a los estudiantes oportunidades para aprender, interpretar, explorar y experimentar con conceptos matemáticos de formas nuevas y atractivas (López et al., 2020). Sin embargo, la implementación efectiva de estas innovaciones requiere una comprensión profunda de cómo estas tecnologías interactúan con los procesos de enseñanza y aprendizaje (Posso et al., 2023).

Pumacallahui, Acuña y Calcina (2021) demuestran mediante investigaciones que la implementación y el uso del software GeoGebra conllevan mejoras en el rendimiento estudiantil, particularmente entre aquellos que enfrentan dificultades significativas en geometría (Ziatdinov y Valles, 2022). Por otro lado, Villavicencio y García (2025) señalan que los programas más utilizados para la enseñanza de las matemáticas se enmarcan en la categoría de Sistemas de Álgebra Computacional (CAS), los cuales están generando numerosos cambios significativos en

la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina (Ávila et al., 2024). Sin embargo, los autores de este artículo argumentan que, actualmente, también es esencial considerar el uso de aplicaciones basadas en IA como Copilot y, más específicamente, ChatGPT. Esto es respaldado por Moriñigo y Condesse (2023), quienes sugieren el uso de ChatGPT para determinar los componentes instruccionales necesarios para planificar una clase en términos de tiempo y contenido. Esta herramienta de IA puede recomendar materiales como artículos, multimedia, ejercicios, estudios de casos y más, según los parámetros que se definan (Hyeon, 2024).

Con base en los antecedentes mencionados, el objetivo de este estudio es analizar el uso de un patrón metodológico que incorpora las TIC y los asistentes de IA, y medir su impacto mediante metodologías tanto cualitativas como cuantitativas, así como mediante una revisión exhaustiva de la literatura existente. El objetivo final es proporcionar información valiosa que se adapte a la innovación y mejore el aprendizaje de los estudiantes en esta área crucial de las matemáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en esta investigación es cuantitativa, y el método de ejecución seguido fue el modelo en V, debido a su estructura sistemática que prioriza la verificación y la validación a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto (Sosa et al., 2023). Este modelo integra las fases de análisis y especificación de requisitos, diseño, implementación, pruebas unitarias, integración y pruebas operativas.

El estudio se realizó con estudiantes de Álgebra Lineal de los programas de Informática, Electrónica y Automatización, en el segundo y tercer semestre. Este curso abarca la enseñanza de sistemas de ecuaciones, operaciones matriciales y cálculos de determinantes. Con base en la aplicación de materiales y métodos, se impartieron 40 horas de docencia presencial mediante resolución de problemas en pizarra. Posteriormente, se impartió una clase magistral de refuerzo utilizando software matemático como MATLAB, GeoGebra, Calculadora de Matrices y asistentes de IA como ChatGPT y Copilot, enfocada en la resolución de ejercicios preestablecidos.

Los estudiantes que recibieron la clase basada en los temas impartidos mediante clases magistrales, resolución de problemas en clase, trabajo en grupo y ejercicios en el pizarrón obtuvieron una puntuación media de 7,36 sobre 10. En cambio, los estudiantes que recibieron el mismo contenido de la clase junto con el uso de herramientas tecnológicas —como MATLAB, GeoGebra, Calculadora de Matrices, ChatGPT y Copilot— obtuvieron una puntuación media superior de 7,95 sobre 10, lo que refleja una mejora significativa en su aprendizaje cognitivo. Al respecto, Coronado et al. (2025) afirman que se ha demostrado que la implementación de herramientas tecnológicas en la docencia mejora aspectos clave del aprendizaje, haciéndolo más dinámico e interactivo.

Inicialmente se preparó un conjunto de 13 preguntas, las cuales fueron revisadas por expertos en temas relacionados con el problema de investigación, resultando en una selección

final de 4 preguntas. Con estas preguntas, se realizó una encuesta mediante Formularios de Google dirigida a estudiantes de las carreras de Informática, Electrónica y Automatización.

La población total se determinó en 92 estudiantes, y mediante la fórmula apropiada, se calculó un tamaño de muestra de 75 encuestados, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Según Pedro (2022), este enfoque permitió una recopilación de datos más eficiente y ágil.

Aplicación de la fórmula

$$n = \frac{N * Z * p * q}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q}$$

$q=(1-p)$

N= Tamaño de la población 92

Z= Nivel de confianza 95%

P= Razón estimada

E= Margen de error 0,5%

$$\begin{aligned} n &= \frac{92 * 1,96 * 0,5 * 0,5}{(92 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} \\ &= \frac{92 * 3,8416 * 0,25}{91 * 0,0025 + 3,8416 * 0,25} \\ &= \frac{88,3568}{0,2275 + 0,9604} = \frac{88,3568}{1,1879} \\ &= 74,38 R// \end{aligned}$$

Para la revisión bibliográfica, se realizaron búsquedas en diversas bases de datos y motores de búsqueda, como Google Académico, Scopus y Springer. Kacperski (2023) destaca que la combinación de múltiples motores de búsqueda académicos promueve la alfabetización informacional y mejora la transparencia de la información obtenida, lo que arroja los siguientes hallazgos.

Tabla 1*Bases de datos, resultados, cadena de búsqueda*

Base de datos	Resultados	Relevancia académica			Cadena de búsqueda
		Metodología	Resultado	Conclusiones	
Google académico	1300	9	7	7	("herramientas tecnológicas" OR "tecnologías educativas" OR "software educativo") AND ("enseñanza" OR "aprendizaje" OR "educación") AND ("sistemas de ecuaciones" OR "matrices" OR "determinantes")
Scopus	29	7	6	10	("herramientas tecnológicas" OR "tecnologías educativas" OR "software educativo") AND ("enseñanza" OR "aprendizaje" OR "educación") AND ("sistemas de ecuaciones" OR "matrices" OR "determinantes")
Saltador	68	10	6	7	("herramientas tecnológicas" OR "tecnologías educativas" OR "software educativo") AND ("enseñanza" OR

"aprendizaje"	OR
"educación")	AND
("sistemas	de
ecuaciones"	OR
"matrices"	OR
"determinantes")	

Para la revisión bibliográfica, se realizaron búsquedas en diversas bases de datos y motores de búsqueda, como Google Académico, Scopus y Springer. Kacperski (2023) destaca que la combinación de múltiples motores de búsqueda académicos promueve la alfabetización informacional y mejora la transparencia de la información obtenida, lo que arroja los siguientes hallazgos.

Google Académico arrojó 1300 artículos al aplicar la cadena de búsqueda centrada en temas como herramientas tecnológicas, sistemas de ecuaciones, matrices y determinantes. La segunda cadena de búsqueda, aplicada en Scopus, arrojó 29 artículos. Por otro lado, Springer arrojó 68 resultados.

Para el proceso de selección de las publicaciones, se realizó una evaluación de la calidad académica y la relevancia. Los artículos se evaluaron en función de su contenido de investigación, incluyendo la metodología empleada, los resultados obtenidos y las conclusiones presentadas. También se consideró su impacto, evaluando el número de citas, el factor de impacto de las revistas y su contribución general al campo de estudio. Los artículos que superaron estas etapas de evaluación fueron seleccionados para un análisis exhaustivo. Estos se consideran los trabajos más relevantes y de mayor calidad en relación con el tema de investigación.

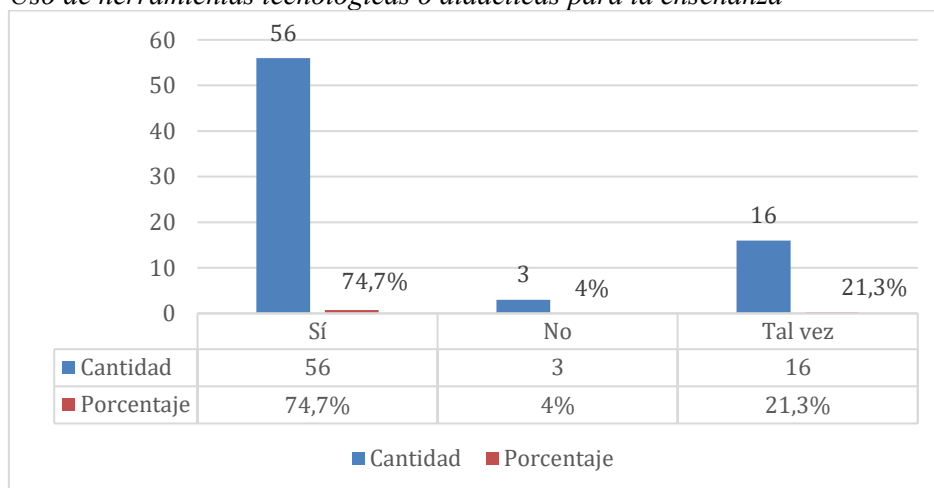
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para obtener los resultados se analizaron las preguntas de la encuesta, así como la comparación entre las evaluaciones de los estudiantes que recibieron la charla incorporando herramientas tecnológicas y los que no.

Respecto a la Pregunta 1: En los temas de sistemas de ecuaciones lineales, operaciones con matrices y cálculo de determinantes, ¿utilizó el instructor alguna herramienta tecnológica o didáctica? Por ejemplo, GeoGebra, MATLAB, Calculadora de matrices, ChatGPT, Copilot o videos tutoriales. Se presenta el siguiente gráfico estadístico.

Gráfico 1

Uso de herramientas tecnológicas o didácticas para la enseñanza

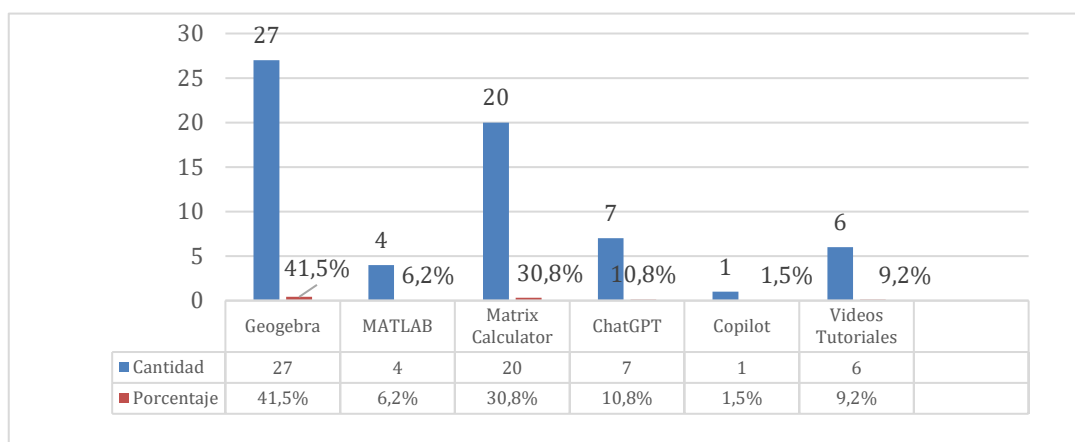


De acuerdo a los datos presentados en el gráfico 1, el 74% de los estudiantes encuestados reportó que se utilizan herramientas tecnológicas, mientras que el 4% indicó que no se utilizan y el 21.3% manifestó no estar seguro si se emplean herramientas tecnológicas en el desarrollo de los temas.

Pregunta 2: ¿Qué tipo de herramientas utilizó el instructor para el desarrollo de la clase?

Gráfico 2

Tipos de herramientas tecnológicas o didácticas utilizadas en la enseñanza.

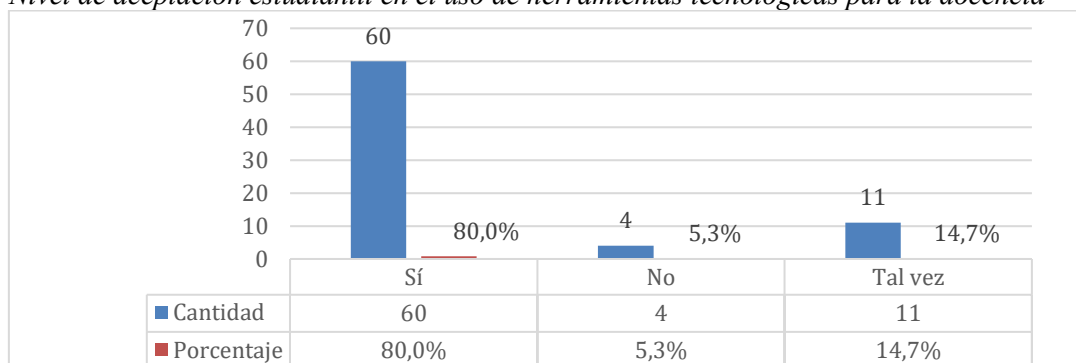


En el gráfico 2. El 41,5% indicó que utilizaba GeoGebra, el 6,2% utilizaba MATLAB, el 30,8% utilizaba Matrix Calculator, el 10,8% utilizaba ChatGPT, el 1,5% utilizaba Copilot y, por último, el 9,2% utilizaba videos tutoriales.

Pregunta 3: ¿Considera que una metodología de enseñanza debería incorporar implícitamente el uso de ciertas herramientas tecnológicas como GeoGebra, MATLAB, Calculadora de Matrices, ChatGPT, Copilot o videos tutoriales para el desarrollo de las clases? Se presenta el siguiente gráfico estadístico.

Gráfico 3

Nivel de aceptación estudiantil en el uso de herramientas tecnológicas para la docencia

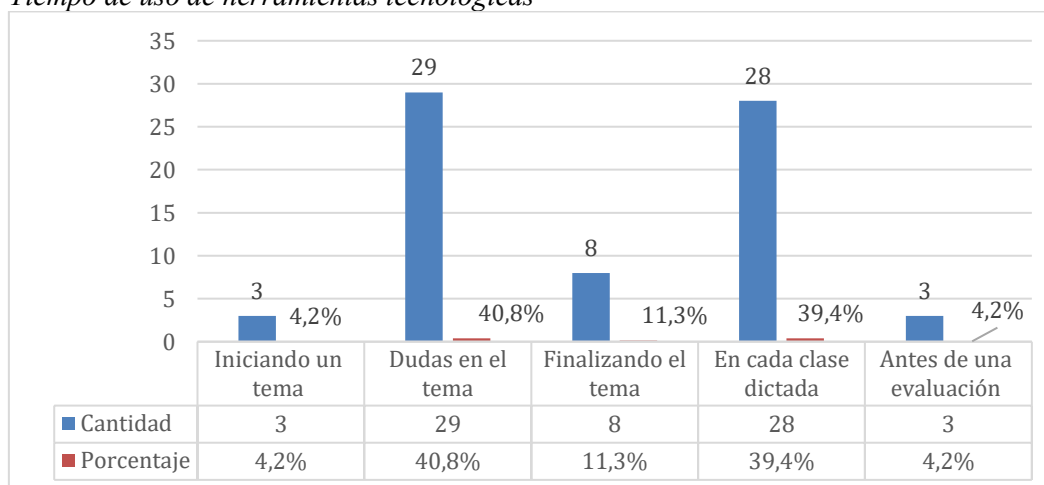


En la Gráfico 3, se puede observar que el nivel de aceptación para el uso de herramientas tecnológicas en el aula es de 80%, frente a un 5.3% que no mostró interés y un 14.7% que no se mostró ni a favor ni en contra del uso de dichas herramientas.

Pregunta 4: Si usted considera que una metodología de enseñanza debe incorporar implícitamente el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, MATLAB, Calculadora de Matrices, ChatGPT, Copilot o vídeos tutoriales para el desarrollo de clases, por favor responda de la forma que considere adecuada.

Gráfico 4

Tiempo de uso de herramientas tecnológicas



En la Gráfico 4, se puede observar que el 4,2% indicó el uso de herramientas al inicio del tema, el 40,8% cuando surgen dudas durante el tema, el 11,3% al finalizar la unidad temática, el 39,4% en todas las clases y el 4,2% antes de realizar una evaluación.

A continuación, se presentan las calificaciones obtenidas por los estudiantes. Se aplicó el mismo mecanismo de evaluación a ambos grupos: estudiantes que recibieron la clase mediante herramientas tecnológicas y aquellos que solo recibieron instrucción tradicional. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2*Tabla con datos de calificaciones obtenidas*

Mecanismo de puntuación para medir el nivel de logro en el desarrollo de ejercicios en el aula		
	Promedio general	
Semestres de estudio	de calificaciones en	N.º de estudiantes
	mecánica aplicada	
Semestre octubre 2023 - febrero 2024		
Grupo # 1	7,36	19
(Tradicional)		
Semestre abril-agosto/2024		
Grupo # 2	7,95	56
(Utilizando herramientas tecnológicas)		

Se realizó una prueba t de Student para analizar los dos grupos. Primero, se recopilaron las calificaciones de los estudiantes y, a continuación, se realizaron los cálculos necesarios para la prueba t.

Desarrollo de la prueba t-Student:

Resultados del cálculo

Medias:

Media del Grupo 1: 7,36 **Media del Grupo 2:** 7,95

Desviaciones estándar:

Desviación estándar del Grupo 1: 1,97

Desviación estándar del Grupo 2: 1,20

estadística t:

$$t = -1,58$$

Grados de libertad (gl):

$$df = 75$$

Valor t crítico para $\alpha = 0,05$ (bilateral):

$$t_{critical} = 1,99$$

Comparación entre el valor t calculado y el valor crítico:

Valor t calculado = -1,58

Valor t crítico = 1,99

Según los datos obtenidos en este estudio, se observó que el nivel de aceptación del uso de herramientas tecnológicas en el aula es del 80%, en comparación con el 5,3% que no mostró interés y el 14,7% que no se mostró ni a favor ni en contra de su uso. Además, los momentos más favorecidos para la enseñanza con el apoyo de las TIC, según los estudiantes, fueron: «*cuando el tema no está del todo claro*» (40,8%) y «*en todas las clases*» (39,4%).

Para medir el impacto, se comparó la calificación de los estudiantes que recibieron la clase con herramientas tecnológicas con la de quienes no las recibieron. Los primeros obtuvieron una puntuación promedio de 7.95, mientras que los segundos promediaron 7.36. Como se muestra en la tabla, los estudiantes que obtuvieron puntuaciones más altas fueron aquellos que recibieron instrucción con el apoyo de herramientas tecnológicas.

En cuanto al uso de IA, los autores coinciden con Moriñigo y Condesse (2023), quienes sugieren el uso de ChatGPT para determinar los componentes instruccionales necesarios para planificar una clase según el tiempo y el contenido. Esta herramienta de IA recomienda materiales como artículos, multimedia, ejercicios, casos prácticos, etc., según los parámetros establecidos, pero no para la resolución de problemas matemáticos específicos (Lee et al., 2024).

Por otro lado, Sarrazola (2023) también afirma que, al examinar adecuadamente la información obtenida mediante herramientas de IA, los estudiantes no solo desarrollan habilidades de pensamiento crítico, sino que también participan en un proceso de retroalimentación sobre conceptos previamente aprendidos. Al sintetizar y filtrar datos, refuerzan su comprensión, y mediante la interacción con sistemas artificiales inteligentes, se exponen a nuevas ideas. Sin embargo, las preocupaciones éticas en torno al manejo de datos, la privacidad y el sesgo algorítmico deben abordarse con responsabilidad, lo que hace necesario el estudio continuo (Saz y Pizá, 2023).

Por lo tanto, la alta tasa de aceptación (80%) sugiere que el alumnado está abierto a la integración de las TIC en el aula. Como afirman Chávez et al. (2021), la incorporación de las TIC es actualmente necesaria en el ámbito académico como parte de una tendencia positiva hacia la digitalización de la educación. En concreto, la enseñanza con aplicaciones matemáticas mejora la interactividad entre alumnos y docentes, aumenta la autonomía del alumnado y permite a este identificar contenido clave al simplificar numerosos cálculos rutinarios (Jiangmei y Ghasemy, 2025).

Sin embargo, es importante considerar las advertencias de Chávez et al. (2023), quienes argumentan que la transformación digital acelerada conlleva una serie de adaptaciones y reestructuraciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que implica evaluar tanto los riesgos como los beneficios de su adopción. Por lo tanto, la toma de decisiones informada sobre el uso de la tecnología es esencial, especialmente en el contexto actual, marcado por el auge de la inteligencia artificial generativa. La tecnología puede, de hecho, convertirse en un catalizador del cambio en el aula de matemáticas. Sin embargo, los efectos de la tecnología en la enseñanza y el

aprendizaje de las matemáticas dependen de cómo el docente diseñe e implemente el currículo, garantizando que la tecnología fomente experiencias matemáticamente significativas para el alumnado (García y Martín, 2023).

En el presente estudio, el uso de herramientas digitales cuando el tema no estaba claro (40,8 %) indica que los estudiantes las consideran un complemento para resolver dudas. La preferencia por su uso en todas las clases (39,4 %) refleja una disposición significativa a integrar continuamente las TIC en el proceso docente. Como afirman Calva et al. (2024), respecto a la contribución de las tecnologías al logro de los objetivos de aprendizaje mediante la implementación de modelos educativos, se han observado mejoras en la motivación, la atención y la concentración de los estudiantes, así como en el desarrollo de diversas competencias (Sostrand et al., 2024).

CONCLUSIONES

La encuesta revela que la mayoría de los participantes coincide en que se debe aplicar una metodología que incorpore el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza del Álgebra Lineal. Esto sugiere una tendencia hacia la adopción de enfoques pedagógicos más innovadores y centrados en el estudiante que aprovechen el potencial de la tecnología para optimizar el proceso de aprendizaje.

Si bien existe un alto nivel de aceptación respecto al uso de herramientas tecnológicas en el aula, es necesaria más investigación para comprender mejor cómo y cuándo estas herramientas pueden ser más efectivas para mejorar el rendimiento académico.

A través de este estudio, se llegó a un consenso entre los participantes sobre la necesidad de implementar metodologías que integren herramientas tecnológicas en la enseñanza del Álgebra Lineal. Esta tendencia refleja un cambio hacia enfoques pedagógicos más innovadores y centrados en el estudiante que aprovechan el potencial de la tecnología para optimizar el aprendizaje.

REFERENCIAS

- Arabit-García, J., García-Tudela, PA y Prendes-Espinosa, MP (2021). *Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica*. *Revista Iberoamericana De Educación*, 87(1), 173-194. <https://doi.org/10.35362/rie871459>
- Ávila Guamán LO, Briones Calvache JO, Hidalgo Cajo DP, Calderón Gutiérrez JP. (2024). *Innovación en la enseñanza de álgebra lineal en la educación superior: integración de tecnologías interactivas y enfoques didácticos*. *Reincisol*;3(6):4971–4988. Disponible en: [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)4971-4988](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4971-4988)
- Argüello, M. (2023). *Efectividad de las pizarras digitales interactivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Un meta-análisis de estudios empíricos*. *Kosmos revista científica*. DOI: <https://doi.org/10.62943/rck.v2n2.2023.45>
- Bulut M, Bulut N. *Uso de software matemático dinámico por parte de docentes en prácticas [Internet]*. *TOJET - Revista Turca en Línea de Tecnología Educativa*. 2011; 10(4): 294-299. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ946637.pdf>
- Calva Chávez, GN, Armijos Carrión, JL, & Tinoco Cuenca, NP (2024). *Integración de tecnologías emergentes en la enseñanza-aprendizaje en educación superior*. 593 editorial Digital CEIT. https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/3149
- Coronado H uanaco I, Martínez Horna DJ, Vilcapoma Lara NF. *El software GeoGebra como herramienta técnica en la enseñanza universitaria de matemáticas*. *Revista InveCom*. 17 de febrero de 2025; 5(4):1–9.
- Chávez Solís, ME, Labrada Martínez, E., Carbajal Degante, E., Pineda Godoy, E., & Alatrastre Martínez, Y. (2023). *Inteligencia artificial generativa para fortalecer la educación superior*. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(3), 767–784. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1113>
- Chávez Molina, CC, Caldera Franco, MI, & Valenzuela González, V. (2021). *Desarrollo de una aplicación para espacios vectoriales en álgebra lineal*. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa* DOI: <https://doi.org/10.33010/recie.v5i2.1327>
- Engel Brecht, J., Borba, MC. (2024). *Desarrollos recientes en el uso de tecnología digital en la educación matemática*. *ZDM Mathematics Education*. 56:281–292. doi:10.1007/s11858-023-01530-2.
- García, D. y Martín, R. (2023). *Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra*. *Alteridad*, 18 (1), 85–98. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07redalyc.org+1alteridad.ups.edu.ec+1>

- Hyeon Jo. (2024) *De las preocupaciones a los beneficios: un estudio exhaustivo del uso de ChatGPT en la educación*. Int J Educ Technol High Educ. 21:35. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00471-4>
- Juandi D, Kusumah D, Tamur M, Perbowo K, Tanu S. *Un metaanálisis de la década de aprendizaje asistido de matemáticas con el software Geogebra: ¿Qué aprender y adónde ir?* [Internet]. Heliyon. 2021; 7(5): 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- Kacperski, C., Bielig, M., Makhortykh, M., Sydorova, M. y Ulloa, R. (2024). *examinando inclinación perpetuación en el ámbito académico buscar motores: Un algoritmo auditoría de Google y la semántica Erudito*. Primero lunes, 29(11). <https://doi.org/10.5210/fm.v29i11.13730>
- Lee G -G, Zhai X. *Usando ChatGPT para Ciencia Lección Planificación: Una Exploratorio Estudiar Basado en Conocimiento del contenido pedagógico*. Educ. Sci (Basilea). 2024;15(3):338. doi:10.3390/educsci15030338
- Loarte Valle ÁP, Yaguana Castillo YM, Rodríguez Cárdenas OI, Carchi Tandazo CL (2025). *Competencias digitales docentes y transformación educativa: análisis de su implementación en la educación superior post -pandemia*. Ciencias de la Educación.;10(5). doi:10.23857/pc.v10i5.9582.
- López -Simó V, Couso Lagarón D, Simarro Rodríguez C. (2024) *Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas*. Rev Educ Distancia (RED). Núm. 62, vol. 20;20(62):7–29. doi:10.6018/red.410011
- Moriñigo, MS y Condese, VJ (2023). *El uso del ChatGPT en matemática: un nuevo desafío*. En *XXII Jornadas de Tecnología Aplicada a la Educación Matemática Universitaria*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas.
- Pedro Sánchez -Escobedo. (2022). *Diseño y desarrollo de instrumentos en línea*. Capítulo en ResearchGate. ISBN: 978-607-99329-2-3. Capítulos VI-VII.
- Posso Pacheco., R., Garcés Quilambaqui, R., Marcillo Ñacato, J. y Garcés, D. (2021). *El ocio digital: un recurso para la interacción educativa durante la Olimpia, pandemia*. Revista 18(3), 151-160. <http://www.dspace.uce.edu.ec/hand>
- Posso Richar, Ulcuango María, Morales Luís, Pastaz Gabriela, Jaramillo Lucía. (2023). *Revolucionando la educación: implementación efectiva de la tecnología en el aula*. GADE: Revista Científica ISSN: 2745 - 2891. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8878525.pdf>
- Pumacallahui E, Acuña CI, Calcina DA. *Influencia del software Geogebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de*

- la región de Madre de Dios [Internet]. Educación Matemática. 2021; 33(2): <https://doi.org/10.24844/em3302.10>
- Jiang Mei S, Ghasemy M. (2025). *Un enfoque holístico bibliométrico revisar de Competencia TIC de los docentes Investigación en educación superior Educación*. J Appl Res High Educ . 2025; en prensa. doi:10.1108/JARHE-06-2024-0311
- Salgado Reyes N. *U so de herramientas tecnológicas en la educación superior*. Polo del Conocimiento. [2023]; Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5505/html>
- Saz-Pérez, F. y Pizà-Mir, B. (2023). *Desafiament a l'estat de la qüestió en l'ús de ChatGPT en l'àmbit de l'educació l'any 2023*. REIRE Revista d'Innovació I Recerca En Educació, 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.1344/reire.44018>
- Sarrazola-Alzate, A. *Uso de ChatGPT como herramienta en las aulas de clase* Revista EIA, 20(40), Reia4020. págs. 1-23. <https://doi.org/10.24050/reia.v20i40.1718>
- Simó, VL, Lagarón, DC, & Rodríguez, CS (2020). *Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas*. Revista de Educación a Distancia. ROJO. Revista de Educación a Distancia. Núm. 62, vol. 20. Artíc. 07, 31-03-2020 DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red.410011>
- Sifuentes, YT, Murga, Ó. JO y Oscco, FG (2023). *Herramientas digitales en la evaluación formativa durante el contexto pandémico*. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.527>
- Sosa Savedra JC, Trejo Estrella MA, García García AL, Barceina Sanchez JDO, Velázquez González RS, Hernández Tovar R. (2023). *[Implementación de la metodología V como eje de desarrollo de un tribómetro de perno en disco]*. Padi.;11(Esp.4):21–29. doi: <https://doi.org/10.29057/icbi.v11iEspecial4.11358>
- Sostrand R S, Barceina Sánchez JD, Trejo Estrella MA. (2024). *Evaluación el impacto de tecnologías innovadoras en el calidad de más alto educación* . Conhecimento & Diversidade .;16(44):294–305. doi:10.29057/icbi.v11iEspecial4.11358
- Villavicencio Quinteros, JM, & García Herrera, JF (2025). *Estrategia didáctica para la enseñanza de funciones lineales en décimo año: Integración de GeoGebra*. Revista de ciencia e investigación, 10 (2), 186–198. Recuperado de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3270>
- Ziatdinov, R., y Valles Jr., JR. (2022). *Síntesis de modelado, visualización y programación en GeoGebra como un enfoque eficaz para la enseñanza y el aprendizaje de temas STEM*. Journal of Educational Technology & Society, 25 (1), 1–14. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26985391>