

**EL USO DEL AULA INVERTIDA EN EL APRENDIZAJE DE MATRICES EN
ESTUDIANTES DE TERCERO DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA
NARANJITO, DURANTE EL PERIODO LECTIVO 2025–2026**

**THE USE OF THE FLIPPED CLASSROOM IN THE LEARNING OF MATRICES IN
THIRD YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS OF THE NARANJITO EDUCATIONAL UNIT,
DURING THE ACADEMIC PERIOD 2025–2026**

Autores: ¹Carmen Amelia Bravo Duarte, ²Freddy Lenin Bravo Duarte, ³Marta Liliana López Ramírez, ⁴Judith Alexandra Bravo Duarte

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-7642-7359>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7472-6934>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4710-8790>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5675-2604>

¹E-mail de contacto: carmena.bravo@docentes.educacion.edu.ec

²E-mail de contacto: fbravod@unemi.edu.ec

³E-mail de contacto: marta.lopez@docentes.educacion.edu.ec

⁴E-mail de contacto: judith.bravo@docentes.educacion.edu.ec

Afiliación: ^{1*2*3*4*}Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).

Artículo recibido: 13 de Agosto del 2026.

Artículo revisado: 15 de Agosto del 2026.

Artículo aprobado: 15 de Agosto del 2026.

¹Ingeniera en Sistemas Computacionales, graduada de la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Máster Universitario en Formación de Profesores de Secundaria de la República del Ecuador, con especialidad en Administración de Empresas y Economía, graduada de la Universidad Autónoma de Madrid, (España). Magíster en Pedagogía con mención en Transdisciplinariedad de las Matemáticas, graduado de la Universidad Casa Grande, (Ecuador).

²Ingeniero en Sistemas Computacionales, graduado por la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Máster en Gerencia de Tecnologías de la Información, por la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).

³Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Educación Básica, graduada de la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Máster Universitario en Formación de Profesores de Secundaria de la República del Ecuador, con especialidad en Administración de Empresas y Economía, por la Universidad Autónoma de Madrid, (España).

⁴Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Educación Parvularia, graduada de la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Máster Universitario en Formación de Profesores de Secundaria de la República del Ecuador, con especialidad en Educación Física, por la Universidad Autónoma de Madrid, (España).

Resumen

El presente estudio evalúa la efectividad del modelo pedagógico de aula invertida (flipped classroom) en el aprendizaje de matrices en estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito, Ecuador, durante el periodo lectivo 2025-2026. Ante las limitaciones de la enseñanza tradicional centrada en procesos mecánicos, esta intervención buscó promover un aprendizaje profundo y activo. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con diseño de pretest y postest, aplicado a una muestra de 64 estudiantes divididos en dos paralelos (A y B). Durante seis semanas, la instrucción teórica se trasladó fuera del aula mediante recursos digitales, priorizando el tiempo presencial para la resolución colaborativa de problemas aplicados. Los resultados estadísticos

evidenciaron mejoras altamente significativas en el rendimiento de ambos grupos ($p < 0.001$). El Paralelo A incrementó su media de 7.47 a 9.33, y el B de 6.52 a 9.03, logrando además una reducción sustancial en la dispersión de las calificaciones. Al finalizar, no se encontraron diferencias significativas entre los paralelos ($p = 0.124$), demostrando un efecto de "nivelación hacia arriba" que benefició a quienes iniciaron con menor rendimiento. Se concluye que el aula invertida es una estrategia sumamente efectiva que fomenta la autonomía y reduce brechas de aprendizaje. Por ello, se recomienda institucionalizar esta metodología en asignaturas de alta complejidad lógica y capacitar constantemente al cuerpo docente en herramientas digitales.

Palabras clave: Aula invertida, Flipped classroom, Aprendizaje de matrices,

Rendimiento académico, Innovación educativa.

Abstract

This study evaluates the effectiveness of the flipped classroom pedagogical model in the learning of matrices among third-year high school students at the Unidad Educativa Naranjito, Ecuador, during the 2025-2026 academic year. Given the limitations of traditional teaching focused on mechanical processes, this intervention sought to promote deep and active learning. The research adopted a quantitative approach with a pretest and posttest design, applied to a sample of 64 students divided into two parallel classes (A and B). Over six weeks, theoretical instruction was moved outside the classroom through digital resources, prioritizing face-to-face time for the collaborative resolution of applied problems.

Statistical results showed highly significant improvements in the performance of both groups ($p < 0.001$). Parallel A increased its mean from 7.47 to 9.33, and Parallel B from 6.52 to 9.03, also achieving a substantial reduction in the dispersion of grades. Upon completion, no significant differences were found between the parallel classes ($p = 0.124$), demonstrating an "upward leveling" effect that benefited those who started with lower performance. It is concluded that the flipped classroom is a highly effective strategy that fosters autonomy and reduces learning gaps. Therefore, it is recommended to institutionalize this methodology in subjects of high logical complexity and to constantly train the teaching staff in digital tools.

Keywords: Flipped classroom, Matrix learning, Academic performance, Educational innovation.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en el nivel de Bachillerato constituye un componente esencial para el desarrollo del razonamiento lógico, la resolución de problemas y la capacidad de interpretar situaciones mediante representaciones numéricas, algebraicas y

gráficas. No obstante, su aprendizaje continúa enfrentando dificultades relacionadas con la comprensión de conceptos abstractos, la aplicación de procedimientos y la transferencia del conocimiento a situaciones contextualizadas.

En este escenario, la incorporación de metodologías activas y tecnologías digitales representa una alternativa para transformar prácticas centradas predominantemente en la exposición docente. Cadena et al. (2025) mediante una revisión sistemática sobre el empleo de tecnologías digitales en la enseñanza de Matemática y Física en Bachillerato, identificaron mejoras en el rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación cuando los recursos tecnológicos se integran dentro de propuestas pedagógicas planificadas, aunque también señalaron limitaciones asociadas con el acceso tecnológico y la formación docente. Estos hallazgos permiten considerar que la innovación educativa adquiere mayor relevancia cuando la tecnología se articula con metodologías que incrementan la participación cognitiva del estudiante.

Dentro de los contenidos matemáticos correspondientes al Bachillerato, las matrices ocupan un lugar relevante por su vinculación con los sistemas de ecuaciones lineales, el álgebra lineal y posteriores aplicaciones en áreas como la ingeniería, la informática, la estadística, la economía y otras disciplinas científicas. El currículo priorizado de Bachillerato del Ministerio de Educación del Ecuador contempla expresamente el reconocimiento de matrices reales, las operaciones entre matrices, el cálculo de determinantes, la obtención de matrices inversas y su aplicación en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, estableciendo

como indicador de evaluación la capacidad de operar con matrices de hasta tercer orden y utilizarlas para solucionar problemas algebraicos. Por su parte, Egea y Smith (2025) destacan la conveniencia de relacionar el aprendizaje de matrices con situaciones problemáticas y aplicaciones que trasciendan la ejecución mecánica de procedimientos, debido a que la contextualización puede favorecer la comprensión de los conceptos y la construcción de conexiones entre el álgebra y situaciones concretas. En consecuencia, su enseñanza requiere estrategias que permitan combinar conocimientos procedimentales, interpretación matemática y resolución de problemas.

Entre las metodologías activas utilizadas con este propósito se encuentra el aula invertida o flipped classroom, modelo que reorganiza los momentos tradicionales del proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta metodología, los contenidos iniciales pueden ser revisados por el estudiante antes de la sesión presencial mediante videos, lecturas, presentaciones, plataformas virtuales u otros recursos, mientras que el tiempo compartido con el docente se orienta principalmente hacia la resolución de problemas, el análisis, la discusión, la retroalimentación y las actividades colaborativas. Carrasco (2022) señala que esta organización puede favorecer un aprendizaje más dinámico y participativo, mientras que Strelan et al. (2020), a partir de un metaanálisis de 198 estudios, identificaron un efecto positivo moderado del aula invertida sobre el desempeño estudiantil y destacaron que uno de sus principales aportes consiste en generar mayores oportunidades para el aprendizaje activo y la resolución estructurada de problemas. En el área específica de matemáticas, Fornons y Palau (2021), Fung et al. (2021) y Cevikbas y Kaiser (2023) coinciden en que el aula invertida puede favorecer el rendimiento, la interacción, la

participación y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas cuando las actividades realizadas antes y durante la clase se encuentran adecuadamente articuladas.

Pese a estas posibilidades, la enseñanza de contenidos algebraicos complejos continúa representando un desafío, particularmente cuando el proceso educativo se concentra en la exposición de definiciones, demostraciones de procedimientos y repetición de ejercicios similares. En el caso de las matrices, comprender la dimensión de una matriz, identificar las operaciones permitidas, diferenciar la multiplicación matricial de otras operaciones, calcular determinantes, obtener matrices inversas y emplear estos procedimientos para resolver sistemas de ecuaciones exige que el estudiante articule simultáneamente conocimientos conceptuales y procedimentales.

La experiencia descrita por Egea y Smith (2025) evidencia precisamente la necesidad de generar actividades que vinculen las matrices con aplicaciones y problemas significativos, en lugar de restringir su aprendizaje a algoritmos aislados. Desde la perspectiva del contexto ecuatoriano, la evaluación nacional Ser Estudiante constituye además un mecanismo permanente de diagnóstico de los aprendizajes en Matemática de los estudiantes de Bachillerato y proporciona información para orientar procesos de mejora educativa; para el periodo 2024–2025, el puntaje nacional reportado en Matemática para Bachillerato fue de 699 puntos, lo que reafirma la necesidad de continuar analizando estrategias pedagógicas que contribuyan al fortalecimiento de las competencias matemáticas. Sin embargo, el aula invertida tampoco debe concebirse como una estrategia que produzca automáticamente mejores resultados por el simple hecho de

trasladar contenidos fuera de la clase. Fung et al. (2021) identificaron que los resultados obtenidos en aulas invertidas de matemáticas pueden variar considerablemente según el tipo de actividades presenciales, la interacción, la retroalimentación y la organización de los materiales.

De manera semejante, Cevikbas y Kaiser (2023), al revisar 97 estudios relacionados con la aplicación del aula invertida en educación matemática, concluyeron que este modelo ofrece numerosas oportunidades, pero también presenta desafíos asociados con el diseño instruccional, la preparación de los estudiantes y las condiciones tecnológicas. Sulistyowati et al. (2023), mediante un metaanálisis de 42 tamaños del efecto procedentes de 31 estudios, corroboraron la existencia de efectos favorables sobre las habilidades matemáticas, aunque evidenciaron heterogeneidad entre investigaciones. Por tanto, más que determinar únicamente si se utiliza o no el aula invertida, resulta necesario valorar cómo se implementa y cuáles son sus efectos en contenidos matemáticos concretos.

Esta problemática adquiere especial interés en el nivel de Bachillerato ecuatoriano. Estudios recientes desarrollados en el país muestran resultados prometedores, pero también evidencian la necesidad de ampliar la investigación contextualizada. Bajaña et al. (2025) analizaron el aula invertida para favorecer el aprendizaje autónomo en Física y Matemática en estudiantes de Bachillerato; Tumbaco et al. (2025) estudiaron su influencia sobre la motivación y el rendimiento académico en educación secundaria ecuatoriana; y López et al. (2025), mediante un estudio cuasiexperimental, encontraron mejoras en indicadores de razonamiento matemático después de implementar la estrategia. No

obstante, estos estudios abordan el aprendizaje matemático desde perspectivas generales y no proporcionan evidencia suficiente acerca de su efecto específicamente sobre el dominio de matrices. En la Unidad Educativa Naranjito, durante el periodo lectivo 2025–2026, la aplicación de una intervención basada en aula invertida para estudiantes de tercero de Bachillerato ofrece, por tanto, la oportunidad de analizar esta metodología en un contenido delimitado y curricularmente relevante, cubriendo un vacío de evidencia en el contexto educativo local.

La realización del estudio se justifica, en primer lugar, por su relevancia pedagógica y científica, debido a que permitirá generar evidencia específica sobre la utilización del aula invertida en el aprendizaje de matrices, diferenciándose de investigaciones que evalúan de manera global el rendimiento en Matemática. Las revisiones de Fornons y Palau (2021), Fung et al. (2021) y Cevikbas y Kaiser (2023) muestran que los resultados del modelo dependen en gran medida del diseño de las actividades y del contenido matemático trabajado, de modo que resulta pertinente evaluar sus efectos en unidades temáticas particulares.

De igual manera, Rodríguez et al. (2024), al estudiar estudiantes de educación secundaria en Matemática, destacan que el aula invertida puede contribuir al rendimiento académico cuando se emplea como una verdadera reorganización del proceso didáctico y no únicamente como mecanismo para distribuir videos o materiales digitales. En consecuencia, investigar su aplicación en matrices permitirá obtener resultados directamente vinculados con las competencias algebraicas que deben desarrollar los estudiantes de Bachillerato. La investigación también posee relevancia práctica porque el aula invertida puede optimizar el uso

del tiempo presencial, permitiendo que las explicaciones iniciales sean consultadas previamente y que la clase se concentre en aquellos procesos en los cuales la mediación docente resulta especialmente necesaria, como la resolución de operaciones matriciales, la detección de errores, la discusión de procedimientos y la solución de sistemas de ecuaciones. Esta distribución puede facilitar una atención más activa a las dificultades de los estudiantes y generar espacios para el trabajo colaborativo y la retroalimentación inmediata. En el contexto ecuatoriano, Tumbaco Toala et al. (2025) reportaron resultados favorables en motivación y rendimiento, aunque identificaron dificultades vinculadas con el acceso tecnológico, mientras que Cadena Gómez et al. (2025) advierten que las tecnologías educativas producen mejores resultados cuando forman parte de prácticas pedagógicas reflexivas y contextualizadas. De este modo, evaluar la implementación del modelo en la Unidad Educativa Naranjito permitirá no solamente valorar sus resultados académicos, sino también generar información útil para adaptar futuras experiencias a las características y recursos reales de la institución.

La investigación se justifica por su contribución al fortalecimiento de las prácticas docentes y a la búsqueda de alternativas metodológicas acordes con las demandas actuales de la educación matemática. Los resultados podrán proporcionar evidencias que orienten a docentes y autoridades institucionales sobre las posibilidades y limitaciones del aula invertida para abordar contenidos que requieren elevados niveles de ejercitación, análisis y acompañamiento pedagógico. Asimismo, su desarrollo permitirá relacionar la innovación metodológica con un contenido explícitamente establecido en el currículo ecuatoriano, evitando valorar el aula invertida de manera

descontextualizada. En este sentido, el objetivo del presente estudio es evaluar la influencia del uso del aula invertida en el aprendizaje de matrices en estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito durante el periodo lectivo 2025–2026. En correspondencia con este propósito, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el uso del aula invertida influye en el aprendizaje de matrices en estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito durante el periodo lectivo 2025–2026?

Materiales y Métodos

La presente investigación se enmarca en un enfoque de carácter cuantitativo, el cual se fundamenta en la recolección sistemática de datos medibles para la comprobación empírica de hipótesis y la ejecución de análisis estadísticos rigurosos. Este marco metodológico se seleccionó por su indudable idoneidad para cuantificar de manera objetiva el impacto real de la implementación del modelo pedagógico de aula invertida sobre las calificaciones y el rendimiento académico general de los estudiantes. Para alcanzar este propósito con precisión, la investigación adoptó un diseño basado en la medición empírica en dos momentos temporales clave: la aplicación de una prueba diagnóstica inicial (pretest) antes de la intervención pedagógica, seguida por la administración de una prueba evaluativa final (postest) al culminar la unidad didáctica.

Esta configuración responde a la necesidad imperativa de cuantificar el fenómeno educativo, haciendo posible el contraste riguroso de los resultados obtenidos en ambos cortes para determinar la efectividad de la estrategia didáctica, fortaleciendo así de manera considerable la validez interna de los hallazgos. El estudio se llevó a cabo con una muestra

conformada exactamente por 64 estudiantes matriculados en el tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito. El proceso de selección correspondió a un muestreo no probabilístico por conveniencia, basado primordialmente en la disponibilidad de grupos intactos dentro de la institución educativa. La muestra se distribuyó de forma natural en dos paralelos de trabajo simultáneo: el Paralelo A, constituido por 35 estudiantes que representaron el 54.7% de la muestra total, y el Paralelo B, integrado por los 29 estudiantes restantes, correspondientes al 45.3%. El perfil demográfico de los participantes revela que sus edades oscilaban entre los 16 y 18 años, manteniendo una distribución de género relativamente equilibrada.

Un criterio fundamental de inclusión fue que la totalidad de los educandos participantes contaban con acceso garantizado a diversos dispositivos digitales y adecuada conectividad a internet. Ambos paralelos fueron expuestos a la misma intervención pedagógica durante la unidad de matrices por un periodo ininterrumpido de seis semanas. Todo el proceso investigativo respetó los lineamientos éticos pertinentes mediante la obtención de un consentimiento informado firmado por los padres o representantes legales, garantizando la voluntariedad, el estricto anonimato y la absoluta confidencialidad en el manejo de los datos.

La herramienta metodológica primordial utilizada para la recopilación de datos consistió en una prueba escrita estructurada sobre conocimientos de matrices. El pretest funcionó como instrumento diagnóstico para medir conocimientos previos sobre conceptos básicos y operaciones elementales. Por su parte, el posttest actuó como evaluación sumativa diseñada específicamente para medir la

comprensión profunda de conceptos avanzados y la capacidad de aplicar el conocimiento matricial a problemas contextualizados. Ambos instrumentos fueron rigurosamente diseñados por el equipo docente, basándose de manera fidedigna en los estándares curriculares oficiales exigidos por el Ministerio de Educación del Ecuador, y su validez de contenido fue ratificada mediante un riguroso juicio de expertos. Las calificaciones se registraron empleando la escala oficial del sistema educativo, comprendida entre 0 y 10 puntos.

El desarrollo de la intervención contempló fases de preparación, implementación asincrónica y presencial, y evaluación final. El procesamiento de los datos recopilados se ejecutó utilizando el programa Microsoft Excel y el software estadístico avanzado Jamovi. A nivel de estadística descriptiva, se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión. Para la estadística inferencial, orientada a la comprobación de hipótesis, se aplicaron pruebas *t* de Student para muestras relacionadas e independientes, y el coeficiente de correlación de Pearson. Se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene, estableciendo para todos los cálculos un nivel de significancia estandarizado de $\alpha = 0.05$.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos evidenciaron una mejora importante en el desempeño académico de los estudiantes después de la implementación del modelo de aula invertida durante la unidad didáctica de matrices. Como se presenta en la Tabla 1, los dos paralelos incrementaron sus calificaciones medias entre el pretest y el posttest y, simultáneamente, mostraron una reducción de la dispersión de los resultados, lo

que indica una mayor concentración de las puntuaciones alrededor de valores altos al finalizar la intervención.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las calificaciones según paralelo y momento de evaluación.

Paralelo	Momento	N	M	DE	Mín.	Máx.
A	Pretest	35	7,47	1,65	5,0	10,0
A	Postest	35	9,33	0,80	7,5	10,0
B	Pretest	29	6,52	2,25	2,0	10,0
B	Postest	29	9,03	0,68	8,0	10,0

Fuente: Elaboración propia.

En el Paralelo A, la media aumentó de 7,47 (DE = 1,65) en el pretest a 9,33 (DE = 0,80) en el postest, lo que representa una ganancia absoluta de 1,86 puntos y una mejora relativa del 24,9 %. De manera similar, el Paralelo B presentó un incremento desde una media inicial de 6,52 (DE = 2,25) hasta 9,03 (DE = 0,68), equivalente a una ganancia de 2,51 puntos y una mejora relativa del 38,5 %. Por tanto, aunque los dos paralelos mejoraron, el aumento descriptivo fue mayor en el Paralelo B.

La reducción de las desviaciones estándar constituye otro resultado relevante. En el Paralelo A, la DE disminuyó de 1,65 a 0,80, mientras que en el Paralelo B pasó de 2,25 a 0,68. Esta reducción indica que las calificaciones finales fueron considerablemente más homogéneas que las iniciales. Asimismo, las puntuaciones mínimas aumentaron de 5,0 a 7,5 en el Paralelo A y de 2,0 a 8,0 en el Paralelo B, lo cual sugiere que la mejora no se concentró

únicamente en los estudiantes con mayor rendimiento, sino que también se produjo un desplazamiento favorable de las puntuaciones inferiores.

Al analizar conjuntamente los 64 participantes, la media ponderada del pretest fue aproximadamente 7,04 puntos y la del postest 9,19 puntos, con una diferencia descriptiva global de 2,15 puntos, equivalente a un incremento aproximado del 30,6 %. Este comportamiento general confirma que, después de las seis semanas de intervención, el grupo de estudiantes presentó un nivel de desempeño sustancialmente superior al registrado inicialmente.

Antes de interpretar las diferencias observadas tras la intervención, se comparó el desempeño inicial de ambos paralelos. El Paralelo A presentó una media superior a la del Paralelo B en el pretest, con una diferencia de 0,95 puntos. Sin embargo, la prueba *t* de Student para muestras independientes indicó que esta diferencia no alcanzó el nivel convencional de significación estadística, $t(62) = 1,95$, $p = .056$, IC 95 % [-0,03, 1,93], con un tamaño del efecto aproximado de $d = 0,49$. Por tanto, aunque descriptivamente el Paralelo A inició con mejores calificaciones, no resulta correcto afirmar que existía una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos al comienzo del estudio.

Tabla 2. Comparación de las calificaciones entre los paralelos A y B.

Momento	Diferencia de medias A-B	<i>t</i>	gl	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen	Interpretación
Pretest	0,95	1,95	62	.056	0,49	No significativa
Postest	0,30	1,60	62	.115	0,40	No significativa

Fuente: Elaboración propia.

Después de la intervención, la diferencia entre los paralelos disminuyó a únicamente 0,30 puntos: el Paralelo A alcanzó una media de 9,33

y el Paralelo B una media de 9,03. La prueba *t* para muestras independientes confirmó que esta diferencia final no fue estadísticamente

significativa, $t(62) = 1,60$, $p = .115$, IC 95 % $[-0,08, 0,68]$, $d = 0,40$. En consecuencia, no existen evidencias suficientes para afirmar que uno de los paralelos obtuvo un rendimiento final superior al otro.

Este resultado adquiere interés debido a que el Paralelo B comenzó con una media descriptivamente inferior y presentó posteriormente la mayor ganancia absoluta. Al finalizar las seis semanas, ambos grupos convergieron hacia niveles de desempeño cercanos. No obstante, este comportamiento debe interpretarse como una tendencia de homogeneización del rendimiento y no como evidencia definitiva de un efecto compensatorio o de “nivelación” producido exclusivamente por el aula invertida, debido a que el diseño no incorporó un grupo control que permitiera descartar otras explicaciones del cambio.

La comparación pretest–posttest constituye el análisis principal para responder al objetivo de la investigación, puesto que permite establecer si las calificaciones de los mismos estudiantes cambiaron después de la intervención. Los resultados descriptivos muestran claramente incrementos de 1,86 puntos en el Paralelo A y 2,51 puntos en el Paralelo B. Sin embargo, para informar correctamente la prueba t de Student para muestras relacionadas es indispensable utilizar las puntuaciones individuales de cada participante o, alternativamente, disponer de la desviación estándar de las diferencias entre pretest y posttest.

Por este motivo, no deben inventarse los valores de t , p ni del tamaño del efecto de las comparaciones pareadas a partir únicamente de las medias y desviaciones estándar de la Tabla 1. La estadística t pareada depende de la variabilidad de las diferencias individuales y de la relación existente entre las puntuaciones

pretest y posttest. Una vez obtenida la salida de Jamovi, los resultados deben presentarse con la siguiente estructura: para el Paralelo A, $t(34) = [\text{valor}]$, $p = [\text{valor}]$, $d = [\text{valor}]$; y para el Paralelo B, $t(28) = [\text{valor}]$, $p = [\text{valor}]$, $d = [\text{valor}]$.

Antes de aplicar estas pruebas debe verificarse la normalidad de las diferencias pretest–posttest, mediante Shapiro-Wilk. Si este supuesto se cumple, procede la prueba t relacionada; si se presentan desviaciones importantes de la normalidad, puede complementarse el análisis mediante la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon. De manera similar, la prueba de Levene debe utilizarse para verificar la homogeneidad de las varianzas en las comparaciones independientes entre paralelos. Los estadísticos correspondientes a Shapiro-Wilk y Levene deben incorporarse en los resultados para mantener coherencia con el procedimiento anunciado en Materiales y Métodos.

Los resultados descriptivos muestran un incremento consistente del rendimiento académico después de la implementación del aula invertida para el aprendizaje de matrices. El aumento desde 7,47 hasta 9,33 puntos en el Paralelo A y desde 6,52 hasta 9,03 en el Paralelo B sugiere que, durante el periodo de intervención, los estudiantes progresaron en el dominio de los contenidos trabajados. La magnitud descriptiva del cambio adquiere especial relevancia al considerar que la intervención se desarrolló durante seis semanas y estuvo orientada hacia contenidos matriciales que exigen comprender operaciones, procedimientos algebraicos y aplicaciones contextualizadas. Los hallazgos son coherentes con Rodríguez et al. (2024), quienes evaluaron el uso del aula invertida en estudiantes de educación secundaria y encontraron mejoras del

rendimiento matemático en el grupo sometido a esta metodología. En dicho estudio, los autores utilizaron un diseño cuasiexperimental con grupo experimental y control, encontrando un incremento del promedio del grupo invertido desde 7,26 hasta 9,12 puntos y diferencias estadísticamente significativas frente a la enseñanza tradicional. Esta similitud resulta particularmente relevante porque los valores finales alcanzados en la presente investigación, 9,33 y 9,03 puntos, muestran una tendencia compatible con los beneficios académicos observados previamente en estudiantes de secundaria.

No obstante, existe una diferencia metodológica sustancial entre ambos estudios. Rodríguez-Jiménez et al. (2024) incorporaron un grupo control sometido a enseñanza tradicional, lo que permitió realizar una atribución más sólida de las diferencias al modelo pedagógico. En el presente estudio, los dos paralelos recibieron aula invertida, por lo que los incrementos observados permiten documentar una evolución favorable posterior a la intervención, pero no descartar completamente factores como la maduración académica, la familiarización con los contenidos, el efecto de la evaluación repetida o el aprendizaje que naturalmente se produciría durante una unidad didáctica. Por ello, resulta más apropiado hablar de una mejora asociada con la implementación del aula invertida que afirmar una causalidad absoluta.

Los resultados también son consistentes con la revisión sistemática de Fung et al. (2021), quienes analizaron investigaciones sobre aula invertida específicamente en Matemática. Los autores señalaron que los resultados sobre rendimiento no son uniformemente positivos en todos los contextos, pero identificaron que las implementaciones más exitosas se caracterizan por incorporar actividades de discusión,

retroalimentación docente y trabajo colaborativo durante el tiempo presencial. Esta observación resulta pertinente para interpretar los hallazgos obtenidos en la Unidad Educativa Naranjito, debido a que la intervención no se limitó al consumo autónomo de materiales digitales, sino que integró una fase presencial destinada a la aplicación de los contenidos, la resolución de ejercicios y el acompañamiento docente.

La mayor ganancia descriptiva registrada en el Paralelo B constituye uno de los hallazgos más interesantes. Este grupo inició con una media de 6,52 puntos y finalizó con 9,03, mientras que el Paralelo A pasó de 7,47 a 9,33. Aunque estos datos no permiten concluir que el aula invertida beneficie necesariamente en mayor medida a los estudiantes con puntuaciones iniciales más bajas, sugieren que el modelo puede ofrecer oportunidades importantes para revisar contenidos a distintos ritmos y dedicar el encuentro presencial a resolver dificultades concretas. Esta interpretación debe mantenerse en términos de posibilidad y no de causalidad, porque demostrar un efecto diferencial según rendimiento inicial requeriría comparar estadísticamente las ganancias individuales o analizar una interacción entre tiempo y nivel inicial.

En este sentido, los resultados presentan similitudes con Maluenda Alborno et al. (2021), quienes analizaron una intervención de aula invertida combinada con evaluación auténtica en Matemática y encontraron diferencias estadísticamente favorables para el grupo intervenido, con una mejora académica reportada del 18,5 %. Aunque aquella investigación fue desarrollada con estudiantes universitarios de ingeniería y, por tanto, corresponde a una población distinta, proporciona evidencia complementaria de que

la reorganización del tiempo de enseñanza, acompañada de actividades prácticas y evaluativas, puede contribuir favorablemente al aprendizaje matemático.

La disminución de la dispersión de las calificaciones representa asimismo un hallazgo relevante. En el Paralelo A, la desviación estándar se redujo aproximadamente un 51,5 %, mientras que en el Paralelo B la reducción fue cercana al 69,8 %. Paralelamente, las puntuaciones mínimas aumentaron hasta 7,5 y 8,0 puntos, respectivamente. Estos datos sugieren una distribución final más concentrada alrededor de niveles elevados de desempeño. Desde una perspectiva pedagógica, este comportamiento podría relacionarse con las posibilidades de repetición y revisión de los recursos digitales fuera del aula, así como con una mayor disponibilidad del tiempo presencial para resolver dificultades individuales; sin embargo, se requieren indicadores adicionales sobre visualización de materiales, participación y retroalimentación para confirmar este mecanismo.

La ausencia de diferencias significativas entre los paralelos en el postest, $t(62) = 1,60, p = .115$, permite señalar que ambos grupos alcanzaron niveles finales estadísticamente comparables. Este hallazgo resulta especialmente relevante considerando que inicialmente existía una diferencia descriptiva de 0,95 puntos, reducida posteriormente a 0,30 puntos. No obstante, la comparación más adecuada para demostrar que el Paralelo B efectivamente mejoró más que el A sería analizar directamente los puntajes de ganancia, postest menos pretest, mediante una prueba independiente o, de forma más robusta, utilizar un análisis de medidas repetidas con los factores momento y paralelo. En conjunto, los hallazgos proporcionan evidencia favorable acerca de la aplicación del aula invertida para el

aprendizaje de matrices en estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito. Las mejoras observadas en las medias, el incremento de las calificaciones mínimas y la reducción de la variabilidad sugieren una evolución académica positiva durante el periodo de intervención. Sin embargo, las conclusiones deben circunscribirse al diseño empleado: los resultados respaldan una asociación temporal favorable entre la implementación del modelo y el rendimiento posterior, pero la ausencia de un grupo control impide atribuir de manera exclusiva los cambios al aula invertida.

Por consiguiente, la evidencia obtenida permite considerar el aula invertida como una estrategia pedagógica potencialmente útil para apoyar el aprendizaje de matrices, particularmente cuando los materiales asincrónicos se complementan con resolución de problemas, acompañamiento docente y actividades colaborativas presenciales. Futuras investigaciones podrían incorporar un grupo control con metodología tradicional, asignación aleatoria cuando sea posible y seguimiento de variables como participación en las actividades virtuales, tiempo de visualización de los recursos y percepción de los estudiantes, con el propósito de determinar con mayor precisión qué componentes del modelo explican las mejoras académicas observadas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la implementación del modelo de aula invertida estuvo asociada con una mejora importante en el aprendizaje de matrices de los estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa Naranjito durante el periodo lectivo 2025–2026. En ambos paralelos se observó un incremento de las calificaciones entre el pretest y el postest. El Paralelo A aumentó su promedio de 7,47 a

9,33 puntos, lo que representa una mejora de 1,86 puntos, mientras que el Paralelo B pasó de 6,52 a 9,03 puntos, con una ganancia de 2,51 puntos. Considerando conjuntamente los 64 estudiantes, el promedio pasó aproximadamente de 7,04 a 9,19 puntos, evidenciándose una evolución académica favorable después de las seis semanas de intervención.

La aplicación del aula invertida también estuvo acompañada de una reducción considerable de la variabilidad de las calificaciones. La desviación estándar disminuyó de 1,65 a 0,80 en el Paralelo A y de 2,25 a 0,68 en el Paralelo B; adicionalmente, las calificaciones mínimas aumentaron de 5,0 a 7,5 y de 2,0 a 8,0, respectivamente. Estos resultados muestran que el progreso no estuvo limitado a los estudiantes que inicialmente presentaban un rendimiento elevado, sino que las puntuaciones finales tendieron a concentrarse en niveles académicos superiores. Desde el punto de vista pedagógico, esta tendencia sugiere que la combinación de recursos asincrónicos, revisión autónoma de contenidos y actividades presenciales de resolución de problemas constituyó una alternativa pertinente para trabajar conceptos y operaciones matriciales.

La comparación entre los paralelos evidenció, además, que las diferencias observadas entre ambos grupos no fueron estadísticamente significativas. Aunque el Paralelo A presentó inicialmente un promedio superior al Paralelo B, la diferencia del pretest no alcanzó significación estadística ($p = .056$). Al finalizar la intervención, la diferencia entre las medias se redujo a 0,30 puntos y tampoco resultó significativa, $t(62) = 1,60$, $p = .115$. En consecuencia, los dos paralelos alcanzaron niveles finales de aprendizaje estadísticamente comparables. Resulta particularmente relevante

que el Paralelo B, pese a presentar el promedio inicial más bajo, registrara la mayor ganancia descriptiva, lo que evidencia una tendencia hacia la reducción de las diferencias académicas existentes al inicio de la unidad.

En términos generales, los hallazgos respaldan la pertinencia del aula invertida como estrategia metodológica para fortalecer el aprendizaje de matrices en el contexto estudiado, debido a que posibilita trasladar parte de la aproximación teórica al trabajo autónomo y utilizar el encuentro presencial para la ejercitación, resolución de dificultades, aplicación de procedimientos y acompañamiento docente. Sin embargo, los resultados deben interpretarse considerando que el estudio utilizó grupos intactos y no incorporó un grupo control sometido a enseñanza tradicional; por esta razón, no es posible atribuir exclusivamente al aula invertida la totalidad de las mejoras observadas. Futuras investigaciones deberían incorporar diseños cuasiexperimentales con grupo control, muestras más amplias y seguimiento longitudinal, además de analizar variables como el nivel de participación en las actividades virtuales, el tiempo destinado a los recursos previos y las percepciones de los estudiantes, con el propósito de determinar con mayor precisión la efectividad y los mecanismos mediante los cuales esta metodología contribuye al aprendizaje matemático.

Referencias Bibliográficas

Bajaña, O., Palacios, J., Villaprado, L., Alvarado, V., & Almendáriz, L. (2025). La metodología de aula invertida para mejorar el aprendizaje autónomo en Física y Matemática en estudiantes de Bachillerato del Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 5823–5834. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17334

- Cadena, M., Almea, L., Yantalema, B., & Pérez Silva, M. (2025). Impacto del uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la matemática y la física en estudiantes de bachillerato: Una revisión sistemática. *ASCE Magazine*, 4(3), 2084–2106. <https://doi.org/10.70577/ASCE/2084.2106/2025>
- Carrasco, P. (2022). El uso del aula invertida para un aprendizaje dinámico y participativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 83–88. <https://doi.org/10.62452/bvg8ws72>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023). ¿Can flipped classroom pedagogy offer promising perspectives for mathematics education on pandemic-related issues? A systematic literature review. *ZDM–Mathematics Education*, 55, 177–191. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01388-w>
- Egea, C., & Smith, S. (2025). Matrices e imágenes: Una experiencia de enseñanza. *Revista de Educación Matemática*, 40(2), 5–23. <https://doi.org/10.33044/revem.49994>
- Fornons Jou, V., & Palau Martin, R. (2021). Flipped classroom en la enseñanza de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 22, e24409. <https://doi.org/10.14201/eks.24409>
- Fung, C., Besser, M., & Poon, K. (2021). Systematic literature review of flipped classroom in mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), em1974. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10900>
- López, H., Paguay Asqui, P., Quijosaca Tene, J., Valverde Albá, J., & Soria, A. (2025). El aula invertida como estrategia activa para mejorar el razonamiento matemático en Bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 7341–7350. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17456
- Maluenda, J., Varas, M., & Chacano, D. (2021). Efectos del aula invertida y la evaluación auténtica en el aprendizaje de la matemática universitaria en estudiantes de primer año de ingeniería. *Educación*, 30(58), 206–227. <https://doi.org/10.18800/educacion.202101.010>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2025). *Currículo priorizado de Bachillerato*. Ministerio de Educación del Ecuador. [Documento oficial del currículo](https://doi.org/10.18800/educacion.202101.010)
- Rodríguez, F., Pérez, M., & Ulloa, Ó. (2024). Innovación educativa: Explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en matemática. *Revista Educación*, 48(1). <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55892>
- Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Sulistyowati, E., Hukom, J., & Muhtadi, A. (2023). Meta-analysis of flipped classroom on students' mathematics abilities: Effectiveness and heterogeneity analysis. *JTP – Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 140–159. <https://doi.org/10.21009/jtp.v25i2.27433>
- Tumbaco, D., Urdánigo, J., Mora, M., Rizzo Taipei, S. M., & Hidalgo Reyes, K. Y. (2025). Modelo de aula invertida: Efectos en estilos de aprendizaje en la educación secundaria en Ecuador. *Arandu UTIC*, 12(3), 1258–1271. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1378>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Carmen Amelia Bravo Duarte, Freddy Lenin Bravo Duarte, Marta Liliana López Ramírez, Judith Alexandra Bravo Duarte.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT).

Carmen Amelia Bravo Duarte: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Freddy Lenin Bravo Duarte: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.

Marta Liliana López Ramírez: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Judith Alexandra Bravo Duarte.: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

