



Uso de software matemático y rendimiento académico del Álgebra Lineal en estudiantes universitarios de Ecuador

Use of mathematical software in Academic Performance in Linear Algebra Among University Students in Ecuador

Utilização de software matemático no desempenho acadêmico em Álgebra Linear de estudantes universitários no Equador

Iván Quizhpe

Universidad Nacional de Loja, Loja – Ecuador

 <https://orcid.org/0000-0002-9296-9446>
ivan.quizhpe@unl.edu.ec (correspondencia)

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.ti.2026.03.002>

Recibido: 13/07/2025 Aceptado: 07/08/2025 Publicado: 28/09/2025

PALABRAS CLAVE

álgebra lineal, educación superior, rendimiento académico, software matemático, tecnología educativa.

KEYWORDS

linear algebra, higher education, academic performance,

RESUMEN. Esta investigación se justifica ante la necesidad de integrar herramientas digitales en la educación matemática. La complejidad del Álgebra Lineal, con sus conceptos abstractos y procedimientos, demanda metodologías de enseñanza innovadoras que aprovechen el potencial del software especializado para mejorar la comprensión y rendimiento estudiantil. El trabajo tuvo como objetivo evaluar la relación entre el uso de software matemático y el rendimiento académico en la asignatura de Álgebra Lineal en estudiantes universitarios. Metodológicamente, el estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional, con diseño no experimental y corte transversal. La muestra fueron 33 estudiantes de una universidad de Ecuador; como instrumento se aplicó un cuestionario con opción múltiple para medir el uso del software matemático, y se implementó el coeficiente de correlación de Pearson como estadístico. Los resultados destacan a GeoGebra y Matrix Calculator como las herramientas más citadas por su utilidad didáctica, con un 30,30 % y 27,27 % respectivamente, útiles para visualizar operaciones con matrices, transformaciones lineales y espacios vectoriales, permitiendo verificar resultados y agilizar cálculos. Sin embargo, la correlación de Pearson evidenció una relación débil $r = -0,128$ y no estadísticamente significativa $p = 0,447$ entre el uso del software y el rendimiento académico. Se concluye que estas herramientas actúan como facilitadores de aprendizaje en el proceso educativo, no obstante, su utilización no garantiza mejorar el rendimiento académico. Se recomienda una integración curricular estructurada, acompañada de estrategias didácticas que orienten su uso.

ABSTRACT. This research is warranted by the need to integrate digital tools into mathematics education. The complexity of linear algebra, with its abstract concepts and procedures, calls for innovative teaching methodologies that harness the potential of specialized software to improve student understanding and performance. The purpose of the study was to evaluate the relationship between the use of mathematical software and academic performance in the Linear Algebra course



mathematical software,
educational technology.

among college students. Methodologically, the study adopted a quantitative, correlational approach with a non-experimental, cross-sectional design. The sample consisted of 33 students from a university in Ecuador, a multiple-choice questionnaire was used as a tool to measure the use of math software, and Pearson's correlation coefficient was employed as a statistical measure. The results highlight GeoGebra and Matrix Calculator as the tools most frequently cited for their educational utility, at 30.30 % and 27.27%, respectively; they are useful for visualizing operations with matrices, linear transformations, and vector spaces, allowing for the verification of results and the streamlining of calculations. However, Pearson's correlation revealed a weak relationship ($r = -0.128$) and a non-significant association ($p = 0.447$) between software use and academic performance. It is concluded that these tools act as learning facilitators in the educational process; however, their use does not guarantee improved academic performance. A structured curricular integration is recommended, accompanied by teaching strategies that guide their use.

PALAVRAS-CHAVE

álgebra linear, ensino superior, desempenho acadêmico, software matemático, tecnologia educacional.

RESUMO. Este pesquisa justifica-se pela necessidade de integrar ferramentas digitais ao ensino da matemática. A complexidade da Álgebra Linear, com seus conceitos e procedimentos abstratos, exige metodologias de ensino inovadoras que aproveitem o potencial de softwares especializados para melhorar a compreensão e o desempenho dos alunos. O trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre o uso de softwares matemáticos e o desempenho acadêmico em Álgebra Linear entre estudantes universitários. Metodologicamente, o estudo adotou uma abordagem quantitativa correlacional com um delineamento transversal não experimental. A amostra foi composta por 33 estudantes de uma universidade no Equador um questionário de múltipla escolha foi utilizado como instrumento para medir o uso de softwares matemáticos, e o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado como medida estatística. Os resultados destacam o GeoGebra e a Calculadora de Matrizes como as ferramentas mais frequentemente citadas por sua utilidade didática, cada uma com 30,30 % e 27,27 %, respectivamente. Essas ferramentas são úteis para visualizar operações com matrizes, transformações lineares e espaços vetoriais, permitindo a verificação de resultados e a aceleração de cálculos. Contudo, a correlação de Pearson mostrou uma relação fraca ($r = -0,128$) e não significativa ($p = 0,447$) entre o uso de softwares e o desempenho acadêmico. Conclui-se que essas ferramentas facilitam a aprendizagem no processo educacional; entretanto, seu uso não garante a melhoria do desempenho acadêmico. Recomenda-se uma integração curricular estruturada, acompanhada de estratégias didáticas para orientar seu uso.

1. INTRODUCCIÓN

El rendimiento académico, de acuerdo con Alva (2024) lo conceptualiza como un constructo multidimensional que evalúa el grado de dominio alcanzado por los estudiantes, medido por indicadores cuantitativos como calificaciones obtenidas en evaluaciones estandarizadas y cualitativos como la motivación intrínseca, la transferencia de conocimientos y el desarrollo de habilidades metacognitivas. Por su parte, desde una mirada complementaria, León et al. (2021) lo entienden como una variable inherente a la calidad educativa en las universidades, la cual se edifica sobre una condición subjetiva tanto individual como colectiva. En este sentido, los autores sostienen que diversos factores del ambiente de aprendizaje, como la comunicación, la participación, entre otras, inciden directamente en los logros de aprendizaje, posicionando al docente como un actor esencial para favorecer un clima de aula positivo.

Rojas (2020) define el software matemático como un conjunto de programas diseñados para facilitar la manipulación, visualización, análisis y resolución de problemas matemáticos, actuando como mediadores tecnológicos. Por otro lado, Armas (2025) señala que la incorporación de herramientas como GeoGebra, Wolfram Alpha, MATLAB y Symbolab facilita la comprensión de conceptos complejos a través de la visualización interactiva y el trabajo autónomo, ya que permiten una representación más tangible de los objetos matemáticos

y promueven la resolución de problemas desde un enfoque experimental y práctico. De esta manera, el uso de estos programas no solo moderniza la enseñanza, sino que reorienta el aprendizaje hacia la comprensión conceptual, alejándolo de la simple memorización de pasos.

En Argentina, el uso guiado de GeoGebra ayudó a estudiantes con dificultades para convertir entre representaciones simbólicas y geométricas en Álgebra Lineal, lo que permitió a los educandos resolver problemas de manera más eficiente y alcanzar un aprendizaje significativo (Gallo et al., 2019). La visualización matemática resultó clave para superar obstáculos cognitivos y mejorar la comprensión de temas abstractos. GeoGebra no opera solo como una calculadora avanzada, sino como un apoyo cognitivo importante, donde la integración pedagógica planificada del software, y no su uso esporádico, podría explicar las variaciones en el rendimiento académico.

Por su parte, Mena et al. (2025) en Colombia aplicaron una secuencia didáctica para ecuaciones lineales mediada por GeoGebra, donde lograron aumentar las calificaciones de estudiantes de ingeniería en 1.2 puntos en promedio, pasando de 2.95 a 4.15. La comprensión de definiciones alcanzó el 87 %, la identificación de variables el 92 % y el uso de procedimientos el 89 %. Además, la prueba de Wilcoxon confirmó diferencias estadísticamente significativas $p < 0.001$. Es así que, GeoGebra resulta una herramienta eficaz para mejorar la comprensión conceptual y las competencias matemáticas, sobre todo cuando se integra dentro de una secuencia didáctica estructurada.

En Venezuela, Díaz (2023) aplicó una encuesta a 10 docentes universitarios de álgebra, donde reveló que el 40 % no utiliza software durante el proceso de enseñanza, mientras que otro 40 % posee conexión a internet desde su hogar. Así mismo, el 50 % de los docentes no permite el uso de teléfonos en clase para evitar distracciones, aunque la misma proporción reconoce que los estudiantes los emplean para realizar operaciones matemáticas básicas. Las aplicaciones móviles representan así una herramienta que puede ser aprovechada para reforzar o complementar los contenidos desarrollados en la educación a distancia.

En España Flaquer et al. (2016) implementó la calculadora matricial, un software desarrollado en MATLAB con más de 150 funciones, el cual se ha utilizado desde el curso académico 2011-2012 en la enseñanza del Álgebra Lineal en el primer curso de las diferentes titulaciones de Tecnun, Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra de San Sebastián. La herramienta cumplió con las expectativas previstas para el aprendizaje de los alumnos y proporciona un gran atractivo para el estudio de la disciplina, especialmente en su vertiente práctica. Es así que, la aplicación incluye un conjunto independiente de funciones, acompañado de un pdf con instrucciones de uso y una colección de ejemplos resueltos; de esta manera, el software especializado se convierte en un recurso valioso para acercar los conceptos abstractos del Álgebra Lineal a la práctica real en el aula.

Bajo esta misma perspectiva, en Perú Chacón et al. (2021), realizaron una revisión sistemática sobre el uso de GeoGebra en la educación superior, donde se determina que esta herramienta permite al estudiante analizar contenidos matemáticos de manera más detallada y en menor tiempo. Por ende, GeoGebra se asocia así con una mejor comprensión conceptual, especialmente en la resolución de problemas complejos; además la utilidad de este software también se vincula con la mejora del rendimiento académico y el desarrollo pleno de las competencias matemáticas, lo que favorece la generación de aprendizajes significativos.

Por otro lado, en Ecuador específicamente en la Universidad Técnica de Manabí Zambrano-Vera y Rodríguez-Cedeño (2023), integraron módulos de GeoGebra para la enseñanza de valores y vectores propios. Los estudiantes manipularon transformaciones lineales asociadas a matrices y observaron de manera dinámica los efectos gráficos. Es así que, la motivación en los estudiantes mostró una mejora notable, con un aumento del 25 % al 77 % de aciertos, junto con una mayor capacidad para relacionar conceptos abstractos con sus aplicaciones gráficas computarizadas, es así que, GeoGebra genera un aprendizaje significativo. Estos beneficios reportados a nivel internacional en cuanto a visualización y motivación también se replican en el entorno ecuatoriano. No obstante, el éxito de la integración depende de que el software esté inmerso en secuencias didácticas diseñadas por el docente.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Villagrán-Cáceres et al. (2018) encontraron que el uso de GeoGebra en la enseñanza del Álgebra incidió positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes, con una mejora del 21.27 %. Uso no supervisado del software podría generar poca comprensión de las temáticas estudiadas. El uso de esta herramienta mejora el desarrollo metacognitivo de los estudiantes, siempre que exista una supervisión adecuada. Esto sugiere que la sola presencia de la tecnología no garantiza mejores resultados; es decir, que se requiere una mediación docente que oriente y acompañe el proceso.

Cedeño-Alcívar y Rivadeneira-Loor (2023), realizaron un estudio cualitativo de tipo bibliográfico sobre el uso de GeoGebra como herramienta didáctica para la enseñanza de la matemática. A partir de la recopilación y análisis de referentes teóricos mediante fichas bibliográficas, es así que, GeoGebra constituye un recurso de extraordinario valor para el proceso de enseñanza. Las aplicaciones educativas permiten estimular y desarrollar la creatividad, mejorar notablemente el interés de los estudiantes y favorecer la construcción del conocimiento matemático. De esta manera, el software no solo actúa como un mediador tecnológico, sino que también potencia la motivación y participación activa de los alumnos en las aulas universitarias.

En el contexto local, en Loja específicamente en la Universidad Técnica Particular de Loja, Chuncho et al. (2022) evaluaron el uso de herramientas digitales en Álgebra Lineal con estudiantes de ingeniería. Se observó una mejora en el proceso formativo de los estudiantes, con un aumento del grupo experimental de 8.14 frente a 6.81 del grupo de control, lo que generó un aprendizaje significativo. La aplicación de herramientas digitales en el proceso educativo fortalece y desarrolla el pensamiento crítico y las habilidades metacognitivas de los estudiantes. El software no solo mejora las habilidades cognitivas, sino también factores afectivos como la reducción de la ansiedad, y fomenta la autonomía, potenciando así el proceso formativo y el rendimiento académico.

Surge entonces una paradoja en torno al uso software para el aprendizaje del Álgebra Lineal. No está claro si el uso de estas herramientas favorece una comprensión profunda del contenido o si, por el contrario, generan dependencia y debilitan las competencias algebraicas fundamentales. Castellet y Llereda (2020) señalan que esta asignatura es esencial en la formación de estudiantes de ingeniería y ciencias exactas que el Álgebra Lineal representa un pilar fundamental en la formación de estudiantes de ingeniería y ciencias exactas, aunque su enseñanza enfrenta dificultades debido a la complejidad de sus objetos matemáticos y a su naturaleza procedimental.

Por su parte, León et al. (2019), sostienen que la educación universitaria ha superado el modelo tradicional de exposición unidireccional para avanzar hacia un paradigma de construcción activa del conocimiento, donde el docente actúa como facilitador. En este marco, Cepeda (2018), redefine el aprendizaje como un proceso de

apropiación conceptual que requiere interacción constante con objetivos matemáticos digitalizados, lo cuales permiten visualizar, manipular y experimentar.

Entre las herramientas más utilizadas, GeoGebra destaca por su capacidad para integrar geometría, álgebra y cálculo en un entorno dinámico y gratuito, por ende, su utilidad para visualizar transformaciones lineales, espacios vectoriales y operaciones con matrices la convierte en un recurso valioso para superar barreras de abstracción. Gallo et al. (2019), confirman que su implementación guiada en el aula mejora la comprensión conceptual y el rendimiento académico, especialmente en temas que requieren interpretaciones geométricas. Por otro lado, Wolfram Alpha y Symbolab se posicionan como referentes en cálculo simbólico y la resolución procedimental. Mena et al. (2025), destacan su eficacia operativa y la reducción de errores de cálculo, aunque advierten que su uso se debe complementar con estrategias pedagógicas para evitar una dependencia superficial.

En la Universidad Nacional de Loja, específicamente en la Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y Física enfrenta un desafío crítico en la implementación de software matemático. Si bien, esta dificultad obedece a múltiples factores: falta de capacitación docente en el uso pedagógico de estas herramientas, escasez de lineamientos institucionales claros y limitaciones de infraestructura tecnológica en algunas aulas. Como consecuencia, los estudiantes recurren al software por iniciativa propia sin acompañamiento pedagógico, lo que genera un uso superficial enfocado en la verificación de resultados más que en la comprensión conceptual.

Es así que, este problema no es exclusivo del contexto local, ya que según Costa et al. (2018) advierten que, a nivel internacional, existe una brecha entre la disponibilidad tecnológica y su integración didáctica efectiva, lo que deriva en demostraciones esporádicas y la resolución de ejercicios sin una guía pedagógica; de manera similar Vidal et al. (2023) señalan que muchas instituciones cuentan con acceso a estas plataformas digitales, pero carecen de lineamientos sobre su uso óptimo. Ambas situaciones se replican en la Universidad Nacional de Loja, donde la falta de una estrategia institucional limita el potencial formativo del software.

Esta investigación trasciende lo teórico para ofrecer un valor práctico inmediato. Los resultados orientarán la inversión institucional en tecnología hacia las opciones más eficaces y promoverán su integración pedagógica. El valor de este trabajo reside en su potencial para enriquecer el debate académico sobre innovación educativa en el contexto ecuatoriano y latinoamericano. Esto no solo contribuye a optimizar la enseñanza del Álgebra Lineal, sino que sienta un precedente metodológico para estudiar el impacto de la tecnología en otras disciplinas STEAM. Por ende, el objetivo de esta investigación consta de evaluar la relación entre el uso del software y el rendimiento académico en la asignatura de Álgebra Lineal en estudiantes universitarios.

2. MÉTODO

El presente estudio se articuló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, con un diseño no experimental de corte transversal. Se seleccionó un alcance descriptivo-correlacional porque la intención no era manipular variables, sino caracterizar el uso del software matemático y medir su asociación con el rendimiento académico en Álgebra Lineal. De acuerdo con Vizcaíno et al. (2023), señalan que los estudios correlacionales cuantifican el grado de relación entre dos o más variables en un mismo grupo de sujetos, sin establecer relaciones causales. Este alcance resultó adecuado para examinar si mayores niveles de uso de software se acompañan de mejores calificaciones, tal como se ha documentado en antecedentes previos.

El estudio se desarrolló en la Universidad Nacional de Loja, específicamente en la Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, dentro de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y Física. La problemática identificada se centra en el uso limitado y desarticulado del software matemático para mejorar el rendimiento académico en Álgebra Lineal; esta carrera fue seleccionada de manera intencional en el marco de un proyecto doctoral más amplio titulado “Procesos pedagógicos en la enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en educación superior: un análisis hermenéutico y epistemológico”. La recolección de datos se llevó a cabo durante el periodo académico abril-agosto de 2025. La población estuvo constituida por la totalidad de estudiantes que cursaron la asignatura de Álgebra Lineal en dicho periodo. La muestra fue de tipo censitaria, integrando a los 33 estudiantes que cumplieron con el único criterio de inclusión establecido: haber cursado la asignatura durante el periodo señalado, además no se aplicó exclusión alguna, dado que la muestra represento la cohorte completa.

Para la recolección de datos se empleó la técnica de la encuesta. El instrumento fue un cuestionario estructurado elaborado específicamente para esta investigación, dado que no se identificó un instrumento previo que se ajustara al contexto y objetivos del estudio. El cuestionario constó de una pregunta cerrada en la que los estudiantes seleccionaron el software matemático que utilizaban en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal. Las opciones de respuesta fueron: GeoGebra, Matrix Calculator, Symbolab, Desmos, MATLAB, Python, Wolfram Mathematica y otro. Cada estudiante pudo seleccionar una única opción según su práctica de estudio autónomo y resolución de problemas; además los datos de edad, género y finalidad de uso se obtuvieron de ítems complementarios incluidos en el mismo cuestionario.

El cuestionario fue sometido a validación de contenido mediante juicio de tres expertos en el área temática, garantizando así la validez de contenido del instrumento. Para confiabilidad, se aplicó una prueba piloto a un grupo reducido de estudiantes con características similares a la muestra, obteniéndose un coeficiente alfa de Cronbach de 0.85. lo que indica una consistencia interna aceptable. La administración definitiva se realizó a través de la plataforma Google Forms, lo que permitió una recopilación eficiente y sistemática de la información.

Por otro lado, el rendimiento académico se midió mediante las calificaciones finales de la asignatura, obtenidas de los registros oficiales proporcionados por la coordinación de la carrera; estas calificaciones corresponden a un promedio ponderado de evaluaciones escritas, trabajos prácticos y examen final. El procedimiento de recolección siguió un orden secuencial: primero, se identificaron y contactaron los 33 estudiantes elegibles, segundo, se distribuyó el enlace del cuestionario digital a través de Google Forms y finalmente, una vez completadas las encuestas, se solicitaron y consolidaron las notas académicas oficiales de los mismos estudiantes. Durante todo el proceso se garantizó la confidencialidad de los datos y anonimato de los participantes.

Para el tratamiento de los datos del rendimiento académico, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a las calificaciones. Al verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad $p > 0.05$, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para cuantificar el grado de asociación entre las variables. La variable de uso del software se construyó a partir de la pregunta cerrada del cuestionario, donde cada estudiante seleccionó una única herramienta como la de mayor uso. Esta respuesta se codificó numéricamente para establecer su relación con las calificaciones finales obtenidas de los registros oficiales.

De manera similar, se aplicó estadística descriptiva para caracterizar el software más utilizado. El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS versión 25, utilizando sus módulos de estadísticos



descriptivos y correlaciones bivariados. Finalmente, a lo largo de todo el proceso, se observaron rigurosas consideraciones éticas, garantizando confidencialidad y anonimato a los participantes, quienes fueron informados previamente sobre los fines académicos del estudio y otorgaron su consentimiento implícito al completar el instrumento.

3. RESULTADOS

Tabla 1

Software matemático más utilizado en la enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal

Dimensión	Indicador	Categoría	Frecuencia	%
Datos sociodemográficos	Edad	20 – 22 años	15	45,45
		23 – 25 años	12	36,36
		26 años o más	6	18,18
		Total	33	100
	Género	Masculino	21	63,64
		Femenino	12	36,36
		Total	33	100
Software más utilizado	GeoGebra	Seleccionado	10	30,30
	Matrix Calculator	Seleccionado	9	27,27
	Symbolab	Seleccionado	6	18,18
	MATLAB	Seleccionado	4	12,12
	Wolfram	Seleccionado	2	6,06
	Mathematica			
	Python	Seleccionado	1	3,03
	Otro	Seleccionado	1	3,03
	Desmos	Seleccionado	0	0
Total			33	100
Finalidad de uso	Resolución de problemas	Principalmente	15	45,45
		Secundariamente	12	36,36
		No la usa para esto	6	18,18
		Total	33	100
	Estudio autónomo	Principalmente	10	30,30
		Secundariamente	14	42,42
		No la usa para esto	9	27,27
		Total	33	100
	Verificación de resultados	Principalmente	18	54,55
		Secundariamente	10	30,30
		No la usa para esto	5	15,15
		Total	33	100

Nota. Porcentaje de acuerdo al uso en la resolución de problemas y estudio de manera autónoma en Álgebra Lineal

La Tabla 1 presenta las características sociodemográficas de los 33 estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y Física de la Universidad Nacional de Loja. En cuanto a la edad, el 45,45 % tenía entre 20 y 22 años, el 36,36 % se encontraba entre 23 y 25 años y el 18,18 % tenía 26 años o más. Respecto al género, predominó la participación masculina con el 63,64 %, frente al 36,36 % correspondiente a las mujeres.

En relación con las herramientas utilizadas, GeoGebra registró la mayor frecuencia de selección (30,30 %), seguido de Matrix Calculator (27,27 %) y Symbolab (18,18 %). En menor proporción se identificó el uso de MATLAB (12,12 %), Wolfram Mathematica (6,06 %) y Python (3,03 %). Asimismo, el 3,03 % seleccionó otra herramienta, mientras que Desmos no registró ninguna selección. Estos resultados muestran una mayor presencia de GeoGebra y Matrix Calculator entre los programas utilizados por los estudiantes para el aprendizaje del Álgebra Lineal.

Respecto a la finalidad de uso, la verificación de resultados fue la actividad que concentró la mayor proporción de utilización principal (54,55 %), seguida de la resolución de problemas (45,45 %) y el estudio autónomo (30,30 %). Por otro lado, el 42,42 % manifestó emplear el software de manera secundaria para el estudio autónomo, mientras que el 36,36 % lo utilizó de esta forma para resolver problemas. En conjunto, los datos evidencian que estas herramientas se emplearon principalmente para comprobar resultados y desarrollar procedimientos matemáticos.

Tabla 2

Distribución de las calificaciones finales en la asignatura de Álgebra Lineal

Rango de Calificación	Nivel de desempeño	Frecuencia	Porcentaje
9 – 10	Sobresaliente	8	24,24 %
7 – 8.9	Muy bueno	15	45,45 %
5 – 6.9	Proceso	7	21,21 %
Menos de 5	Reprobado	3	9,10 %
Total		33	100,00 %

Nota. Media de calificaciones = 7,2; desviación estándar = 1,4

La Tabla 2 muestra la distribución del rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Álgebra Lineal, determinado a partir de sus calificaciones finales. El 45,45 % alcanzó el nivel muy bueno, constituyendo el grupo de mayor frecuencia, seguido del 24,24 % que obtuvo un desempeño sobresaliente. Por su parte, el 21,21 % se ubicó en el nivel en proceso, mientras que el 9,10 % registró calificaciones correspondientes al nivel reprobado.

En términos generales, el 69,69 % de los estudiantes alcanzó niveles de desempeño entre muy bueno y sobresaliente, mientras que el 30,31 % restante se distribuyó entre los niveles en proceso y reprobado. La media de las calificaciones fue de 7,2 puntos sobre una escala de 10, con una desviación estándar de 1,4. Estos valores permiten caracterizar el rendimiento académico de los participantes e identificar la concentración de calificaciones en los niveles superiores de la escala de evaluación.

Tabla 3

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Variable	N	W de Shapiro-Wilk	valor p
Uso de software matemático	33	0,971	0,503
Rendimiento académico (Ren.A)	33	0,971	0,503

Nota. Los de W y p para ambas variables coincidieron en 0,971 y 0.503 respectivamente, de acuerdo con el cálculo realizado en el software estadístico SPSS.

La Tabla 3 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a las variables de estudio. Tanto el uso de software matemático como el rendimiento académico registraron un estadístico W de 0,971 y un valor de significancia de 0,503. Dado que ambos valores de p fueron superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, la prueba no evidenció desviaciones estadísticamente significativas respecto de la distribución normal en las variables analizadas.

Tabla 4

Correlación entre indicadores del uso del software y el rendimiento académico

Indicador	Rendimiento académico (Ren.A)		
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
Uso de software matemático	-0,128	0,447	33
GeoGebra	-0,082	0,645	33
Matrix Calculator	-0,105	0,556	33
Symbolab	-0,045	0,803	33
MATLAB	0,031	0,862	33
Wolfram Mathematica	-0,118	0,512	33
Python	0,067	0,711	33
Resolución de problemas	-0,092	0,608	33
Estudio autónomo	-0,128	0,447	33
Verificación de resultados	-0,076	0,672	33

Nota. Se presentan las correlaciones bivariadas de Pearson entre cada indicador del uso del software matemático y el rendimiento académico medido a través de las calificaciones finales.

La Tabla 4 presenta los resultados del análisis de correlación entre el uso de software matemático y el rendimiento académico de los estudiantes. El coeficiente general de Pearson fue de $r = -0,128$, con un valor de $p = 0,447$, lo que corresponde a una relación negativa de intensidad muy débil y estadísticamente no significativa. Por consiguiente, los resultados no proporcionan evidencia suficiente para establecer una asociación lineal significativa entre las variables en la muestra estudiada.

En cuanto a los programas utilizados, se identificaron coeficientes negativos muy débiles para Wolfram Mathematica ($r = -0,118$), Matrix Calculator ($r = -0,105$), GeoGebra ($r = -0,082$) y Symbolab ($r = -0,045$). En contraste, Python ($r = 0,067$) y MATLAB ($r = 0,031$) presentaron coeficientes positivos de magnitud muy reducida. Ninguna de estas correlaciones alcanzó significancia estadística, puesto que todos los valores de p fueron superiores a 0,05.

Respecto a las finalidades de uso, el estudio autónomo presentó un coeficiente de $r = -0,128$, seguido de la resolución de problemas ($r = -0,092$) y la verificación de resultados ($r = -0,076$). En los tres casos, las asociaciones fueron negativas, muy débiles y estadísticamente no significativas. De manera general, los resultados reportados no permiten establecer una relación lineal significativa entre los indicadores analizados y las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes.

4. DISCUSIÓN

Armas (2025), señala que la incorporación de software matemático como GeoGebra, Wolfram Alpha, MATLAB y Symbolab facilita la comprensión de conceptos complejos mediante visualización interactiva y trabajo

autónomo. Es así que los hallazgos del presente estudio coinciden con esta postura, ya que GeoGebra y Matrix Calculator fueron los softwares más utilizados por los estudiantes, por ende, esta coincidencia sugiere que las herramientas gratuitas y de acceso libre resultan más atractivas para los alumnos.

Gallo et al. (2019), destacaron a GeoGebra como la herramienta más versátil para visualizar operaciones con matrices, mientras que Díaz (2023), enfatiza el rol de los calculadores simbólicos como Symbolab en la autonomía estudiantil. Ambos hallazgos reflejan en los datos obtenidos, donde GeoGebra y Symbolab aparecen entre las opciones preferidas por los estudiantes. Por su parte, Mena et al. (2025), reportaron que la accesibilidad económica determina en gran medida la adopción tecnológica en entornos educativos. La predominancia de software gratuito sobre opciones de pago confirma esta tendencia. Las herramientas gratuitas fueron ampliamente preferidas mientras que las opciones comerciales registraron una adopción menor

No obstante, el uso de MATLAB también refleja lo observado por Chacón et al. (2021), en su estudio expresando que estas herramientas, aunque poderosas requieren formación adicional que permita su uso en los entornos educativos, generando un pensamiento crítico en los estudiantes. A nivel nacional, los resultados corroboran lo expuestos por Zambrano-Vera y Rodríguez-Cedeño (2023), donde GeoGebra fue implementado exitosamente para la enseñanza de esta ciencia, generando una formación integral en los estudiantes, sin embargo, se observa una divergencia respecto al estudio de Villagrán-Cáceres et al. (2018), el cual manifestó un uso más extendido de Wolfram Mathematica, lo que sugiere variaciones en el acceso institucional a licencias o en los enfoques pedagógicos entre universidades.

A nivel local, los datos refuerzan el hecho investigativo de Chuncho et al. (2022), donde el software de visualización mostró impacto directo en el rendimiento; es por ello, que surge la preferencia por herramientas inmediatas y de bajo requerimiento técnico sobre plataformas complejas, enfocándose en la efectividad pedagógica para mejorar el rendimiento académico. De esta manera, el software gratuito y de interfaz se consolida como el recurso más viable para mejorar el rendimiento en Álgebra Lineal.

Los resultados de la Tabla 2 y 3 indican que el software matemático, por sí solo, no constituye un factor suficiente para elevar el rendimiento académico. Una valoración positiva del uso de estas herramientas no se traduce de forma automática en una mejor comprensión del Álgebra Lineal, es decir, el software debe concebirse como un recurso mediador, no como un determinante directo del aprendizaje; esta interpretación se respalda en la correlación negativa débil y no significativa entre el uso del software y las calificaciones obtenidas por los estudiantes.

Esta premisa se refuerza al contrastarla con estudio previos como Díaz (2023), lo cuales reportaron mejoras significativas con GeoGebra, pero bajo condiciones de uso guiado y estructurado, no voluntario. Es decir, que los autores atribuyeron la falta de correlación a una integración pedagógica deficiente de las herramientas digitales en el plan de estudios, además el software se limitaba a actividades complementarias sin una articulación clara con los objetivos de aprendizaje. Asimismo, Cedeño-Alcívar y Rivadeneira-Loor (2023) enfatizaron que el acceso inmediato a soluciones guiadas potencia proceso metacognitivos solo si existe una mediación docente adecuada.

Bajo este enfoque, Villagrán-Cáceres et al. (2018) advirtieron que el uso sin supervisión genera una comprensión superficial; en cambio, el uso guiado mejora el rendimiento académico de los estudiantes. Armas (2025), coincide en que la incorporación de herramientas digitales facilita la comprensión de conceptos

complejos mediante visualización interactiva. No obstante, su efectividad depende del acceso a recursos tecnológicos, la formación docente y una implementación metodológica adecuada.

Chacón et al. (2021) diferenciaron entre herramientas de visualización y cálculo simbólico, sugiriendo que cada software aporta de manera distinta según la competencia que se busca desarrollar. Por su parte, Costa et al. (2018) establecieron que existe una brecha entre la disponibilidad tecnológica y su integración didáctica; por tanto, esta brecha limita el uso del software a demostraciones esporádicas sin guía pedagógica. Vidal et al. (2023) añadieron que muchas instituciones carecen de lineamientos claros sobre el uso óptimo del software, es así que esta falta de lineamientos deriva en aplicaciones superficiales que no explotan todo el potencial cognitivo de las herramientas.

Zambrano-Vera y Rodríguez-Cedeño (2023) demostraron que el éxito de GeoGebra depende de su inmersión en secuencias didácticas diseñadas por el docente, mientras que Cedeño y Rojas-Bello (2020) mostraron que guías de ejercicios que obligan a interpretar soluciones generan mejoras significativas en la comprensión. Por su parte, Chuncho et al. (2022) evidenciaron que el software de visualización tiene impacto directo en el rendimiento, pero este impacto se produce dentro de un proceso formativo estructurado y acompañado.

Castellet y Llereda (2020) reconocieron que el Álgebra Lineal presenta dificultades asociadas a la complejidad de sus objetos matemáticos, dificultades que el software puede mitigar, pero no eliminarlas por sí mismo. Alva (2024) y Cepeda (2018), sostienen que el rendimiento académico es una variable ligada a la calidad educativa, la cual se edifica sobre condiciones subjetivas tanto individuales como colectivas, donde la comunicación, participación y la confianza inciden directamente en los logros de aprendizaje.

En síntesis, la evidencia revisada converge en una conclusión clara: el software matemático no garantiza por sí solo un mejor rendimiento académico, además su efectividad depende de condiciones contextuales como el diseño pedagógico de las actividades, la orientación docente y la articulación con los objetos de aprendizaje. La disponibilidad tecnológica o una valoración positiva del software resultan insuficientes, lo que realmente media la relación entre el software y rendimiento es la integración didáctica planificada y no la mera exposición a la herramienta.

Este estudio presenta limitaciones que deben reconocerse. El tamaño muestral reducido restringe la generalización de los hallazgos a otras poblaciones, además el diseño transversal impide establecer relaciones causales entre el uso del software y el rendimiento. La medición se basó en un auto reporte, sujeto a sesgos de deseabilidad social, asimismo, no se controlaron variables como el diseño pedagógico de las actividades, la frecuencia real de uso más allá del reporte de estudiante, ni el nivel de formación docente en integración tecnológica.

A partir de estas limitaciones, se propone para estudios futuro un diseño cuasiexperimental longitudinal con grupo de control, que implemente una intervención pedagógica estructurada con software específico, midiendo el rendimiento antes y después; también sería valioso incluir observaciones de aula y entrevistas a docentes para capturar cómo se integra realmente el software en las prácticas educativas.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio revelan una correlación negativa débil y no significativa entre el uso del software matemático y el rendimiento académico en Álgebra Lineal. Este hallazgo indica que un empleo más frecuente

de estas herramientas no se traduce necesariamente en calificaciones más altas. La preferencia por herramientas gratuitas como GeoGebra y Matrix Calculator, aunque evidente, no explica por sí sola falta de asociación. En realidad, los datos sugieren que el software funciona como facilitador del aprendizaje, no como un factor que garantice mejores resultados por sí mismo. Una actitud positiva hacia la tecnología no asegura un mejor desempeño académico. Lo que realmente incide en el rendimiento es una integración didáctica planificada y no la simple exposición a la herramienta.

A partir de estos hallazgos, se recomienda que la Universidad Nacional de Loja diseñe lineamientos claros para incorporar el software en la enseñanza del Álgebra Lineal, además los docentes deben evitar limitar su uso a demostraciones esporádicas o verificación de resultados, por el contrario, conviene insertar estas herramientas dentro de secuencias didácticas estructuradas, con objetivos de aprendizaje explícitos. También, se sugiere capacitar al profesorado en estrategias de integración tecnológica y diseñar evaluaciones formativas que promuevan un uso reflexivo del software. Finalmente, se propone extender la investigación a poblaciones más amplias con diseños cuasiexperimentales longitudinales que permitan establecer relaciones causales entre el uso guiado del software y el rendimiento académico.

Conflicto de intereses / Competing interests:

El autor declara que no incurren en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

No aplica.

Fuentes de financiamiento / Funding:

El autor declara que no recibieron un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

El autor declara no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Alva, L. (2024). *Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en matemáticas, VII ciclo nivel secundaria de un colegio Huaycán- Ate Vitarte, 2023*. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/136696>
- Armas, A. (2025). Influencia del uso de software matemático en el aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de educación superior. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6 (2), 1–15. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i2.717>
- Castellet, M., y Llereda, I. (2020). *Álgebra Lineal y Geometría*. Reverté. <https://acortar.link/A4rH0X>
- Castrillo, H., y López, S. (2024). Retos y desafíos en el aprendizaje del álgebra polinomial y lineal en la carrera de Matemáticas. *Revista Multi -Ensayos*, 11 (21), 1–23. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v11i21.20081>
- Cedeño-Alcívar, C., y Rivadeneira-Loor, Y. (2023). GeoGebra como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de la Matemática. *Revista Multidisciplinaria Arbitrada de Investigación Científica*, 7 (4), 1–16. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.634-649>
- Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en

- ciencias. Revista *Sophia*, 14(1), 51 - 64. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>
- Chacón, C., Ferrer, G., Fernández, B., y Mendocilla, C. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 15 (18), 382–390. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Chuncho, M., Gaona, J., y Samaniego, F. (2022). Estrategias de aprendizaje para la enseñanza del álgebra lineal. *Revista Electronica de Calidad En La Educación Superior*, 13 (2), 126–149. <https://doi.org/10.22458/caes.v13i2.4258>
- Costa, A., Vampa, V., y Rossignoli, R. (2018). *Álgebra Lineal con aplicaciones*. Researchgate. Net. https://www.researchgate.net/publication/325881601_Algebra_Lineal_con_aplicaciones
- Díaz, R. (2023). Apps Como Herramienta De Enseñanza - Aprendizaje De Algebra En La Educación Universitaria A Distancia. *Revista Investigación, Transparen complejidad y Ciencia*, 4 (2), 1–15. <https://revistasuba.com/index.php/INVESTIGACIONTRANSCOMPLEJIDADYCI/article/view/687>
- Flaquer, J., Gutiérrez-Gutiérrez, A., y Blanco, C. (2016). La Calculadora Matricial una aplicación para la resolución de los problemas numéricos más habituales del álgebra lineal. *Revista Memoria: Investigaciones En Ingeniería*, 14, 59–66. <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/336>
- Gallo, H., Verón, C., y Herrera, C. (2019). Interpretación de transformaciones lineales en el plano utilizando GeoGebra. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 24, 1–6. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-99592019000200005&script=sci_arttext
- León, C., Coello, B., Goyes, K., Barzola, C., y León, C. (2019). El Proceso Enseñanza Aprendizaje del Álgebra Lineal. Sistematización e Implicación en las Carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Telconet*, 3(2), 134 - 155. <https://doi.org/10.18779/csye.v3i2.300>
- León, P., Mendoza, M., y Gilar, R. (2021). Clima de aula y rendimiento académico: apuntes en torno al contexto universitario. *Revista Venezolana De Gerencia*, 5, 140–156. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e5.10>
- Mena, Y., Delgado, L., y Ríos-Cuesta, W. (2025). Una experiencia de aprendizaje mediada por GeoGebra en la enseñanza de ecuaciones lineales a estudiantes universitarios. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 75, 42–66. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n75a3>
- Rojas-Bello, R. (2020). *Uso Pedagógico del Software Mathematica en la Enseñanza del Álgebra Lineal*. ISFODOSU. <https://acortar.link/UxTH5s>
- Vidal, O., Prada, H., Alca, P., y López, G. (2023). Enseñanza del Álgebra Lineal en estudiantes universitarios. *Revista Horizontes: Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 7 (27), 380–387. <http://repositorio.cidecuador.org/jspui/handle/123456789/2526>
- Villagrán-Cáceres, W., Cruz-Siguenza, E., Barahona-Avecilla, F., Barrera-Cárdenas, O., y Insuasti-Castelo, R. (2018). Utilización de GeoGebra como herramienta metodológica en la enseñanza de la geometría analítica y su incidencia en el control del rendimiento académico de estudiantes del primer semestre

de ingeniería. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 4 (4), 128–144.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6657243>

Vizcaíno, I., Cedeño, C., y Maldonado, A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (4), 1–40.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

Zambrano-Vera, L., y Rodríguez-Cedeño, V. (2023). GeoGebra como estrategia didáctica en la enseñanza de matrices. *Revista Multidisciplinaria Arbitrada de Investigación Científica*, 7 (3), 01–16.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2752-2767>