

Recibido: 2025-11-28**Aceptado:** 2025-12-09**Publicado:** 2026-01-15

Trabajo colaborativo para el aprendizaje de Sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes universitarios

Collaborative work for learning systems of linear equations in university students

Autores

José Ramón Delgado Fernández¹
jrdelgado66@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9176-7666>
Universidad Técnica Particular de Loja
Loja – Ecuador

Niorka Margarita Medina Cepeda²
niorkamedina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7023-0635>
Universidad del Zulia
Maracaibo-Venezuela

Sonia Tatiana Cruz Laz³
tatianacruzlaz@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-6010-7914>
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo-Ecuador

Carlos Eduardo Shive López⁴
ceshive@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-8272-3236>
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

Yury Vanessa Cardenas Moreno⁵
yuri.cardenas@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0001-6117-2418>
Ministerio de Educación
Macará- Ecuador

Cómo citar

Delgado Fernández, J. R., Medina Cepeda, N. M., Cruz Laz, S. T., Shive López, C. E., & Cardenas Moreno, Y. V. (2026). Trabajo colaborativo para el aprendizaje de Sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes universitarios. *ASCE MAGAZINE*, 5(1), 540–562.

Resumen

Los actores universitarios requieren de nuevas estrategias metodológicas para la enseñanza de matemáticas superiores fundamentadas en la participación activa y la colaboración en equipo que facilite la construcción del conocimiento. Ante esta situación, esta investigación tuvo como objetivo diseñar actividades didácticas basadas en el trabajo colaborativo para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes universitarios. Bajo un paradigma interpretativo con enfoque cualitativo y diseño no experimental, la recolección de datos incluyó entrevistas a docentes, análisis documental, listas de verificación y rúbricas. El estudio se estructuró en tres fases: diagnóstica, de desarrollo y de validación. En la fase inicial se determinaron las estrategias utilizadas, las dificultades estudiantiles y los contenidos curriculares. Posteriormente, se diseñaron las secuencias didácticas basadas en tareas colaborativas, se definió el proceso de evaluación y se seleccionaron los recursos pertinentes. Por último, se efectuó la validación de contenido mediante juicio de expertos; el coeficiente de *V* de Aiken obtenido fue superior a 0,80, lo cual confirmó que las actividades colaborativas propuestas son suficientes, claras, coherentes y relevantes. Al integrar las sugerencias de los expertos, se optimizó la redacción y claridad en los materiales didácticos e instrumentos de evaluación. Las conclusiones indican que la inclusión de metodologías activas basadas en la interacción y en el desarrollo de habilidades sociales no sólo fortalece el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales, sino que representa una estrategia eficiente para disminuir los índices de reprobación en matemáticas universitarias.

Palabras clave: Trabajo colaborativo; Algebra Lineal; Sistema de ecuaciones lineales; Secuencia didáctica; Validez de contenido.



Abstract

University stakeholders require new methodological strategies for teaching higher mathematics based on active participation and teamwork to facilitate knowledge construction. Given this situation, the objective of this research was to design teaching activities based on collaborative work for learning systems of linear equation in university students. Under an interpretive paradigm with a qualitative approach and non-experimental design, data collection included teacher interviews, documentary analysis, checklists, and rubrics. The study was structured in three phases: diagnostic, development, and validation. In the initial phase, current strategies, student difficulties, and curriculum content were determined. Subsequently, didactic sequences based on collaborative tasks were designed, the assessment process was defined, and the relevant resources were selected. Finally, content validation was performed through expert judgment; the obtained Aiken's V coefficient was higher than 0.80, confirming that the proposed collaborative activities are sufficient, clear, coherent, and relevant. By incorporating the experts' suggestions, the wording and clarity of the teaching materials and assessment tools were optimized. The conclusions indicate that the inclusion of active methodologies based on interaction and social skills development not only strengthens the learning of linear equation systems, but also represents an efficient strategy for reducing failure rates in university mathematics.

Keywords: Collaborative work; Linear algebra; System of linear equations; Teaching sequence; Content validity.

Introducción

Actualmente, la sociedad demanda del sector universitario una formación integral alineada con los avances sociotecnológicos. Para dar respuesta a este desafío, resulta necesario replantear las políticas y prácticas de enseñanza-aprendizaje, enfocándose en estrategias metodológicas que fomenten ambientes de aula en los que se construya el conocimiento de forma colectiva. En consecuencia, se requiere el diseño de actividades colaborativas con una planificación y organización rigurosas (Aliaga et al., 2022; Fanaro et al., 2024).

En el caso de América Latina, la enseñanza de las matemáticas universitarias se ve obstaculizada por factores como estrategias metodológicas poco innovadoras, una capacitación docente desactualizada, la carencia de herramientas pedagógicas y la desigualdad educativa en la sociedad (Cárdenas et al., 2025; Chango et al., 2025). Esta problemática se acentúa en Ecuador, donde se evidencia en un bajo desempeño académico y un alto nivel de deserción en carreras como la ingeniería. En consecuencia, se necesitan estrategias didácticas más efectivas, basadas en enfoques colaborativos que se adapten a la dinámica del entorno educativo y que permitan mejores resultados en la enseñanza de esta importante disciplina (Contreras et al., 2024).

Ante esta realidad, son muchas las investigaciones que han demostrado el aporte del trabajo colaborativo para enfrentar este tipo de desafío. Esta estrategia didáctica se fundamenta en la participación y en la inclusión de quienes forman parte del aula, como ambiente de aprendizaje (Abalo y Jaramillo, 2024; León et al., 2023). Asimismo, permite la construcción del conocimiento en función de las experiencias de los estudiantes y fomenta el desarrollo de habilidades para el aprendizaje significativo de conceptos matemáticos (Cedeño y Cedeño, 2020). Por otra parte, se presenta como un poderoso recurso para mitigar la brecha educativa existente en Ecuador y priorizar la equidad y la calidad educativa (Jungal et al., 2025).

Recientemente, diversos estudios han destacado la importancia de implementar el trabajo colaborativo como eje del proceso de enseñanza-aprendizaje en las matemáticas universitarias. Investigaciones como las de Fanaro et al. (2024) indican que los estudiantes muestran una actitud positiva hacia esta herramienta pedagógica en el aprendizaje de Álgebra Lineal en ingeniería. Entre los resultados, se distingue que la comprensión de los procedimientos matemáticos supera a la memorización, que la discusión y la empatía minimizan el individualismo y, finalmente, que existe un mayor compromiso del estudiante con su formación. Estos hallazgos avalan el enfoque sociocultural en el que se apoya el aprendizaje colaborativo, en el cual el estudiante asume el rol protagónico en el proceso de enseñanza. De esta manera, un conjunto de interacciones bien planificadas facilita la construcción colectiva del conocimiento.

Por otro lado, Bedoya (2023) concluyó que el uso del trabajo colaborativo no sólo beneficia a los estudiantes de ingeniería al fomentar el desarrollo de habilidades matemáticas, sino también a los docentes, ya que les permite fortalecer su estructura metodológica al incluir nuevos recursos didácticos que promueven la motivación estudiantil. Bajo esta metodología, el docente actúa como dinamizador al supervisar y acompañar el proceso formativo; aunque comparte la autoridad y el control con los estudiantes, su responsabilidad radica en la planificación de actividades y la

selección de recursos alineados con los objetivos de aprendizaje. Asimismo, elabora evaluaciones individuales y ofrece retroalimentación orientada a optimizar el desempeño. En consecuencia, este rol exige una sólida preparación en los fundamentos teóricos y prácticos del trabajo colaborativo. Desde otra perspectiva, Jiménez et al. (2024) demostraron que el trabajo colaborativo no solo estimula el pensamiento lógico-matemático, sino que también promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas y sociales. Estas competencias contribuyen al fortalecimiento de la sociedad del conocimiento por medio de la resolución de problemas contextualizados.

Para Longarela y Rodríguez (2023), uno de los hallazgos más importantes en su investigación fue comprobar que el trabajo colaborativo facilita una eficaz comunicación e interacción entre los alumnos. Además, el proceso de evaluación entre pares se distingue por ser objetivo y justo, debido a la claridad en los criterios de evaluación. Igualmente, existe una retroalimentación instantánea en la que se indica, de manera respetuosa, las debilidades y fortalezas de quien fue evaluado.

Los resultados presentados por Paiva et al. (2025) demostraron que los estudiantes valoraron positivamente a la interdependencia, la responsabilidad y el desarrollo de habilidades sociales promovidas mediante actividades colaborativas. Entre las habilidades sociales identificadas para alcanzar el aprendizaje de objetos matemáticos, destacan: la comunicación efectiva, el liderazgo, la toma de decisiones, la reflexión colectiva, el respeto mutuo, el manejo de conflictos y la autoconfianza. Simultáneamente, los autores indicaron que la evaluación grupal debe regirse por criterios imparciales e instrumentos validados que garanticen una valoración justa.

En este contexto, se evidencian las bondades del trabajo colaborativo en el aula, indistintamente del nivel educativo. Sin embargo, su implementación es limitada debido a los retos que enfrenta, particularmente en el ámbito universitario. Entre ellos se encuentran la administración del tiempo; la falta de capacitación docente en un enfoque colaborativo; y la factibilidad en el desarrollo de las tareas colaborativas establecidas por el docente. De este modo, se requiere un eficaz diseño y una minuciosa planificación de las actividades a realizar, con reglas para el trabajo en grupo bien definidas, espacios adecuados y con suficientes recursos para la implementación de esta técnica (Alvarado et al., 2026).

Ahora bien, aunque el profesor es el responsable del diseño de las tareas colaborativas que aseguren la interacción social en un ambiente de respeto (Delgado et al., 2025), se requiere del apoyo institucional mediante recursos y políticas que garanticen un clima de aprendizaje favorable. Para ello, la cultura pedagógica debe integrar normas, valores y reglas que fomenten la colaboración en equipo, la innovación y la motivación docente. De manera simultánea, el clima institucional es decisivo en la conducta estudiantil y en el desempeño docente, pues integra las percepciones de la comunidad educativa. En consecuencia, un clima desfavorable impacta negativamente en la calidad educativa, al generar desconfianza y desmotivación, comunicación deficiente y falta de identidad institucional y liderazgo (Rugel et al., 2023). Ante esta situación, resulta “crucial que los educadores reciban el apoyo y la formación necesarios para implementar estas estrategias de manera efectiva” (Zamaro et al., 2024, p.619).

En este estudio, se considera como objeto matemático al sistema de ecuaciones lineales, un contenido ubicado en el programa de Álgebra Lineal del ciclo básico de la carrera de ingeniería.

De hecho, Castro et al. (2023) indican que el álgebra lineal facilita la resolución de problemas en diversos campos de la ingeniería y aporta herramientas para su análisis. Sin embargo, Rodríguez et al. (2022) afirman que la enseñanza de estos tópicos se ve afectada por procedimientos mecanizados y memorísticos que limitan el análisis detallado y la construcción de definiciones importantes para resolver problemas de situaciones cotidianas.

Por otro lado, Cárcamo et al. (2021) identifican dificultades cognitivas recurrentes en el estudio de los sistemas de ecuaciones lineales. Entre estas distinguen: la interpretación errónea de la solución como el punto de intersección de dos rectas, independientemente de que el sistema posea una dimensión superior a dos; la creencia de que un sistema debe tener necesariamente el mismo número de incógnitas y ecuaciones; y problemas para transitar de la segunda dimensión al caso general de dimensión finita. Específicamente, al resolver sistemas 3×2 , los autores indican que los estudiantes consideran necesarias solo dos ecuaciones, agrupan las ecuaciones en pares para obtener tres soluciones distintas y, finalmente, presumen que todos los puntos de corte entre las gráficas y los ejes coordenados forman parte del conjunto solución.

Ante este escenario, el profesor de álgebra se ve en la necesidad de buscar nuevas alternativas de enseñanza que promuevan la comprensión de este tema y beneficie el rendimiento estudiantil. De esta manera, las conclusiones y resultados de diversas investigaciones coinciden en afirmar que el trabajo colaborativo cubre esta necesidad y facilita el aprendizaje, ya que toma en cuenta los diversos ritmos y estilos de aprendizaje presentes en los grupos que se forman en este tipo de actividades colaborativas (Abalo y Jaramillo, 2024).

Bajo estas circunstancias, el profesor universitario tiene la responsabilidad de planificar, diseñar e implementar actividades colaborativas que promuevan la interacción y creen un espacio de discusión inclusivo y reflexivo. Por tanto, se fortalece el desarrollo de un pensamiento crítico, lógico y analítico que, mediante las experiencias de los propios estudiantes, permita el aprendizaje significativo de contenidos como los sistemas de ecuaciones lineales. De esta manera, la capacitación del docente y sus ideas innovadoras resultan cruciales para el diseño y la selección adecuada de las estrategias metodológicas y de los criterios de evaluación (Calle et al., 2020; Ruiz y Caicedo, 2022). Así, el enfoque tradicional de enseñanza se transforma en uno más activo y dinámico, donde los estudiantes tienen una mayor participación en su formación.

En la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, los docentes de ingeniería en el área de ciencias exactas ven con preocupación el bajo rendimiento académico de sus estudiantes en las asignaturas relacionadas con las matemáticas y, en particular, en Álgebra Lineal. En consecuencia, surge esta investigación, en la que se propone modificar las estrategias de enseñanza e implementar una metodología activa, como el trabajo colaborativo. Este estudio se centra en la planificación y el diseño de tareas colaborativas para el tema de sistemas de ecuaciones lineales. Cabe destacar que, para este diseño se deben considerar los elementos que distinguen al trabajo colaborativo, tales como la interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad individual y grupal, las habilidades interpersonales y la autoevaluación grupal. Todo ello en un ambiente de aprendizaje en el que predomine la comunicación, la cooperación y el compromiso.

En suma, la formulación del problema de esta investigación es: ¿Cuáles son los componentes didácticos que debe incluir el diseño de las actividades de un trabajo colaborativo para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes de ingeniería?

Desde una perspectiva teórica, este estudio se fundamenta en cuatro teorías educativas. La primera es la Teoría Sociocultural de Vygotsky, la cual afirma que la interacción social genera un clima de aprendizaje donde los estudiantes reflexionan los contenidos y son protagonistas de su propio aprendizaje (Junco et al., 2024). En segundo lugar, se incluye la Teoría del Constructivismo, ya que los estudiantes descubren, reconstruyen y amplían sus conocimientos mediante la exploración, sus propias vivencias y los espacios de discusión (Ronquillo et al., 2023). Asimismo, se apoya en la Teoría del Aprendizaje Colaborativo, donde cada estudiante alcanza los objetivos de aprendizaje solo si hay un esfuerzo de todos los integrantes del grupo, lo cual le permite asumir responsabilidades y compartir metas y recursos (León et al., 2023). Por último, está presente la Teoría de Situaciones Didácticas, que permite que los estudiantes resuelvan problemas de contexto planteados por el profesor. Para ello, los estudiantes usan sus conocimientos previos, intercambian ideas, generan conjeturas de la posible solución y, finalmente, la socializan para recibir retroalimentación del docente (Galves y Block, 2024).

De esta manera, el objetivo general de esta investigación es diseñar las actividades didácticas basadas en el trabajo colaborativo para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes universitarios. Para lo cual, se plantean cuatro objetivos específicos: (i) diagnosticar las dificultades de comprensión de los estudiantes de ingeniería con el tema de sistemas de ecuaciones lineales; (ii) diseñar la estructura de la secuencia didáctica, que permita vincular los contenidos seleccionados con las actividades de trabajo colaborativo; (iii) elaborar los materiales didácticos de apoyo y diseñar los instrumentos de evaluación que permitan medir la comprensión de los contenidos y la realización efectiva de las actividades colaborativas; y (iv) validar, mediante juicio de experto, la suficiencia, la claridad, la coherencia y la relevancia de las secuencias didácticas y sus actividades de trabajo colaborativo.

Una vez que se logre el alcance de este estudio, se pretende aportar información esencial sobre la elaboración, fundamentación y estructuración de actividades didácticas basadas en el trabajo colaborativo, una de las estrategias de aprendizaje más reconocida en el campo educativo. Con ello, se establecerá el camino para la implementación de estas actividades, la evaluación de su eficacia y el análisis de su impacto en el aprendizaje de cualquier objeto de estudio, no necesariamente matemático. Asimismo, las evidencias obtenidas, basadas en un rigor científico validado, servirán de apoyo y guía a otros docentes universitarios que estén interesados en transformar y mejorar la dinámica metodológica de sus clases.

En las siguientes secciones del artículo se presenta el apartado de Materiales y métodos, que especifica la metodología empleada y el desarrollo de los procedimientos aplicados. A continuación, se explican los Resultados del estudio y su Discusión. Luego, se muestran las Conclusiones vinculadas con los propósitos de esta investigación y, finalmente, se detallan las Referencias bibliográficas que aportaron el fundamento teórico para su elaboración.

Material y métodos

Este apartado describe los procedimientos metodológicos y estadísticos implementados, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados para alcanzar los objetivos del estudio.

1. Metodología de la Investigación y Diseño del Estudio

El paradigma de este estudio fue interpretativo, ya que pretendió comprender el proceso de aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes de ingeniería para optimizarlo mediante el diseño de una secuencia didáctica. De este modo, la elaboración de las actividades colaborativas resultó de la interpretación del entorno y de las necesidades detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En consecuencia, el enfoque fue cualitativo, sustentado en la descripción e interpretación de las experiencias de los actores para generar un diagnóstico previo. Finalmente, dado que el propósito general fue el diseño de esta propuesta pedagógica, la investigación se definió como de tipo proyectiva.

Bajo esta perspectiva, el diseño de estudio fue no experimental, debido a que se observó, describió e interpretó la realidad formativa de los estudiantes de ingeniería en su contexto natural, sin modificar la dinámica de aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales. A partir de este diagnóstico, se formuló una propuesta didáctica orientada a optimizar el proceso de comprensión.

2. Selección y Caracterización de la Muestra

La muestra fue de tipo intencional y estuvo constituida por tres profesores de la asignatura de Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería de la Universidad Técnica Particular de Loja. Como criterio de selección, se consideraron la actividad docente vigente al momento del estudio y la experiencia respecto a las barreras de aprendizaje en el tema de sistema de ecuaciones lineales. Asimismo, se tomó como unidad de análisis al programa de la asignatura para la selección de los contenidos y la definición de los objetivos de aprendizaje de la propuesta. Aunque el tamaño de la muestra fue pequeño, se alcanzó el criterio de saturación cualitativa.

3. Desarrollo y Ejecución del Procedimiento

En concordancia con los objetivos específicos de la investigación se llevaron a cabo las siguientes fases para el diseño de las actividades colaborativas:

En la Fase de Diagnóstico se realizaron las siguientes acciones: se identificaron las dificultades para la enseñanza de sistema de ecuaciones lineales; se precisaron las estrategias de enseñanza de los docentes que impartieron la materia; se seleccionaron los contenidos del programa de la materia que mejor se adaptaban a la metodología propuesta, y se establecieron los objetivos de aprendizaje que se alcanzarán al finalizar la secuencia didáctica, acorde al programa de la asignatura.

En la Fase de Desarrollo se diseñaron las actividades pedagógicas de la secuencia didáctica basadas en el trabajo colaborativo y en los resultados del diagnóstico previo. Con este propósito, se estructuró cada una de las sesiones de aprendizaje según el tiempo de dedicación, los contenidos a

explicar y las tareas a realizar. De igual manera, se diseñaron las actividades pedagógicas en función de los elementos del trabajo colaborativo, es decir la interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad y las habilidades interpersonales. Asimismo, se crearon los materiales didácticos y se seleccionaron los recursos tecnológicos que sirvieron de apoyo. Finalmente, se desarrollaron los instrumentos de evaluación de los aprendizajes.

En la Fase de Validación se verificó la calidad de las actividades colaborativas propuestas mediante la evaluación de sus dimensiones: tareas colaborativas, recursos de apoyo y proceso de evaluación. Para tal fin, se realizó una validación de contenido a través de juicio de expertos y se aplicó el coeficiente de V de Aiken para determinar el grado de concordancia en relación con los criterios de suficiencia, coherencia, claridad y relevancia. Este procedimiento permitió asegurar una secuencia didáctica sólida y adaptable a las necesidades de los estudiantes.

4. Herramientas para la recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se estructuraron en tres fases. En la fase de diagnóstico, se aplicaron entrevistas dirigidas a los docentes, cuya guía constó de cinco ítems orientados a identificar las estrategias de enseñanza vigentes para los sistemas de ecuaciones lineales, los patrones de error de los estudiantes y la selección de los contenidos para las actividades colaborativas. Los datos obtenidos fueron analizados mediante una rúbrica de diagnóstico validada por expertos. Asimismo, se estudió el programa de la asignatura en función del tiempo, contenidos, recursos y objetivos de aprendizaje.

Para el desarrollo del diseño, se realizó inicialmente una revisión teórica sobre los elementos del trabajo colaborativo, tales como la interdependencia positiva, la responsabilidad grupal e individual, la interacción cara a cara, las habilidades interpersonales y la autoevaluación grupal. Posteriormente, se elaboró una matriz de planificación para tres sesiones didácticas, la cual fue expuesta a juicios de expertos. En dicha matriz se detalló la estructura de cada fase, en la que se especificó tiempos, actividades (inicio, durante y cierre), tareas, recursos y criterios de evaluación. Respecto a los materiales de apoyo, se diseñó una lista de verificación para comprobar su existencia y adecuación pedagógica. Estos recursos, junto con el proceso de evaluación, fueron valorados mediante una adaptación de la rúbrica para trabajo en equipo de Martínez y otros (2023), bajo la supervisión de tres expertos en didáctica de la matemática.

Finalmente, para la validación global del diseño, se elaboró un instrumento de contenido compuesto por 35 ítems con una escala Likert de cuatro opciones de respuestas (Inaceptable, Deficiente, Bueno y Excelente). Este instrumento estuvo distribuido por 25 ítems para la dimensión de tareas colaborativas, mientras que las dimensiones de recursos y procesos de evaluación incluyeron 5 ítems cada una. La validación final fue efectuada por diez expertos en las áreas de matemáticas, didáctica y en metodología.

5. Métodos de análisis y Tratamiento de datos

El análisis cualitativo de la rúbrica de diagnóstico permitió identificar las dificultades recurrentes de los estudiantes en la comprensión de los sistemas de ecuaciones lineales. Estos resultados, junto

con la exploración documental del programa de la asignatura, definieron los tiempos, contenidos, recursos y objetivos integrados en las actividades colaborativas, lo cual garantiza su factibilidad durante el desarrollo de las sesiones de clases.

La aplicación de la lista de verificación permitió comprobar la disponibilidad de materiales digitales, enlaces a plataformas y recursos audiovisuales relacionados al objeto de estudio. Asimismo, el juicio de tres expertos en didáctica facilitó el análisis cualitativo de la adecuación pedagógica, tanto de los materiales como de los instrumentos de evaluación diseñados para las actividades colaborativas.

Por último, la validación del diseño se ejecutó mediante juicio de experto, con el uso del coeficiente V de Aiken. Los valores este estadístico oscilan entre 0 y 1, donde un resultado cercano a 1 indica una mayor concordancia entre los jueces y, por ende, una mayor validez de contenido. El criterio de decisión para mantener un ítem fue el siguiente: el límite inferior del intervalo de confianza debía ser $\geq 0,7$ y el coeficiente de V de Aiken debía ser $\geq 0,8$.

Para el cálculo respetivo, se utilizó el promedio de la valoración de diez jueces en cada dimensión de las actividades colaborativas. La Tabla 1 muestra las dimensiones e indicadores empleados. En cuanto al instrumento, se adaptaron a las categorías propuestas por Escobar y Cuervo (2008): suficiencia, que valora si los constructos miden íntegramente la dimensión o indicador; coherencia, que comprueba la vinculación lógica con la dimensión o indicador; claridad, que evalúa la comprensión sintáctica y semántica del constructo; y relevancia, que aprecia la importancia del constructo es fundamental para la medición de la dimensión o indicador. Finalmente, la escala de valoración se cuantificó de 1 a 4: Inaceptable (1), Deficiente (2), Bueno (3) y Excelente (4).

Una vez establecido el número de jueces y conocidas tanto la suma de las puntuaciones para cada categoría como el rango de las alternativas de respuesta, se procedió a calcular el coeficiente V de Aiken mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{S}{N(c - 1)}$$

S: sumatoria de las puntuaciones de los jueces
N: número de jueces
c: número de valores de la escala

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de las actividades colaborativas

Dimensiones	Indicadores
D1: Tareas Colaborativas	I1: Interdependencia Positiva I2: Responsabilidad I3: Interacción cara a cara I4: Habilidades Interpersonales
D2: Recursos de Apoyo	I5: Materiales digitales I6: Plataformas Tecnológicas I7: Videos
D3: Proceso de Evaluación	I8: Asignaciones I9: Instrumentos de Evaluación

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realizó un análisis cualitativo de las observaciones indicadas por los jueces en cuanto a la mejora de las actividades colaborativas propuestas.

6. Alcance y Limitaciones del estudio

El tamaño de la muestra podría interpretarse como una limitante; no obstante, el proceso de validación de contenido aportó robustez técnica a la investigación. Si bien este estudio se centró en el diseño de actividades, los hallazgos proporcionan una base sólida para la aplicación de una prueba piloto orientada a refinar la propuesta y optimizar sus dimensiones. Asimismo, aunque la escasez de investigaciones vinculadas con este tema a nivel universitario representa un reto, dicha situación constituye una fortaleza, dado que contribuye con información relevante al campo de las estrategias metodológicas para el aprendizaje de objetos matemáticos en la educación superior.

Resultados

1. Diagnóstico de las dificultades en la comprensión de los sistemas de ecuaciones lineales

Los resultados obtenidos de las entrevistas a los docentes y el análisis documental del programa de la asignatura permitieron identificar una discrepancia entre los prerrequisitos cognitivos de la asignatura y los saberes previos de los estudiantes. En consecuencia, las dificultades se categorizaron de la siguiente manera:

- Conceptual-Procedimental: Se observó un nivel insuficiente de conocimientos previos (operaciones algebraicas con números enteros y racionales), errores en el despeje de variables, deficiencias en el planteamiento de sistema de ecuaciones, omisión de signos y una selección inadecuada de los métodos de resolución.
- Semiótica: Se detectaron inconvenientes en la conversión de registros, particularmente en el tránsito del registro verbal al algebraico (modelización) y del registro algebraico al gráfico (visualización).
- Relacional-Interpretativa: A pesar de resolver ejercicios mecánicos, los estudiantes mostraron inseguridad ante problemas diferentes a los ejemplos presentados en clase. Asimismo, mostraron dificultades para abordar problemas contextualizados o interpretar soluciones, especialmente en sistemas consistentes indeterminados; esto evidencia una deficiencia al relacionar la teoría con problemas de contexto.

2. Caracterización de las estrategias docentes

A partir de los hallazgos procedentes de las entrevistas, se determinó que la práctica docente responde a un modelo de enseñanza híbrido. Por una parte, prevalecen las clases magistrales en las que el profesor explica las definiciones, procedimientos y aplicaciones; posteriormente, se resuelven ejercicios y, finalmente, se asignan tareas extraídas de las guías de cátedra. Por otra parte, se integran metodologías activas mediante el aula invertida y el uso de herramientas tecnológicas algebraicas (Wolfram, MatLab, GeoGebra y Derive). Para tal fin, el profesor facilita materiales audiovisuales para ser estudiados en casa, los cuales son discutidos y evaluados en las sesiones de clases presenciales.

3. Contenidos seleccionados para el diseño de las actividades colaborativas

Con base en las entrevistas y el análisis del programa de la asignatura, se establecieron los contenidos con mayores dificultades de comprensión y con mayor potencial para la integración de los elementos del trabajo colaborativo. Los temas seleccionados fueron:

- Sistema de ecuaciones lineales (definiciones básicas).
- Métodos de resolución: Eliminación Gaussiana y Gauss-Jordan.
- Regla de Cramer y método de la inversa
- Aplicaciones en la resolución de problemas contextualizados.

Finalmente, se establecieron los objetivos de aprendizaje que los docentes consideraron relevantes para las actividades colaborativas, los cuales se listan a continuación:

- Resolver sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de eliminación gaussiana y Gauss-Jordan.
- Aplicar la Regla de Cramer y el método de la inversa en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Utilizar los sistemas de ecuaciones lineales para solucionar problemas contextualizados de ingeniería.

4. Estructura de la secuencia didáctica basada en actividades colaborativas

El diseño de la secuencia didáctica se fundamentó en la necesidad de abordar las dificultades identificadas en la fase de diagnóstico. La estructura se organizó en tres etapas estratégicas, de las cuales se describe la primera a continuación:

Etapa 1. Introducción y Formación de equipos. Esta fase inicial, detallada en la Tabla 2, tuvo como propósito fortalecer los prerrequisitos teóricos esenciales para el tema de sistema de ecuaciones lineales. Para ello, los alumnos analizaron material audiovisual y completaron una prueba diagnóstica, mientras que el profesor explicaba la dinámica del trabajo colaborativo.

Tabla 2. Etapa de Introducción y Formación de equipos colaborativos

Objetivo	Actividades
Reforzar los conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none">• Asignación de videos relacionados con prerrequisitos del tema (tres días antes de la clase): https://youtu.be/GAMX91JfhGk?si=K6G2PtLYK5gZYNU
Momento: Previo a la clase	<ul style="list-style-type: none">https://youtu.be/Db1OStFzDeU?si=4WciYEgWUEjuza7R• Realización de una prueba diagnóstica (dos días antes de la clase): https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScOoUbjLI4e6Z18o6QmCYoRdBKzyhRDLasG3u5nZzz7aF9cBw/viewform?usp=header
Explicar la estrategia	<ul style="list-style-type: none">• Presentación de dispositivas en las que se explica la estrategia, sus beneficios, su implementación y los criterios de evaluación
Momento: Inicio de la primera clase	<ul style="list-style-type: none">https://gamma.app/docs/Trabajo-Colaborativo-para-el-aprendizaje-de-Sistemas-de-Ecuacione-toh2uvr3udp386q
Formar los equipos	<ul style="list-style-type: none">• Formación de 6 a 8 grupos heterogéneos con 3 o 4 miembros.
Momento:	

Primera clase	<ul style="list-style-type: none">Selección de los miembros, según los resultados de la prueba diagnóstica.Asignación de los nombres de cada grupo: Leibniz, Cramer, Gauss, Grossmann, Cauchy, Euler, Laplace y Jordan.Explicación de los roles durante la actividad colaborativa: líder, secretario, investigador/revisor y portavoz.
Asignar los roles a cada uno de los integrantes del equipo	
Momento: Inicio de cada sesión	

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 2. Desarrollo de las sesiones colaborativas. Esta fase, explicada en la Tabla 3, tuvo como objetivo la implementación de tres sesiones de clase con actividades diferenciadas. El proceso inició con una explicación introductoria, y seguida de la primera sesión práctica. Esta sesión inicial consistió en una actividad en la plataforma Kahoot, diseñada para repasar los contenidos teóricos necesarios en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

En la segunda sesión, se utilizó la técnica de lápices al centro, en la cual los estudiantes solucionaron dos problemas con niveles de dificultad progresiva. Para ello, se aplicaron operaciones elementales de fila a través del método de Gauss-Jordan hasta obtener la forma escalonada reducida; esta actividad se centró en evaluar la dimensión procedural. Por último, la tercera sesión buscó la resolución de un problema de contexto empleando el método de eliminación gaussiana y la regla de Cramer, con el fin de valorar tanto la dimensión procedural como la actitudinal de los estudiantes frente al trabajo colaborativo.

Tabla 3. Etapa de Desarrollo de las sesiones colaborativas

Objetivo	Actividades
Desarrollar las Sesiones de Trabajo colaborativo	<ul style="list-style-type: none">Presentación de las tres actividades a realizar en equipo para el análisis de problemas y ejercicios vinculados con sistema de ecuaciones lineales.
Momento:	Estas actividades son: Kahoot, la técnica de lápices al centro y un proyecto de aplicación.
Desarrollo de la primera clase	
Sesión 1. Kahoot	
Momento	Tareas
Inicio de la sesión 1 (5 minutos)	<ul style="list-style-type: none"><u>Creación del kahoot</u>: El profesor crea una prueba de 20 preguntas de verdadero/falso, selección simple sobre el contenido teórico de sistemas de ecuaciones lineales. https://kahoot.it/challenge/07230381?challenge-id=38e99d18-7b46-492a-93b1-53f87ac41a4d_1752720684203<u>Explicación de la actividad</u>: El profesor aclara el objetivo de la actividad e indica el tiempo para realizarla en equipo así como las reglas para su desarrollo.
Desarrollo de la sesión 1 (20 minutos)	<ul style="list-style-type: none"><u>Respuesta al test</u>: Cada equipo accederá a la plataforma de kahoot mediante un teléfono móvil para contestar el test. La configuración del test incluye un tiempo limitado de respuesta y una tabla de posicionamiento. Para responder, los miembros del grupo leerán las preguntas detalladamente y discutirán la respuesta de manera breve. Las preguntas se asignarán a cada integrante por turnos. El secretario será el encargado de seleccionar la alternativa de respuesta.<u>Supervisión del profesor</u>: El profesor orientará la actividad y verificará que trabajen en equipo. Además, corroborará que todos los miembros del equipo participen en la actividad.<u>Presentación de los resultados</u>: Una vez que los grupos envíen sus respuestas, el profesor muestra la tabla de clasificación según las puntuaciones grupales. Asimismo, exhibe los resultados grupales generados por la aplicación de kahoot: porcentaje de
Cierre de la sesión 1 (15 minutos)	

respuestas correctas, puntuación final, grupos que requieren ayuda, y preguntas más difíciles según el porcentaje de respuestas correctas/incorrectas.

- **Refuerzo de contenidos:** El profesor repasa y refuerza los contenidos necesarios para el desarrollo de los siguientes tópicos relacionados con el tema.

Sesión 2. Técnica de trabajo colaborativo: Lápices al centro

Momento	Tareas
Inicio de la sesión 2 (10 minutos)	<ul style="list-style-type: none">• Explicación de la técnica: El profesor explica la técnica: solo un miembro del equipo podrá escribir durante el desarrollo del ejercicio. El lápiz rotará entre los integrantes a medida que resuelvan el ejercicio. Asimismo, durante la discusión de la resolución, los miembros del equipo colocarán los lápices al centro.• Introducción al tema de Sistemas de Ecuaciones Lineales: El profesor realiza un repaso sobre los procedimientos claves para la solución de un sistema de ecuaciones. Asimismo, plantea algunos ejemplos de sistema de ecuaciones lineales en la vida real, tal como:<ul style="list-style-type: none">✓ Un examen de álgebra lineal con 100 preguntas tiene la siguiente valoración: las respuestas correctas suman un punto y las incorrectas restan medio punto. Se deben contestar todas las preguntas, por lo que no hay respuestas en blanco. Si la nota de Luis fue de 8.05 sobre 10. ¿Cuántas respuestas correctas e incorrectas tuvo Luis?
Desarrollo de la sesión 2 (60 minutos)	<ul style="list-style-type: none">• Entrega del primer ejercicio (5 minutos): Cada equipo recibe una hoja de trabajo con el primer ejercicio sobre operaciones elementales entre filas.• Resolución del primer ejercicio (15 minutos): Cada equipo comienza a resolver su ejercicio. El profesor se mueve entre los grupos para asegurar la participación de todos y el respeto a las reglas de la técnica. Orienta sin dar la respuesta, hace preguntas sobre el procedimiento que realizan y sobre el siguiente paso a seguir. Si observa errores en el procedimiento, los corrige mediante el repaso de la teoría.• Resultados del primer ejercicio y transición al segundo ejercicio (5 minutos): Una vez finalizado el tiempo asignado para la solución del primer ejercicio. El profesor detiene la actividad y pregunta sobre el avance del ejercicio, retira la hoja de trabajo y se dirige a tres equipos para indagar sobre las estrategias que utilizaron y su experiencia con la técnica.• Entrega del segundo ejercicio (5 minutos): Cada grupo recibe la hoja de trabajo con el segundo ejercicio relacionado con el método de Gauss-Jordan.• Resolución del segundo ejercicio (30 minutos): Se mantiene la técnica de Lápices al centro. Para la solución del ejercicio, los miembros del grupo discuten sobre la creación de la matriz ampliada, la selección de las operaciones elementales de fila y sus aplicaciones, y finalmente, la transformación a la forma escalonada reducida.• Orientación por parte del profesor: El profesor camina entre los grupos, aclara dudas sobre notaciones y aplicación de las operaciones, refuerza conceptos y realiza preguntas estratégicas relacionadas con el procedimiento.• Presentación de resultados (15 minutos): Al finalizar el segundo ejercicio o tiempo para su realización, cada grupo entrega la hoja de trabajo al profesor. El portavoz del grupo comparte los resultados explicando los conceptos más utilizados y un procedimiento específico en el desarrollo de los ejercicios.• Opinión entre grupos (10 minutos): El profesor pregunta a cada grupo sobre el procedimiento aplicado por los demás grupos en la solución de los ejercicios, formulando interrogantes como: Grupo Jordan, ¿consideran que el Grupo Cramer representó correctamente la matriz de coeficientes? Grupo Gauss, según su opinión ¿el orden en el que el equipo Laplace realizó las operaciones elementales entre filas fue el adecuado?• Refuerzo de contenidos (10 minutos): El profesor indica los errores comunes por equipo, aclara dudas y corrige los procedimientos realizados.
Cierre de la sesión 2 (35 minutos)	

Sesión 3: Proyecto con problemas de contexto

Momento	Tareas
Inicio de la sesión 3 (10 minutos)	<ul style="list-style-type: none">• <u>Explicación de la actividad:</u> El profesor plantea a cada grupo un problema contextualizado basado en la eliminación gaussiana, regla de cramer e inversa de una matriz. Asimismo, les indica la importancia de la discusión de posibles enfoques, la aplicación de los conceptos claves, la presentación paso a paso de la solución y, finalmente, la explicación de la solución del problema.• <u>Repaso del contenido a evaluar:</u> El profesor refuerza los contenidos relacionados con la actividad.
Desarrollo de la sesión 3 (80 minutos)	<ul style="list-style-type: none">• <u>Debate Inicial (10 minutos):</u> El líder lee el problema, lo desglosa para su comprensión; mientras el secretario escribe las ideas principales (datos, incógnitas) ayudado por los miembros del equipo.• <u>Estrategias para la solución (20 minutos):</u> Los estudiantes proponen vías de solución. El investigador analiza la factibilidad de las propuestas y verifica la correcta aplicación del enfoque seleccionado, apoyándose en el material teórico. Posteriormente, se asignan tareas a cada miembro del equipo, tales como: planteamiento de la matriz, realización de operaciones elementales de filas, cálculo de determinantes, configuración de matrices inversas y de matrices adjuntas, despeje de variables, interpretación de resultados y presentación de los mismos.• <u>Ejecución y verificación de los resultados (30 minutos):</u> Cada integrante del equipo realiza su tarea y colabora con la de otros miembros. El revisor verifica los cálculos y el secretario escribe el paso a paso de la solución, con ayuda de los otros miembros del equipo. Finalmente, es necesario detallar y justificar los procedimientos realizados.• <u>Elaboración de la presentación de los resultados (15 minutos):</u> Cada equipo presenta la solución del problema apoyándose en láminas creativas realizadas a mano o bien apoyándose en programas (Canvas, Power Point, Gamma).
Cierre de la sesión 3 (60 minutos)	<ul style="list-style-type: none">• <u>Presentación de resultados (5 minutos por grupo):</u> Cada grupo entrega el problema resuelto por escrito. El portavoz se encarga de exponer de manera dinámica, ordenada, y coherente los procedimientos utilizados, los resultados y su interpretación.• <u>Disertación grupal (10 minutos):</u> Se plantean preguntas a los presentadores sobre el análisis y procedimientos utilizados.• <u>Comparación de los resultados entre equipos (10 minutos):</u> El profesor distingue los distintos enfoques utilizados por los equipos para solucionar los problemas.

Fuente: Elaboración Propia

Etapa 3. Reflexiones Finales y Evaluación de la actividad. Esta fase, resumida en la Tabla 4, tuvo como doble propósito la descripción de la experiencia estudiantil con la estrategia y la valoración del desempeño de los grupos en la realización de las actividades colaborativas.

Tabla 4. Etapa de Reflexiones Finales y Evaluación de la actividad

Objetivo	Actividades
Evaluar la experiencia estudiantil con el trabajo colaborativo.	<ul style="list-style-type: none">• <u>Cuestionario Individual:</u> Los estudiantes responden un test con 25 preguntas tipo escala Likert. Estas preguntas se relacionan con: responsabilidad individual, interdependencia positiva, participación en la actividad, interacción con los miembros del equipo, y contribución a la solución de los problemas.• <u>Discusión en equipo:</u> Cada equipo se reúne para discutir y reflexionar sobre su actuación en el desarrollo de las actividades. El secretario escribe todas las observaciones para mejorar el desempeño grupal.
Evaluar el trabajo colaborativo.	<ul style="list-style-type: none">• <u>Desempeño final del grupo:</u> Se consideran los resultados de Kahoot, los ejercicios de la segunda sesión y la solución del problema de la tercera sesión.

Basado en los siguientes criterios: precisión, claridad y coherencia en los resultados presentados.

- **Proceso de participación y colaboración:** Se consideran los resultados del cuestionario individual, las observaciones del profesor y los resultados de la rúbrica de trabajo colaborativo. Los criterios de evaluación son: comunicación, participación, contribución y manejo de conflictos.
 - **Refuerzo del contenido:** Cada estudiante entrega un ejercicio asignado similar al ejercicio de la segunda sesión. Asimismo, cada grupo entrega un portafolio que incluya los pasos desarrollados y resultados obtenidos en el problema de la tercera sesión, y una corta reflexión sobre el proceso realizado.
-

Fuente: Elaboración propia

5. Diseño de los recursos didácticos y de los instrumentos de evaluación

La lista de verificación confirmó la existencia y el uso de recursos audiovisuales y tecnológicos para reforzar el aprendizaje de los sistemas de ecuaciones lineales. Luego de realizar la validación, los expertos avalaron la suficiencia, coherencia y claridad de los mismos, aunque sugirieron únicamente ajustes menores en la redacción y secuencia de los contenidos digitales. En respuesta a estas observaciones, se realizaron correcciones específicas en la temporalidad de las actividades evaluativas y en el nivel de dificultad de los ejercicios de la tercera sesión. Independientemente de estos cambios, la adecuación pedagógica se mantuvo consistente, tanto en los recursos como en los instrumentos de evaluación diseñados para las actividades colaborativas.

6. Validación de contenido de la secuencia didáctica y sus actividades colaborativas

Los hallazgos obtenidos en la fase de validación evidenciaron un alto nivel de concordancia entre los expertos respecto a la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de la secuencia didáctica. El análisis cualitativo permitió optimizar la precisión de los objetivos, las estrategias y los instrumentos de evaluación; simultáneamente, el análisis cuantitativo confirmó la validez de contenido mediante coeficientes V de Aiken superiores a 0,8.

Los resultados del cálculo del coeficiente de V de Aiken y del intervalo de confianza inferior, descritos en la Tabla 5, permitieron identificar diez reactivos (6, 8, 11, 12, 16, 18, 21, 23, 27 y 34) que al principio no cumplieron con el criterio de permanencia. No obstante, una vez consideradas las sugerencias de los jueces se mejoró la claridad y coherencia de cuatro de ellos, mientras que los ítems 8, 11, 18, 21 y 27 fueron eliminados por carecer de relevancia directa para este estudio. Estas adecuaciones permitieron un instrumento de final de 30 ítems.

Tabla 5. Validación de contenido mediante el coeficiente de V de Aiken e Intervalo de Confianza Inferior

Dimensiones	ITEM	Suficiencia		Claridad		Coherencia		Relevancia	
		V de Aiken	ICI	V de Aiken	ICI	V de Aiken	ICI	V de Aiken	ICI
Tareas Colaborativas	1	0,87	0,70	0,93	0,79	0,83	0,66	0,87	0,70
	2	0,83	0,66	0,90	0,74	0,83	0,66	0,83	0,66
	3	0,97	0,83	0,97	0,83	0,90	0,74	0,97	0,83
	4	0,77	0,59	0,77	0,59	0,90	0,74	0,83	0,66

5	0,93	0,79	0,97	0,83	0,97	0,83	0,93	0,79	
6	0,63	0,46	0,67	0,49	0,60	0,42	0,77	0,59	
7	1,00	0,89	1,00	0,89	1,00	0,89	1,00	0,89	
8	0,57	0,39	0,60	0,42	0,60	0,42	0,67	0,49	
9	0,93	0,79	0,97	0,83	0,97	0,83	0,97	0,83	
10	0,93	0,79	0,93	0,79	0,97	0,83	0,97	0,83	
11	0,60	0,42	0,63	0,46	0,67	0,49	0,67	0,49	
12	0,60	0,42	0,67	0,49	0,63	0,46	0,73	0,56	
13	0,93	0,79	0,93	0,79	0,97	0,83	0,93	0,79	
14	0,87	0,70	0,87	0,70	0,90	0,74	0,87	0,70	
15	0,87	0,70	0,87	0,70	0,90	0,74	0,87	0,70	
16	0,67	0,49	0,67	0,49	0,73	0,56	0,73	0,56	
17	1,00	0,89	1,00	0,89	1,00	0,89	1,00	0,89	
18	0,57	0,39	0,70	0,52	0,60	0,42	0,67	0,49	
19	0,90	0,74	0,93	0,79	0,93	0,79	0,90	0,74	
20	0,90	0,74	0,93	0,79	0,93	0,79	0,93	0,79	
21	0,60	0,42	0,70	0,52	0,67	0,49	0,67	0,49	
22	0,87	0,70	0,90	0,74	0,90	0,74	0,87	0,70	
23	0,60	0,42	0,73	0,56	0,57	0,39	0,70	0,52	
24	0,83	0,66	0,90	0,74	0,83	0,66	0,93	0,79	
25	0,90	0,74	0,90	0,74	0,97	0,83	0,93	0,79	
Recursos de Apoyo	26	0,90	0,74	0,90	0,74	0,93	0,79	0,93	0,79
	27	0,57	0,39	0,63	0,46	0,60	0,42	0,70	0,52
	28	0,90	0,74	0,90	0,74	0,93	0,79	0,90	0,74
	29	0,90	0,74	0,90	0,74	0,93	0,79	0,90	0,74
	30	0,90	0,74	0,93	0,79	0,90	0,74	0,93	0,79
Proceso evaluativo	31	0,87	0,70	0,87	0,70	0,90	0,74	0,90	0,74
	32	0,87	0,70	0,87	0,70	0,90	0,74	0,90	0,74
	33	0,90	0,74	0,90	0,74	0,93	0,79	0,90	0,74
	34	0,67	0,49	0,73	0,56	0,63	0,46	0,77	0,59
	35	0,93	0,79	0,97	0,83	0,97	0,83	0,97	0,83

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los coeficientes de V de Aiken obtenidos para el diseño de las actividades y sus dimensiones se sintetizan en la Tabla 6. Los resultados demuestran un acuerdo entre los expertos, quienes validaron el contenido de la propuesta. En consecuencia, se determinó que las tareas colaborativas, los recursos de apoyo y el proceso de evaluación presentaron una estructura con niveles óptimos de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia.

Tabla 6. Coeficientes de *V* de Aiken para el Diseño de las actividades y sus dimensiones

Dimensiones	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	
Tareas colaborativas	0,81	0,84	0,83	0,85	
Recursos de apoyo	0,83	0,85	0,86	0,87	<i>V</i> de
Proceso evaluativo	0,85	0,87	0,87	0,89	Aiken
Diseño	0,82	0,85	0,84	0,86	0,84

Fuente: Elaboración Propia

Discusión

Los resultados demuestran que las principales dificultades en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales abarcan desde el escaso dominio de conocimientos previos hasta obstáculos en la conversión de registros semióticos. Estas barreras, adjudicadas en parte a metodologías tradicionales, coinciden con los hallazgos de Durán (2024) y Merchán et al. (2022). Dichos autores confirmaron que las limitaciones incluyen desde aspectos procedimentales hasta factores emocionales; en este sentido, se destaca el desafío de la innovación docente ante la exigencia de cumplir con los programas académicos en tiempos limitados.

Para abordar estos inconvenientes, se diseñó una secuencia estructurada en tres sesiones fundamentadas en el trabajo colaborativo. La propuesta integró elementos claves como la interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad individual y grupal, las habilidades interpersonales y la autoevaluación grupal, factores que facilitan la optimización del rendimiento en Álgebra Lineal. Al respecto, Delgado et al. (2025) y Herrera y López (2025) sostienen que el trabajo en grupo potencia la comprensión conceptual y permite a los estudiantes pueden plantear soluciones a problemas de contextos desde múltiples perspectivas.

Respecto a los materiales didácticos, el diseño de las actividades colaborativas incorporó recursos digitales, audiovisuales y escritos, alineados con los objetivos de aprendizajes planteados. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Colorado y Mendoza (2021) sobre la importancia de utilizar diversos formatos que se ajusten a los diferentes estilos de aprendizaje. Según estos autores, el uso de recursos pertinentes facilita la conversión entre registros semióticos, disminuye los errores en procedimientos algebraicos y fomenta el aprendizaje significativo al reforzar la vinculación conceptual. En líneas generales, el propósito de esta variedad de recursos es promover la participación activa del estudiante y asegurar el acceso a los contenidos para la comprensión de los constructos.

Por otra parte, se determinó que el diseño de los instrumentos de evaluación debe cumplir con los objetivos de aprendizaje. Estos deben aplicarse en diferentes formatos y momentos oportunos, en el que se asegure una alineación estricta con los contenidos y las tareas propuestas. De este modo, los criterios de evaluación no solo deben ser justos en cuanto a ponderación y tiempo, sino también ser capaces de reflejar el verdadero aprendizaje de los estudiantes. Estos hallazgos convergen con Barragán et al. (2023), quienes demostraron una relación directa entre las estrategias, los

contenidos y los criterios de evaluación al aplicar la técnica del trabajo colaborativo. Según estos autores, el profesor es responsable de establecer esta relación en conjunto con los estudiantes, quienes asumen un rol activo mediante la autoevaluación y la coevaluación bajo los criterios establecidos.

Finalmente, la fase de validación del diseño constituyó uno de los pilares más relevante en esta investigación. Según el juicio de expertos, el diseño fue validado satisfactoriamente bajo los criterios de suficiencia, coherencia, claridad y relevancia. No obstante, “se debe recordar que aunque una prueba obtenga una muy buena evaluación de los jueces y un alto índice de concordancia, debe estar en continua revisión y mejoramiento” (Escobar y Cuervo, 2008, p.33). Este enfoque es respaldado por investigaciones como las de García et al. (2024), quienes indicaron que el proceso de validación permite mejorar la precisión gramatical, ajustar el diseño a cambios curriculares e incorporar nuevas estrategias metodológicas y recursos.

Conclusiones

Esta investigación propone la inclusión de metodologías activas en las aulas universitarias como una oportunidad para generar ambientes de aprendizajes propicios, donde el estudiante asume el protagonismo de su formación. El diseño de actividades basadas en el trabajo colaborativo aporta significativamente a estas experiencias, ya que cada fase del proceso proporciona información esencial para su construcción. El diagnóstico inicial evidencia la necesidad de identificar tanto las principales dificultades de los estudiantes al abordar los sistemas de ecuaciones lineales como las estrategias docentes recurrentes. Es indudable que las metodologías seleccionadas para la mediación de los contenidos influyen directamente en la comprensión; los resultados lo confirman, al señalar que los mayores obstáculos se deben a la desconexión entre teoría y práctica, a errores procedimentales, y al inconveniente para transitar entre registros semióticos. Asimismo, se constata que predomina el uso de estrategias convencionales sobre técnicas más activas y dinámicas.

En consecuencia, la selección del trabajo colaborativo como fundamento pedagógico se consolida como una estrategia idónea para el diseño de actividades, ya que los estudiantes se interrelacionan, organizan y discuten ideas para la resolución de problemas bajo una interdependencia positiva que facilita el desarrollo de habilidades sociales. La fase de desarrollo contempla tres sesiones didácticas que utilizan técnicas colaborativas distintas; esto asegura la integración tecnológica, estimula la creatividad y fomenta la responsabilidad individual y grupal. Asimismo, la adecuación de materiales, tiempos e instrumentos de evaluación facilita una planificación coherente que mejora el proceso de comprensión. En definitiva, el diseño propuesto cuenta con elementos para potenciar el rendimiento académico y asegurar el logro de aprendizajes significativos en el tema de sistemas de ecuaciones lineales.

Para determinar la validez de contenido de forma rigurosa, se considera necesario la integración de los análisis cualitativo y cuantitativo. Esta combinación permite evaluar y fortalecer la estructura del diseño con base en criterios de suficiencia, relevancia, claridad y coherencia. En este sentido,

los resultados de ambos análisis establecen los lineamientos para mantener, ajustar o eliminar ítems, lo que garantiza el cumplimiento de los objetivos de la propuesta. Del mismo modo, la retroalimentación de los expertos permite refinar las actividades colaborativas, lo cual asegura la pertinencia de las secuencias didácticas.

Por último, se recomienda una segunda ronda de evaluación por parte de los expertos para los reactivos que requieren ajustes tras no cumplir con el criterio de mantenimiento; lo que confirma una validez de contenido robusta. Al mismo tiempo, se sugiere la aplicación de una prueba piloto a estudiantes de Álgebra Lineal en Ingeniería para determinar la confiabilidad interna mediante otras pruebas estadísticas, lo cual permite dar continuidad a esta investigación y fortalece su rigor científico. De esta manera, la estructura de este diseño se concibe como una herramienta metodológica para ser aplicada por otros docentes de la asignatura y en diversos contenidos matemáticos.

Referencias bibliográficas

- Abalo, I. y Jaramillo, F. (2024). Efecto del aprendizaje cooperativo en el rendimiento académico de estudiantes de educación básica en la resolución de ecuaciones lineales. *Ciencia Latina*, 8(5), 744-759. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13422
- Aliaga, R., Ávila, R., Acevedo, V. y Céspedes, M. (2022). Trabajo Colaborativo: Un reto en la formación docente. *Educación*, 28 (1), 1-12. <http://doi.org/10.33539/educacion.2022.v28n1.2533>
- Alvarado, M., Pachau, W. y Romero, L. (2026). Trabajo en equipo en el ejercicio docente: una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6 (1), 1-10. <https://zenodo.org/records/15307387>
- Barragán, G., Zaruma, J., Vergara, A. y Casquete, K. (2023). Influencia de las estrategias y recursos didácticos en el proceso de enseñanza - aprendizaje en educación básica. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*, 8(4), 152-169. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10002195>
- Bedoya, F. (2023). El rompecabezas: estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje del cálculo en estudiantes de ingeniería. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (53), 162-180. <https://doi.org/10.17227/ted.num53-14357>
- Calle, Y., García, D., Mena, S. y Erazo, J. (2020). Aprendizaje basado en problemas y trabajo colaborativo para la enseñanza de Matemática. *EPISTEME KOINONIA*, 3(1), 436-458. <http://dx.doi.org/10.35381/e.k.v3i1.1019>
- Cárcamo, A., Fuentealba, C. y Tauler F. (2021). Concepciones sobre sistemas de ecuaciones lineales de 3×2 con solución vacía: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Formación Universitaria*, 14(1), 217-224. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100217>

-
- Cárdenes, E., Mendoza, D. y Vinces, L. (2025). La didáctica de las matemáticas desde la perspectiva del aprendizaje cooperativo. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual*, 5(1), 396-406. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i1.427>
- Castro M., Sánchez C., Toscano O. y Pamela, T. (2023). Aplicación del álgebra lineal en la ingeniería. *Dominio de las Ciencias*, 9(2), 1639–1656. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3364>
- Cedeño, J. y Cedeño, G. (2020). El aprendizaje cooperativo en el área de matemáticas. *Revista Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/09/aprendizaje-matematicas.html>
- Chango, B., Pandi, D., Caguana, M., Altamirano, S. y Guingla, G. (2025). El aprendizaje cooperativo como estrategia para mejorar el rendimiento académico en matemática. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6 (3), 2535 – 2549. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4137>
- Colorado, M., y Mendoza, F. (2021). El material didáctico de apoyo en adaptaciones curriculares de matemáticas para personas con discapacidad intelectual. *Revista Conrado*, 17(80), 312-320. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1849/1815>
- Contreras, F., Pailamilla, Ll. y Piñeiro, J. (2024). Estrategias docentes para enseñar matemáticas: Trabajo colaborativo entre profesionales del área de matemáticas y educación diferencial. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE*, 23(51), 68-91. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i51.2215>
- Delgado, J., Medina, N., Pasaca, J., Sagñay, M., Chuya, N. y Arciniega, S. (2025). Impacto del trabajo colaborativo como estrategia para potenciar el aprendizaje de matrices en estudiantes de bachillerato. *Ciencia y Reflexión*, 4(3), 436-459. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i3.466>
- Durán, L. (2024). Dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje del álgebra. *Gaceta de Pedagogía*, (49), 33-48. <https://revistas.upel.edu.ve/index.php/gaceta/article/view/2615/2815>
- Escobar, J. y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización, *Avances en Medición*, 6(1), 27-36. http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf
- Fanaro, M., Artigue, V., Gak, J. y Núñez, G. (2024). Actitudes de estudiantes universitarios hacia el trabajo colaborativo en la propuesta del juego “Lights out!” en un curso de Álgebra lineal.

UNION,

20(71),

1-22.

<https://www.revistaunion.org.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1612/1232>

Gálvez, G. y Block, D. (2024). La teoría de las situaciones didácticas, legado fundamental de Guy Brousseau a la educación matemática. *Educación Matemática*, 36(1), 258-263. <https://doi.org/10.24844/EM3601.14>

García, A., Corona, K., Hernández, M., Hernández, R. y Villalpa, H. (2024). Diseño y validación de contenido por juicio de expertos de un instrumento para evaluar la efectividad del proceso educativo relacionado al emprendimiento en estudiantes de educación superior. *Revista Espacios*, 45(4), 179-189. 10.48082/espacios-a24v45n04p14

Herrera, C. y López, O. (2025). Retos y desafíos en el aprendizaje del álgebra polinomial y lineal en la carrera de Matemáticas. *Revista Multi-Ensayos*, 11(21), 42-64. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v11i21.20081>

Jiménez, S., Peñafiel, D., Pérez, M., Tamayo, D., Angulo, O. y Crespo, M. (2024). Innovación en la enseñanza de matemáticas en la educación superior estrategias didácticas efectivas. *Ciencia Latina*, 8(6), 18-35. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14480

Junco, L., García, K., Ordoñez, R. y Reigosa, A. (2024). Aplicación de la teoría sociocultural de Vygotsky y el rendimiento académico de los estudiantes de segundo bachillerato. *Magazine de las Ciencias*, 9(4), 86-113. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i4.3242>

Jungal, F., Burgos, K. y Vázquez, A. (2025). Trabajo colaborativo como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades blandas a través de la resolución de problemas matemáticos en Educación Básica. *Sinergia Académica*, 8(1), 77-94. <https://doi.org/10.51736/g1f19q85>

León, K., Santos, A. y Alonzo, L. (2023). El trabajo colaborativo en la educación. *Horizontes*, 7(29), 1423-1437. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.602>

Longarela, Á. y Rodríguez, R. (2023). Aprendizaje colaborativo, learning by-doing y evaluación entre pares en educación superior. *EDUCA International Journal*, 2(3), 275-298. <https://doi.org/10.55040/educa.v3i2.66>

Merchán, M., Jiménez, Y. y Flores, Á. (2022). Estrategias de aprendizaje para la enseñanza del álgebra lineal. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 13(2), 126-149. <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v13i2.4258>

Paiva, C., Saavedra, M., Saavedra, C., y Sedamano, M. (2025). Del trabajo colaborativo a la motivación: Un enfoque para el éxito académico. *ASCE*, 4(3), 72–101. <https://doi.org/10.70577/ASCE/72.101/2025>

-
- Rodríguez, M., Mena, A., Gregori, P., Vásquez, P., Del Valle, M. y Parraguez, M. (2022). Comprensión del conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales de dos incógnitas: un estudio de casos. *Educación Matemática*, 34(3), 163-193. <https://doi.org/10.24844/EM3403.06>
- Ronquillo, G., De Mora, E., Bohórquez, A. y Padilla, J. (2023, 16-18 de agosto). *Modelo constructivista y su aplicación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes*. [Presentación de conferencia]. III Congreso Internacional en Sinergia Educativa 2023, Babahoyo, Ecuador. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10420471>
- Rugel, J., Esteves, Z. y Tamariz, H. (2023). Influencia del clima institucional en el desempeño docente centrado en el perfil. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, VIII(16), 4-19. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2512>
- Ruiz, Y. y Caicedo, S. (2022). e-Evaluación del trabajo colaborativo en estudiantes universitarios. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 17(1), 364–377. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n1.8473>
- Zamora, A., Bernal, A., García, E., Herrera, L., Camacho, V. y Simancas, F. (2024). Estrategias para fomentar la colaboración en el aula de matemáticas. *Ciencia Latina*, 8(4), 616-639. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12310

Conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.