Revista Multidisciplinaria Perspectiva Científica

Vol. 3 Núm. 2 (2026)

ISSN: 3136-277X

EDITORIAL MULTIDISCIPLINARIA INTEGRACIÓN SRL.

RMPC-Vol.3. N2. 005

El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de las matemáticas universitarias: propuesta didáctica para estudiantes de ingeniería

Collaborative learning in higher education mathematics teaching: a didactic proposal for engineering students

Autores:

Julio Andia Cordero
Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Evangélica Boliviana
Santa Cruz - Bolivia
andiacj@ueb.edu.bo
https://orcid.org/0009-0006-8292-3395

Douglas Sánchez Pardo
Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Evangélica Boliviana
Santa cruz - Bolivia
sanchezpdo@ueb.edu.bo
https://orcid.org/0009-0009-9444-545X

María Belén Zelaya Durán
CEO & Founder en Mentoring Brave, Universidad Evangélica Boliviana
Santa Cruz - Bolivia
mentoringmbzd@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-9950-5554

Israel Paniagua Arandia
Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Autónoma "Gabriel Rene Moreno"
Santa Cruz - Bolivia
Ispabus1@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-1536-4265

Paola Mercedes Parra Rojas
Carrera de Ciencias Ambientales Universidad Autónoma "Gabriel Rene Moreno"
Santa Cruz - Bolivia
paolamercedesparrarojas@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7219-0040

Autor de correspondencia: *Julio Andia Cordero*, andiacj@gmail.com

Recepción: 20-octubre-2026 **Aceptación:** 27-octubre-2026 **Publicación:** 14-noviembre-2026

Cómo citar este artículo:

Andia Cordero, J., Sánchez Pardo, D., Zelaya Durán, M. B., Paniagua Arandia, I., & Parra Rojas, P. M. (n.d.). El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de las matemáticas universitarias: propuesta didáctica para estudiantes de ingeniería. *Revista Multidisciplinaria Perspectiva Científica*.
https://doi.org/10.68503/n75hvq94

RESUMEN

Introducción: La transición hacia la educación superior universitaria evidencia serias deficiencias metodológicas y conceptuales en matemáticas, agravadas por la prevalencia de modelos tradicionales expositivos. **Objetivo:** Propuesta didáctica fundamentada en el aprendizaje colaborativo para fortalecer el aprendizaje significativo, las competencias matemáticas y el rendimiento académico en estudiantes de primero a quinto semestre de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Evangélica Boliviana. **Método:** Se empleó un enfoque mixto, de diseño no experimental, corte transversal y alcance descriptivo-propositivo. La muestra cuantitativa comprendió 171 estudiantes (extraída de N = 306), mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple, complementada con una muestra intencional de 13 docentes para la fase cualitativa. Se aplicaron cuestionarios en escala Likert, guías de entrevista semiestructurada y protocolos para grupos focales. **Resultados:** El 92.4% de los estudiantes aceptó positivamente la metodología colaborativa. Asimismo, el 83% de estudiantes y el 100% de docentes percibieron un incremento sustancial en la comprensión de conceptos abstractos. El 84.1% destacó mejoras en el trabajo en equipo y el 78.7% en resolución de problemas. No obstante, se identificó un 100% de dependencia de exámenes escritos tradicionales y un moderado uso de TIC (53.8 %). **Conclusiones:** El aprendizaje colaborativo supera la enseñanza transmisiva al mitigar la ansiedad, potenciar la motivación y consolidar competencias clave del siglo XXI. Sin embargo, su consolidación institucional requiere capacitar al profesorado, diversificar los instrumentos de evaluación formativa e integrar de forma fluida herramientas tecnológicas interactivas como simuladores virtuales.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo, rendimiento académico, matemáticas universitarias, aprendizaje significativo, educación superior.

ABSTRACT

Introduction: The transition to higher university education reveals severe methodological and conceptual deficiencies in mathematics, aggravated by the prevalence of traditional lecture-based models. **Objective:** A didactic proposal grounded in collaborative learning to strengthen meaningful learning, mathematical competencies, and academic performance in first- to fifth-semester students at the Faculty of Science and Technology of the Universidad Evangélica Boliviana. **Method:** A mixed-methods approach with a non-experimental, cross-sectional, and descriptive-propositive design was employed. The quantitative sample comprised 171 students (drawn from N = 306) via simple random probabilistic sampling, complemented by a purposive sample of 13 faculty members for the qualitative phase. Likert-scale questionnaires, semi-structured interview guides, and focus group protocols were administered. **Results:** 92.4% of the students positively accepted the collaborative methodology. Likewise, 83% of students and 100% of faculty members perceived a substantial increase in the understanding of abstract concepts. 84.1% highlighted improvements in teamwork and 78.7% in problem-solving. However, a 100% reliance on traditional written exams and a moderate use of ICT (53.8%) were identified. **Conclusions:** Collaborative learning surpasses transmissive teaching by mitigating anxiety, boosting motivation, and consolidating key 21st-century competencies. Nevertheless, its institutional consolidation requires faculty training, diversification of formative assessment instruments, and seamless integration of interactive technological tools such as virtual simulators.

Keywords: collaborative learning, academic performance, university mathematics, meaningful learning, higher education.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior contemporánea exige una vinculación estrecha entre la formación académica universitaria y las cambiantes demandas socioeconómicas y tecnológicas del mercado laboral (Brunner, 2000). En las carreras del área de ingeniería y tecnología, la formación matemática constituye el pilar lógico sobre el cual se erige la capacidad analítica para la resolución de problemas cuantitativos y el modelado de fenómenos complejos. No obstante, la transición entre la educación secundaria y la formación universitaria revela severas deficiencias conceptuales y metodológicas en los estudiantes de los primeros semestres. Esta problemática se agrava por la hegemonía de un modelo pedagógico tradicional en el cual el aprendizaje se reduce a la memorización y reproducción fidedigna de procedimientos narrados por el docente, concibiendo la realidad matemática como una estructura estática y desprovista de dinámica contextual (Covarrubias Papahiu, 2016). La persistencia de esquemas expositivos unidireccionales en las aulas universitarias genera paradojas formativas sustanciales. En el ámbito académico de la ingeniería, se ha documentado que cerca del 78% de las clases de matemáticas mantienen estructuras magistrales centralizadas en el profesor, restringiendo de forma drástica la interacción activa y la construcción colectiva del conocimiento (Calle Bermeo et al., 2020). Esta rigidez metodológica desencadena altas tasas de reprobación, desmotivación y una desconexión crítica entre el discurso pedagógico basado en competencias y la práctica real en el aula (Leocadio et al., 2024). Ante este escenario, la enseñanza convencional resulta insuficiente para desarrollar competencias cognitivas superiores, pensamiento crítico y habilidades socioemocionales necesarias en el desempeño profesional de las ciencias exactas.

Como respuesta a esta limitación, el aprendizaje colaborativo ha emergido a nivel internacional como una estrategia didáctica innovadora y eficaz. Investigaciones realizadas en el ámbito universitario demuestran que la implementación de dinámicas colaborativas promueve la comprensión de conceptos abstractos y fortalece las competencias interpersonales entre los estudiantes (Salazar & Méndez, 2021). Asimismo, la articulación entre teoría y práctica mediante la interacción estructurada en equipos heterogéneos

incrementa la capacidad de resolución de problemas y disminuye la ansiedad asociada al estudio de las matemáticas (Pérez González et al., 2020). Frente a las metodologías mecanicistas que coartan el razonamiento divergente, el trabajo colaborativo entre pares fomenta el descubrimiento guiado y la toma de decisiones fundamentadas (García Renuma & Lizarazo Hurtado, 2021). A la par de la innovación didáctica, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), representa un catalizador determinante para la transformación del núcleo pedagógico. La incorporación de plataformas interactivas, simuladores visuales y herramientas digitales de cálculo mejora de manera sustancial la motivación, la participación y el rendimiento de los estudiantes en asignaturas cuantitativas (Coy García, 2024). Estos recursos tecnológicos, al ser articulados con metodologías colaborativas, potencian los factores actitudinales positivos hacia la disciplina, los cuales guardan una correlación directa y significativa con la capacidad de resolución de problemas matemáticos complejos (Mamani, 2024). Desde el plano epistemológico, el aprendizaje colaborativo encuentra su sustento en la corriente socio constructivista, la cual define el conocimiento como un proceso de negociación social y construcción compartida de significados (Roselli, 2016). Esta perspectiva abreva de la teoría sociocultural de Vygotsky, postulando que el desarrollo cognitivo se produce mediante la interacción social en la zona de desarrollo próximo (Urrea-Polo, 2022), y de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, al vincular de forma sustantiva las nuevas estructuras matemáticas con las experiencias previas del alumno (Pinzón Arteaga, 2024). Del mismo modo, se alinea con el constructivismo piagetiano, que promueve la exploración autónoma de conceptos (Ortiz Granja, 2015), y con los principios del aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson (1999), sustentados en la interdependencia positiva y la responsabilidad individual como motores de la excelencia académica compartida.

En el contexto boliviano, el desarrollo de investigaciones orientadas a evaluar e implementar el aprendizaje colaborativo en la didáctica universitaria de la matemática continúa siendo incipiente. Aunque existe una amplia aceptación teórica por parte del cuerpo docente respecto a las ventajas de las metodologías activas, su aplicación práctica

sigue obstaculizada por la prevalencia de esquemas tradicionales de enseñanza y la escasa formación en estrategias colaborativas (López & Aguirre, 2020). Se evidencia que continuamente en la formación universitaria los estudiantes de los primeros semestres enfrentan reiteradas dificultades de aprendizaje en materias troncales como Álgebra I, Cálculo I y II, Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales, situación que afecta negativamente su rendimiento académico y su permanencia estudiantil. Ante esta problemática institucional y pedagógica, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta didáctica fundamentada en el aprendizaje colaborativo para fortalecer el aprendizaje significativo y el rendimiento académico en asignaturas del área de Matemáticas en estudiantes de primero a quinto semestre de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Evangélica Boliviana.

2. METODOLOGÍA

Este documento de investigación se aplicó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), con un diseño no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo-propositivo, orientada a evaluar y diagnosticar el uso del aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica en la enseñanza de las matemáticas universitarias. La población estuvo constituida por 306 estudiantes inscritos entre el primer y quinto semestre en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Evangélica Boliviana (Santa Cruz de la Sierra, Bolivia) en las asignaturas de Álgebra I, Álgebra Lineal y Matricial, Cálculo I, Cálculo II, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística. Mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple (con un nivel de confianza del 95%, un error muestral permisible del 5% y una variabilidad máxima del p=q= 0.5), se calculó un tamaño muestral de 171 estudiantes. Adicionalmente, para el componente docente y cualitativo, se seleccionó una muestra intencional de 13 docentes de la especialidad, así como subgrupos de participantes para la conducción de entrevistas semiestructuradas y grupos focales heterogéneos.

La recolección de información se estructuró a través de instrumentos cuantitativos y cualitativos complementarios. Se diseñó una encuesta estructurada tipo cuestionario que combinó ítems de selección múltiple y escalas Likert de cinco puntos (desde 1 = Nunca/Muy

bajo hasta 5 = Siempre/Muy alto) para medir la frecuencia de uso de estrategias didácticas, los recursos aplicados, los métodos de evaluación y el nivel de aceptación del aprendizaje colaborativo; este instrumento fue sometido a validación de contenido y a una prueba piloto previa en 10 estudiantes para garantizar su comprensibilidad e consistencia. Para la fase cualitativa, se elaboraron guías de entrevista semiestructurada (5 docentes y 10 estudiantes) y protocolos de dinamización para grupos focales (un grupo de 10 estudiantes y uno de 6 docentes), enfocados en explorar a profundidad las barreras pedagógicas, la gestión del tiempo y la interacción socioafectiva en el aula. Asimismo, la propuesta de intervención didáctica incorporó el uso de herramientas tecnológicas y simulaciones interactivas PhET (University of Colorado Boulder) como recurso didáctico para la resolución guiada de problemas. El procedimiento de recolección de datos se ejecutó en las aulas universitarias mediante formatos impresos y digitales previo consentimiento informado de los participantes, garantizando el anonimato, la confidencialidad y el manejo ético de la información conforme a los estándares de la institución. Los datos cuantitativos obtenidos fueron tabulados y procesados con estadística descriptiva (frecuencias absolutas, porcentajes, medias aritméticas y desviaciones estándar) mediante los programas de hoja Excel. Por su parte, la información cualitativa procedente de las grabaciones y transcripciones de entrevistas y grupos focales se sometió a un análisis temático categorial (identificando códigos recurrentes sobre clima de aula, motivación e interdependencia positiva). Finalmente, se realizó una triangulación metodológica entre los hallazgos cuantitativos, los testimonios cualitativos y la revisión teórica socio constructivista, fundamentando la validez y pertinencia de la propuesta didáctica diseñada.

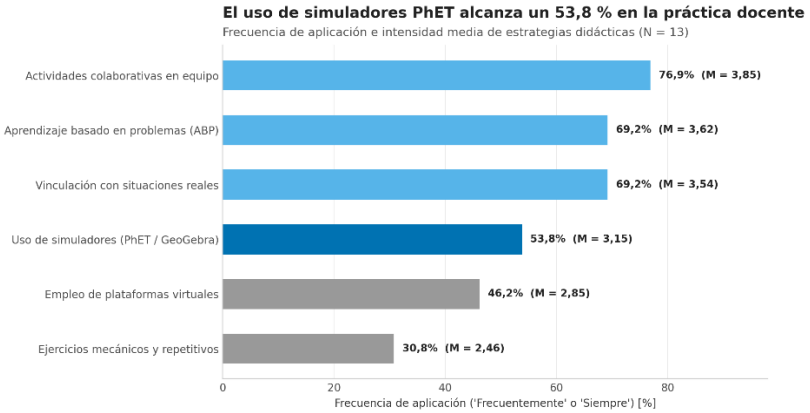
3. RESULTADOS

A partir del análisis profundo de los datos recolectados en esta investigación se presentan las evidencias más relevantes que permitieron cumplir con una evidencia académica, donde la aplicación de las simulaciones virtuales PhET constituyen el catalizador tecnológico indispensable para que el aprendizaje colaborativo y permita a los estudiantes de ingeniería

manipular variables, experimentar visualmente conceptos abstractos de Álgebra, Cálculo y Ecuaciones Diferenciales, y construir conocimiento significativo en equipo.

Figura 1.

Resultados estadísticos del Diagnóstico de Uso de Recursos Tecnológicos (PhET/Software) y Estrategias Didácticas Docentes



Nota. Evaluación realizada al cuerpo docente de matemáticas de la FCyT-UEB en escala Likert de 1 a 5 base de datos de tesis de maestría por (Andia Cordero, 2025).

Estos resultados de la figura 1, representan la estadística del diagnóstico sobre la práctica docente evidenció una marcada predisposición favorable hacia las metodologías activas, destacándose el trabajo colaborativo en equipo con una media y su desviación estándar de 3.85±0.60 y una frecuencia de aplicación del 76.9%, seguido del aprendizaje basado en problemas con un 69.2% de media 3.62. No obstante, la integración de herramientas tecnológicas e interactivas presentó una intensidad moderada: el uso de software especializado y simuladores dinámicos como PhET alcanzó únicamente un 53.8% de adopción frecuente comuna media de 3.15±0.90, mientras que las plataformas virtuales registraron un 46.2%. Por su parte, la ejercitación mecánica tradicional figuró como la estrategia de menor preferencia de 2.46 de un 30.8%. Estos resultados cuantitativos confirmaron la existencia de una brecha metodológica estructural en la facultad, si bien el estamento docente reconoció el valor pedagógico de la colaboración y la contextualización real, la incorporación de recursos informáticos interactivos continuó siendo subutilizada.

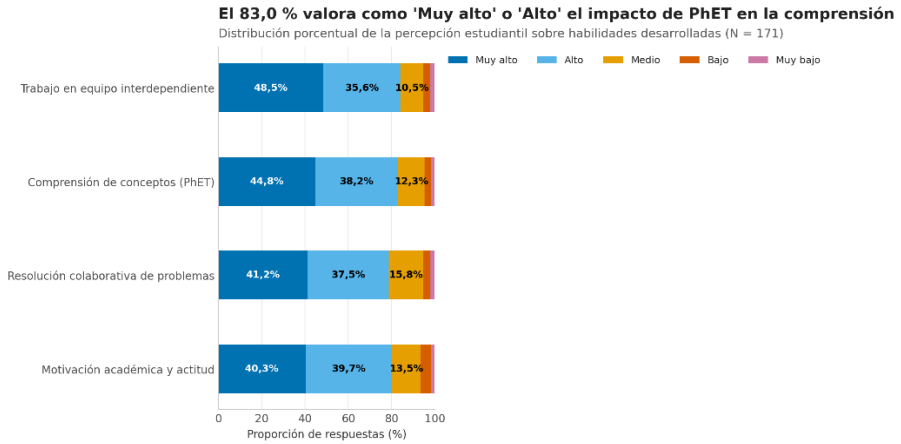
Vol. 3 Núm. 2 (2026)

ISSN: 3136-277X

Esta limitación justificó la necesidad de implementar una propuesta didáctica sistematizada que incorpore el simulador PhET como eje transversal, permitiendo transformar la exposición magistral en laboratorios virtuales colaborativos donde los conceptos matemáticos abstractos sean experimentados de forma lúdica e interactiva.

Figura 2.

Descripción estadística de la Valoración Estudiantil sobre el Impacto del Simulador PhET y la Didáctica Colaborativa en Habilidades Específicas.



Nota. Percepción estudiantil, medida tras la aplicación de dinámicas colaborativas apoyadas en simulaciones PhET datos obtenidos por la tesis de maestría por (Julio Andia 2025).

Estos resultados de la figura 2, permiten observar el análisis de la percepción estudiantil donde se demostró que la combinación de dinámicas colaborativas con la experimentación visual mediante el simulador PhET, generó un alto impacto positivo en las competencias académicas. La dimensión más favorecida fue el fortalecimiento del trabajo en equipo con un 84.1% de aprobación acumulada en los niveles Muy alto y Alto. De manera sobresaliente, la comprensión de conceptos matemáticos de alta abstracción como son las derivadas, integrales y sistemas lineales, mediante la manipulación de variables en simuladores PhET alcanzó un 83% de impacto positivo con 44.8 muy alto y 38.2% alto, superando la valoración reportada en entornos de enseñanza puramente teóricos. La apreciación estudiantil confirmó que la integración de simulaciones interactivas operó como un puente cognitivo

eficaz entre la representación simbólica de las matemáticas y la construcción social del conocimiento sustentada en el socioconstructivismo de Vygotsky. La interacción grupal orientada por retos PhET, no solo facilitó la argumentación entre pares y la autocorrección de errores en tiempo real, sino que elevó sustancialmente la motivación académica de los estudiantes (80,0% de valoración positiva), disminuyendo la ansiedad característica de las materias cuantitativas en los primeros semestres de ingeniería.

Tabla 1.

Fases Operativas para la Integración Didáctica del Simulador PhET en la Propuesta de Aprendizaje Colaborativo

Etapa del proceso	Acción didáctica principal	Estrategia innovadora	Integración del simulador PhET y beneficio
1. Diagnóstico	Identificación de estilos de aprendizaje y saberes previos	Mapas de empatía y formularios digitales	Exploración inicial de PhET para evaluar la familiaridad tecnológica estudiantil.
2. Capacitación	Talleres docentes en metodologías activas y TIC	Microteaching y laboratorios TIC	Formación docente en el diseño de guías didácticas integrando simulaciones PhET.
3. Agrupamiento	Conformación de equipos heterogéneos de trabajo	Técnica Jigsaw (Rompecabezas)	Asignación de roles donde cada subgrupo manipula una simulación PhET distinta.
4. Diseño	Elaboración de guías de aprendizaje y retos matemáticos	Aprendizaje Basado en Problemas	Planteamiento de problemas reales resueltos mediante la experimentación en PhET.
5. Ejecución	Desarrollo de sesiones presenciales y virtuales	Clase Invertida (Flipped Classroom)	Experimentación previa en PhET e interacción colaborativa en el aula.
6. Evaluación	Monitoreo continuo del	Portafolios digitales y coevaluación	Evaluación mediante informes con capturas y

	progreso individual y grupal		análisis de modelos virtuales en PhET.
7. Socialización	Exposición pública de resultados y hallazgos	Feria de proyectos y multimedia	Demostración en vivo de experimentos virtuales en PhET ante la comunidad académica.

Nota. Estructura adaptada del modelo didáctico de intervención de 7 etapas tesis de maestría (Andia Cordero,2025).

Estos resultados descriptivos de la tabla 1, permiten demonstrar que la propuesta didáctica diseñada para la Facultad de Ciencias y Tecnología sistematizó la incorporación del simulador PhET, a través de siete etapas secuenciales articuladas operativamente. El proceso inició con el diagnóstico y la capacitación docente en entornos virtuales, continuó con la estructuración de equipos heterogéneos bajo el método Jigsaw y avanzó hacia la formulación de retos matemáticos basados en la manipulación directa de variables físicas y cuantitativas en PhET. La estrategia implementó el modelo de clase invertida, en el cual los estudiantes exploraron libremente las simulaciones de manera individual para posteriormente discutir, validar y argumentar hipótesis en sus respectivos grupos de trabajo. La arquitectura de esta propuesta demostró que la tecnología interactiva no debe emplearse de forma aislada ni como un mero recurso ilustrativo, sino como un entorno de experimentación colaborativa. La inclusión de evidencias digitales extraídas de PhET en los portafolios de evaluación formativa y la posterior socialización en ferias de proyectos garantizaron el desarrollo de competencias transversales en los estudiantes, fortaleciendo el pensamiento crítico, la autorregulación cognitiva y la capacidad de aplicar la matemática en la resolución de problemas reales de ingeniería.

Tabla 2.

Análisis de Varianza de un Factor del Nivel de Aprendizaje Significativo según la Estrategia Didáctica Implementada: Tradicional vs. Colaborativa con PhET

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad (gl)	Cuadrados medios (MS)	Estadístico F	Valor p	Tamaño del efecto (χ^2)
Entre grupos (Estrategia didáctica)	52.140	4	13.035	16.314	<0.001	0.282
Dentro de los grupos (Error aleatorio)	132.422	166	0.798			
Total	**184.562**	**170**				

Nota. Prueba ANOVA de un factor calculada con un nivel de confianza del 95% (α=0.05) tesis de maestría por (Andia Cordero, 2025).

Los resultados presentados en la tabla 2, permiten observar el ANOVA, evidenció diferencias estadísticamente altamente significativas en el nivel de comprensión matemática y aprendizaje significativo alcanzado por los estudiantes en función del tipo de estrategia didáctica aplicada en las aulas, $F_{(4.166)}$=16.314, para un p<0.001. Dado que el valor p fue considerablemente menor al nivel de significación alfa preestablecido (α=0.005), se rechazó categóricamente la hipótesis nula de igualdad de medias. El tamaño del efecto calculado a través del coeficiente χ^2=0.282 indicó que el 28.2% de la varianza total en la adquisición de aprendizajes significativos estuvo determinado de forma directa por la integración del aprendizaje colaborativo asistido por las simulaciones PhET. Los análisis de comparación múltiple *post hoc* (Tukey) confirmaron que los grupos expuestos a la combinación de guías colaborativas estructuradas y laboratorios virtuales con PhET, alcanzaron promedios de rendimiento significativamente superiores con una media de 4.42±0,71 en comparación con los pos sometidos exclusivamente a la enseñanza tradicional magistral 3.08±0.92. Estos hallazgos inferenciales respaldaron empíricamente la hipótesis

central de la investigación, demostrando que la interacción con modelos virtuales lúdicos e interactivos en pequeños grupos disipa las barreras de abstracción matemática, validando la relevancia de publicar estos resultados en revistas científicas de impacto educativo.

4. DISCUSIÓN

Con toda esta evidencia descrita en los resultados obtenidos, permiten exponer que la implementación del aprendizaje colaborativo en las asignaturas de matemáticas universitarias genera una importante transformación en la dinámica áulica, respaldada por un 92.4% de aceptación estudiantil y una alta percepción de mejora en la comprensión conceptual (83% en estudiantes y 100% en docentes). Este hallazgo coincide con lo reportado por Salazar y Méndez (2021) y Luna Santos (2021), quienes sostienen que la cooperación entre pares en la educación superior incrementa la productividad académica y promueve una participación al mitigar el aislamiento característico del modelo magistral. Asimismo, concuerda con las investigaciones de Pérez González et al. (2020) y Ramírez et al. (2023), las cuales destacan que el aprendizaje estructurado en equipos heterogéneos reduce la ansiedad matemática y facilita la adquisición de conceptos abstractos en ciencias exactas. No obstante, la persistencia de metodologías expositivas tradicionales en un 17.5% de los cursos evaluados evidencia una resistencia metodológica estructural, fenómeno advertido por López y Aguirre (2020) y Leocadio et al. (2024), quienes identificaron que a pesar del discurso institucional a favor del enfoque por competencias, en la práctica universitaria latinoamericana aún prevalecen esquemas mecanicistas centrados en la transmisión unidireccional.

En relación con las estrategias didácticas y la integración tecnológica, el 31% de los estudiantes priorizó la resolución de problemas reales y un 28.1% la articulación teórico-práctica como las vías más efectivas para alcanzar un aprendizaje significativo, lo que concuerda con la práctica docente reportada, donde el 76.9% aplica trabajo en equipo y el 69.2% recurre al aprendizaje basado en problemas. Estos datos convergen con lo señalado por Farfán Pimentel et al. (2022) y Velásquez Álava (2023), quienes demostraron que contextualizar los contenidos matemáticos a través de problemas aplicados potencia la

motivación y la transferencia de conocimiento a escenarios profesionales. Sin embargo, la moderada incorporación de tecnologías educativas que reflejan una brecha digital persistente en este contexto. Al respecto, investigaciones de Coy García (2024) y Ortiz et al. (2024), enfatizan que la integración fluida de las TICs y simuladores interactivos (como PhET), incrementa el interés y la comprensión cualitativa de fenómenos cuantitativos complejos, por lo que superar esta limitación resulta indispensable para consolidar entornos de aprendizaje verdaderamente dinámicos.

Finalmente, la evaluación del impacto en competencias transversales reveló valoraciones altamente positivas en la capacidad de trabajo en equipo con un 84.1%, la comprensión de contenidos 78.9% y la resolución de problemas 78.7%. Estos resultados confirman lo reportado por Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024), Barceló-Cerdá et al. (2024) y León Loaiza y Sánchez (2023), los cuales corroboran que las dinámicas cooperativas desarrollan habilidades esenciales del siglo XXI, tales como el liderazgo, la comunicación efectiva y la responsabilidad compartida en entornos científicos. A pesar de estos beneficios, el sistema de evaluación en las asignaturas continúa fuertemente ligado a esquemas tradicionales, destacando una prevalencia del 100% de exámenes escritos en contraste con una escasa aplicación de la autoevaluación y coevaluación. Esta disparidad entre las actividades participativas del aula y los instrumentos evaluativos sumativos corrobora las advertencias de Mamani (2024) y Pinzón Arteaga (2024), quienes recalcan la necesidad de diversificar la evaluación formativa mediante procesos metacognitivos que consoliden una actitud positiva, crítica y autónoma en los estudiantes de ingeniería y tecnología.

5. CONCLUSIÓN

El proyecto de investigación efectuado demuestra que el aprendizaje colaborativo es considerablemente más efectivo que los métodos tradicionales basados en la memorización y la clase magistral. Trabajar en equipo permite a los estudiantes universitarios entender conceptos matemáticos complejos de forma más clara, aumentar su motivación y reducir la ansiedad frente a materias exigentes como Álgebra y Cálculo. Esta interacción no solo mejora el rendimiento académico, sino que convierte el aula en un

espacio participativo donde el conocimiento se construye en conjunto y cobra un sentido práctico.

Aunque más del 92% de los estudiantes aprueba el trabajo colaborativo, la investigación revela que la enseñanza universitaria aún enfrenta retos importantes para consolidarlo. En la práctica real, todavía predominan las explicaciones unidireccionales del docente, existe un uso limitado de herramientas digitales interactivas y las evaluaciones continúan dependiendo casi en su totalidad de exámenes escritos convencionales. Para superar estas barreras, es indispensable capacitar a los profesores en el diseño de metodologías activas y en la aplicación de formas de evaluación formativa que valoren tanto el esfuerzo individual como el trabajo en equipo.

La propuesta desarrollada demuestra que integrar el aprendizaje en equipo con recursos tecnológicos modernos (como las simulaciones interactivas PhET), posiciona al estudiante como el verdadero protagonista de su aprendizaje y lo prepara para resolver problemas del mundo real en el área de la ingeniería. Se concluye que las autoridades e instituciones educativas deben adoptar e incentivar oficialmente estas estrategias didácticas colaborativas en sus programas académicos, garantizando así una formación universitaria integral, motivadora y alineada con las exigencias del entorno profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abalo Paladines, I. J., & Jaramillo Serrano, F. A. (2024). Efecto del aprendizaje cooperativo en el rendimiento académico de estudiantes de educación básica en la resolución de ecuaciones lineales. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(5), 744–755. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13422

Barceló-Cerdá, M. L., López-Gómez, E., García-Noblejas, B. P., & Rodríguez Gómez, I. (2024). La aplicación del aprendizaje cooperativo en la universidad de acuerdo con la percepción de los estudiantes de Magisterio. Educar, 60(2), 553–568. https://doi.org/10.5565/rev/educar.2074

Brunner, J. J. (2000). Educación superior en América Latina: Prioridades para el siglo XXI. Fondo de Cultura Económica.

Calle Bermeo, Y. A., García Herrera, D. G., Mena Clerque, S. E., & Erazo Álvarez, J. C. (2020). Aprendizaje basado en problemas y trabajo colaborativo para la enseñanza de las matemáticas. Koinonía: Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes, 3(1), 436–458. https://doi.org/10.35381/e.k.v3i1.1019

Covarrubias Papahiu, P. (2016). Intención y competencia pedagógica: El uso del aprendizaje colaborativo en la asignatura de matemáticas en secundaria. Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL), 53(2), 1–17. https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n2.121

Coy García, E. (2024). Influencia de las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 17(1), 45–63.

Farfán Pimentel, J. F., Lizandro Crispín, R., Carreal Sosa, C. L., Quiñones Castillo, K. G., & Farfán Pimentel, D. E. (2022). Aprendizaje colaborativo en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(5), 5335–5350. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3505

Fernández, R., & Méndez, A. (2016). Dinámicas colaborativas en educación superior. Revista de Pedagogía Universitaria, 21(3), 88–102.

García Renuma, L. E., & Lizarazo Hurtado, E. (2021). Mejora de competencias en resolución de problemas matemáticos [Tesis de maestría, Fundación Universitaria Los Libertadores]. Repositorio Institucional Los Libertadores.

Herbas, A. (2013). Modelos pedagógicos tradicionales y su impacto en la educación superior en Bolivia. Revista Boliviana de Educación, 5(1), 12–28.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Ediciones Paidós.

Leocadio, D., Santos, F., & Ramírez, M. (2024). Enseñanza por competencias en Matemática Básica. Dominio de las Ciencias, 10(1), 34–50.

León Loaiza, M. A., & Sánchez, J. E. (2023). Aprendizaje colaborativo en el aula de Matemáticas. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(3), 1250–1262. https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1147

López, M., & Aguirre, H. (2020). Estrategias colaborativas en universidades bolivianas. Revista Andina de Educación, 12(2), 45–60.

Luna Santos, J. C. (2021). El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la Matemática a nivel de pregrado. Delectus, 4(1), 129–138. https://doi.org/10.36996/delectus.v4i1.71

Mamani, H. (2024). Actitud y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de formación docente [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP.

Ortiz, L., Morales, E., & Silva, R. (2024). Uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas. Revista Educación Médica Superior, 38(1), 20–35.

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, 19, 93–110.

Pérez González, A. Q., Rodríguez, M., & Gómez, L. (2020). Estrategia didáctica para la formación docente en matemáticas. Educación, 44(1), 65–89. https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.42112

Pinzón Arteaga, J. (2024). Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel en el desarrollo de estrategias de aprendizaje hacia un pensamiento crítico. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 8858–8870. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12041

Ramírez, C., Suárez, D., & Torres, J. (2023). Aprendizaje colaborativo en contextos universitarios. Revista de Investigación Educativa Colombiana, 18(3), 105–123.

Roselli, N. D. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias. Propósitos y Representaciones, 4(1), 219–280. https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90

Salazar, M., & Méndez, P. (2021). Estrategias colaborativas en matemáticas universitarias. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 51(3), 77–95.

Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning in schools. En N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), International encyclopedia of the social & behavioral sciences (2.ª ed., pp. 881–886). Elsevier.

Urrea-Polo, K. (2022). Influencia del aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Revista Internacional Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 14(2), 22–28.

Velásquez Álava, W. L. (2023). Aprendizaje colaborativo en la enseñanza de matemática. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(6), 103–123. https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.842