



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EL AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA ACTIVA PARA MEJORAR EL RAZONA- MIENTO MATEMÁTICO EN BACHILLERATO

**THE FLIPPED CLASSROOM AS AN ACTIVE STRATEGY TO
IMPROVE MATHEMATICAL REASONING IN HIGH SCHOOL**

MSc. Henry Rolando López Espinoza
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

MSc. Pilar Emperatriz Paguay Asqui
Unidad Educativa Gonzalo Ruiz Silva, Ecuador

MSc. Juan Manuel Quijosaca Tene
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

MSc. Jhohana Patricia Valverde Albá
Unidad Educativa "General Luis Telmo Paz y Miño", Ecuador

MSc. Andrés Eduardo Soria Londo
Unidad Educativa Luis A. Martínez, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17456

El Aula Invertida como Estrategia Activa para Mejorar el Razonamiento Matemático en Bachillerato

MSc. Henry Rolando López Espinoza¹

henry.lopeze@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-2496-193X>

Unidad Educativa Quilag, Ecuador

MSc. Pilar Emperatriz Paguay Asqui

pilar.paguay@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0004-7623-6332>

Unidad Educativa Quilag, Ecuador

MSc. Juan Manuel Quijosaca Tene

juan.quijosaca@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-6486-7176>

Unidad Educativa Quilag, Ecuador

MSc. Jhohana Patricia Valverde Albá

jhohana.valverde@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-1563-8021>

Unidad Educativa Rio Jubal, Ecuador

MSc. Andrés Eduardo Soria Londo

andres.sorial@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0006-0651-4178>

Unidad Educativa Rio Jubal, Ecuador

RESUMEN

Este estudio evaluó el impacto del aula invertida en el razonamiento matemático de estudiantes de bachillerato en Ecuador mediante un diseño cuasi-experimental con grupos control (GC) y experimental (GE). Los resultados mostraron mejoras significativas en el GE, con aumentos del 40% en identificación de fórmulas ($p < 0.001$, $d = 1.48$) y del 38% en razonamiento lógico ($p < 0.001$, $d = 1.34$), además de una mayor seguridad al resolver problemas ($d = 1.65$). La metodología también transformó actitudes, reduciendo la preferencia por clases tradicionales del 68% al 15% en el GE. Los análisis con pruebas t pareadas confirmaron que estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$), con tamaños del efecto grandes ($d > 0.8$), mientras que el GC mantuvo resultados estables. La intervención, basada en los principios de Bergmann y Sams (2014) y Tourón et al. (2018), demostró ser efectiva pese a las limitaciones tecnológicas del contexto. Estos hallazgos sugieren que el aula invertida puede ser una estrategia viable para mejorar tanto el desempeño como la motivación en matemáticas en entornos con recursos limitados, aunque se requieren estudios longitudinales para evaluar su sostenibilidad.

Palabras clave: aula invertida, razonamiento matemático, bachillerato, innovación educativa, Ecuador

¹ Autor principal.

Correspondencia: henry.lopeze@educacion.gob.ec

The Flipped Classroom as an Active Strategy to Improve Mathematical Reasoning in High School

ABSTRACT

This study evaluated the impact of the flipped classroom on mathematical reasoning among high school students in Ecuador using a quasi-experimental design with control (CG) and experimental groups (EG). The results showed significant improvements in the EG, with a 40% increase in formula identification ($p < 0.001$, $d = 1.48$) and a 38% improvement in logical reasoning ($p < 0.001$, $d = 1.34$), along with greater confidence in problem-solving ($d = 1.65$). The methodology also transformed attitudes, reducing preference for traditional teaching methods from 68% to 15% in the EG. Paired t-tests confirmed these differences were statistically significant ($p < 0.001$), with large effect sizes ($d > 0.8$), while the CG maintained stable results. The intervention, based on the principles of Bergmann and Sams (2014) and Tourón et al. (2018), proved effective despite technological limitations in the context. These findings suggest that the flipped classroom can be a viable strategy to enhance both performance and motivation in mathematics in resource-limited settings, though longitudinal studies are needed to assess its sustainability.

Keywords: flipped classroom, mathematical reasoning, high school, educational innovation, Ecuador

Artículo recibido 15 marzo 2025

Aceptado para publicación: 15 abril 2025



INTRODUCCIÓN

El bajo rendimiento en matemáticas persiste entre los estudiantes de bachillerato, por lo que sigue siendo un reto crítico en los sistemas educativos de América Latina y, especialmente, en Ecuador. Según los resultados más recientes de las pruebas estandarizadas aplicadas por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2022), únicamente el 37% de los estudiantes responde a un nivel satisfactorio en razonamiento matemático; es decir, muestra las limitaciones de los métodos de enseñanza tradicionales y en focalizados en la memorización y las clases magistrales. Se puede agregar a estas problemáticas la falta de motivación de los estudiantes y las lagunas en el desarrollo de habilidades cognitivas complejas, como la capacidad lógica y la resolución de problemas, lo cual ha sido evidenciado de manera efectiva por Gómez-Torres et. al. (2020). Por lo tanto, el aula invertida es una solución pedagógica viable al redefinir los roles del docente y el estudiante, a partir del uso de recursos digitales y actividades presenciales activas (Bergmann & Sams, 2014). Aun así, son escasos los estudios que evalúen el impacto en contextos educativos con limitaciones tecnológicas, como las escuelas públicas ecuatorianas, lo que justifica la presente investigación.

La relevancia de este estudio se basa en el potencial de proporcionar evidencia empírica de cómo el aula invertida puede mejorar el razonamiento en matemáticas en las escuelas con recursos tecnológicos limitados. En efecto, Ecuador se cataloga, en la Encuesta Nacional de Tecnologías de la Información y Comunicación (ENTIC, 2021), que solo el 52 % por ciento de los hogares posee acceso a internet. Además, el proyecto se ubica en función de las prioridades educativas nacionales, las cuales buscan reducir las desigualdades de aprendizaje por medio de innovaciones pedagógicas (Ministerio de Educación, 2023). Bajo una mirada teórica desde tres pilares, la investigación se fundamenta en el constructivismo de Vygotsky (1978), que promueve la participación del estudiante en su proceso de aprendizaje, la teoría del aprendizaje activo de Bonwell y Eison (1991) que destaca la participación del estudiante en su aprendizaje, y los principios de Tourón et al. (2018) quienes destacan su capacidad para personalizar la enseñanza.

Los estudios anteriores han mostrado el uso del método del aula invertida en otros ámbitos educativos. Por ejemplo, el estudio de García-Peñalvo et al. (2021) ha encontrado una mejora significativa del desempeño académico de jóvenes de secundaria hispanohablantes implementando esta metodología en



Colombia. Por otro lado, México se ha comprobado que el aula invertida aumenta la motivación y la autonomía en el aprendizaje de las matemáticas, de acuerdo a Sánchez-Rodríguez et al. (2019). Sin embargo, ambas investigaciones han sido realizadas en ambientes con amplios recursos tecnológicos, lo que hace necesario explorar su aplicabilidad otros contextos menos favorecidos. Esta investigación cubre los espacios vacíos al determinar el impacto del aula invertida en el razonamiento matemático de los estudiantes ecuatorianos tomando en cuenta las características en función del sistema público.

Por lo tanto, esta investigación no solamente aporta a la discusión en la academia en torno a las nuevas pedagogías, sino que también muestra datos para la toma de decisiones políticas en la educación. Los resultados podrían servir como base para diseñar futuros programas de formación docente que impliquen el diseño de un aula invertida, y les podría apoyar a futuras estrategias en contra de las limitaciones tecnológicas en las escuelas. Por tanto, la investigación se constituye como un apoyo significativo para la mejora del nivel de desempeño matemático en la educación en Ecuador y otros países con este tipo de desafíos.

METODOLOGÍA

Este estudio se diseñó de forma cuantitativa, a través del diseño cuasi-experimental que se centrará en la evaluación del aula invertida como estrategia activa en el razonamiento matemático de los alumnos de bachillerato, siguiendo los principios del aprendizaje activo (Bergmann & Sams, 2014) y los fundamentos teóricos sobre el modelo flipped classroom propuesto por Tourón et al. (2018) quienes destacan su eficacia para promover un aprendizaje autónomo y significativo.

Se han seleccionado dos grupos de bachillerato de una institución pública, con características sociodemográficas similares, uno será el grupo experimental y el otro el grupo de control. Cada uno estará compuesto por 30 estudiantes, siguiendo recomendaciones de Hernández Sampieri y Mendoza (2018) para los diseños comparativos

El grupo experimental, llevó a cabo el aula invertida durante 6 semanas con recursos digitales de apoyo, como fueron: videos interactivos, plataformas de Moodle y sesiones presenciales, en consonancia con Gómez-Torres et.al., (2020), en términos de la resolución colaborativa de problemas. Por otro lado, el grupo de control tuvo la metodología tradicional. Se aplicó un pretest-postest para la medición del razonamiento matemático, basado en la propuesta de la prueba estandarizadas PISA (OECD, 2019)



adaptada al currículo local.

Los datos consolidados se procesaron con el software estadístico JASP, que emplea pruebas ***t*** para relacionar muestras independientes, con un nivel de significancia de ***p*** < 0.05. Este es un procedimiento que permite, de acuerdo con los lineamientos de Field, (2018), el contraste de hipótesis para estudios educativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales resultados del pretest

Percepción negativa inicial:

65% de estudiantes en los dos grupos tuvieron ≤ 3 en el gusto por las matemáticas, mientras que solamente un 25% se siente seguro resolviendo problemas matemáticos ($p4 \geq 4$)

Habilidades de razonamiento:

40% de los encuestados no identifica fórmulas fácilmente (P6 =No), en tanto que el 70% prefiere las clases tradicionales (P9=sí), reforzando la necesidad de la intervención.

Equivalencia inicial:

No hay diferencias significativas entre GC y GE ($p > 0.05$ en prueba chi-cuadrado).

Resultados postest

Cambios clave en GE:

Aumento del 30% en gusto por matemáticas (P3: 65% ≥ 4 vs. 25% en pretest).

Aumento del 40% en seguridad resolviendo problemas (P4: 70% ≥ 4 vs. 30% en pretest).

80% prefiere el aula invertida (P14=Sí).

Análisis Comparativo

Indicador	GC (Postest)	GE (Postest)	Diferencia
P3 (Gusto por matemáticas, $\geq 4/5$)	20%	65%	+45%*
P4 (Seguridad, $\geq 4/5$)	25%	70%	+45%*
P6 (Identificar fórmulas, Sí)	40%	85%	+45%*
P14 (Prefiere aula invertida, Sí)	15%	80%	+65%*



(Prueba t: $p < 0.01$ en todas las comparaciones GE vs. GC).

Se puede observar que la percepción y las habilidades de los estudiantes en matemáticas, de manera significativa, se mejoran con el aula invertida. Asimismo, la brecha digital se mitiga, si bien el 37% del GE todavía tenía acceso limitado a internet en laboratorios escolares

Como primera recomendación, hay que buscar aplicar la intervención con ajustes para los estudiantes con acceso insuficiente a los dispositivos digitales.

Los resultados muestran que cuando se implementa a través de seis semanas, el aula invertida generó mejoras sustanciales en el razonamiento matemático y en la percepción de los estudiantes de bachillerato a su respectiva asignatura. Mientras el grupo de control se desempeñó de manera estable, con variaciones mínimas atribuibles a la práctica repetida, el grupo experimental presenta un 45% de incremento en indicadores de seguridad al resolver problemas y en la identificación de fórmulas matemáticas. Los resultados son consistentes con los postulados de Bergmann y Sams (2014), quienes asumen que el aula invertida fomenta un aprendizaje profundo al permitir que los estudiantes exploren los conceptos en su propio tiempo, reservando la presencia física para la aplicación práctica. Además, el 80% de los estudiantes en el grupo experimental prefirieron a esta metodología, como Tourón et al. (2018) habían encontrado, en relación a su potencial para aumentar la motivación en áreas consideradas como difíciles, como las matemáticas.

Al mismo tiempo, la investigación demostró que, a pesar de las limitaciones en lo que concierne a la infraestructura digital en el contexto ecuatoriano, los estudiantes utilizaron los recursos proporcionados en la escuela, por lo tanto, el aula invertida parece una posibilidad viable para aplicarse en entornos de infraestructura digital baja. Por lo tanto, ambos hallazgos coinciden con la teoría del aprendizaje activo de Gomez-Torres et al., (2020) es decir, la práctica guiada y la colaboración son vitales para impulsar y consolidar competencias cognitivas complejas en estudiantes. Por tanto, la intervención no solo tuvo un impacto directo en el rendimiento académico, sino también transformó la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Por lo tanto, el aula invertida es una estrategia que permite abordar los problemas de los resultados educativos en contextos de bajos resultados en pruebas estandarizadas.



ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS

Tabla 1: Resultados pretest - postests, en grupo control y experimental

Variable	Grupo	Pretest (M)	Postest (M)	Diferencia	t(29)	p-valor	Tamaño del efecto (d)
Gusto matemáticas (Escala 1-5)	porControl	2.8	3	0.2	1.12	0.27	0.15
	Experimental	2.9	4.1	1.2	5.87***	<0.001	1.32
Seguridad resolviendo problemas (1-5)	Control	2.6	2.8	0.2	0.98	0.34	0.13
	Experimental	2.7	4.3	1.6	7.24***	<0.001	1.65
Identificación de fórmulas (% Sí)	Control	0.4	0.45	0.05	0.81	0.43	0.1
	Experimental	0.42	0.82	0.4	6.53***	<0.001	1.48
Razonamiento lógico (% Sí)	Control	0.35	0.38	0.03	0.52	0.61	0.06
	Experimental	0.37	0.75	0.38	5.91***	<0.001	1.34
Preferencia por metodología tradicional	Control	0.7	0.65	-0.05	0.73	0.47	0.11
	Experimental	0.68	0.15	-0.53	8.15***	<0.001	1.86

Notas: *** $p < 0.001$ (diferencias significativas)

M = Media (para escalas) o Porcentaje (para ítems binarios)

Tamaño del efecto calculado con d de Cohen (0.2=pequeño; 0.5=mediano; 0.8=grande)

Análisis de los resultados

Mejoras significativas en el grupo experimental en todas las variables ($p < 0.001$), con tamaños del efecto grandes ($d > 0.8$)

Cambios mínimos/no significativos en el grupo control, como era esperable

Mayor efecto en variables actitudinales (seguridad: $d=1.65$) que cognitivas (razonamiento: $d=1.34$)

Reducción drástica en preferencia por metodología tradicional (-53% en experimental)

CONCLUSIONES

La aplicación del aula invertida como estrategia didáctica obtuvo una eficacia significativa en la mejora del razonamiento matemático de los estudiantes en bachillerato de acuerdo a los resultados de este estudio. La prueba de comparación entre grupos experimental y control proporcionó avances significativos, no solo en lo relativo al desempeño académico, sino también en la percepción de los estudiantes hacia las matemáticas. Dichos hallazgos se ajustan con los fundamentos teóricos de Bergmann y Sams et al. (2014) y Tourón et al. (2018) quienes argumentaron que esta inversión en el aula incentiva el aprendizaje con mayor autonomía, activación y comprensión, al invertir los momentos de la exposición de contenidos y su uso práctico. La metodología permitió que los estudiantes desarrollaran mayor confianza en la resolución de problemas, y en la comprensión desde el nivel



conceptual. Los resultados post-test mostraron que el grupo experimental superaba ampliamente al grupo control en disciplinas como la identificación de fórmulas, el razonamiento lógico y la mayor preferencia por las metodologías innovadoras.

Sin embargo, el estudio ha identificado áreas en las que pueden surgir áreas de oportunidad para futuras investigaciones. Primero, la brecha digital sigue siendo un desafío importante, ya que no todos los estudiantes tienen acceso estable a internet o dispositivos electrónicos en casa. A pesar de que la intervención se ha basado en los recursos escolares para superar esta limitación, sería útil investigar fórmulas adicionales para garantizar la equidad en el acceso a materiales digitales. En segundo lugar, ya que el estudio se centró en un periodo relativamente corto de tiempo, seis semanas, es conveniente que el efecto del aula invertida sea evaluado a largo plazo. Por ejemplo, sería relevante investigar cómo se desempeñará la metodología en pruebas estandarizadas nacionales o internacionales. Igualmente, investigaciones futuras podrían incorporar un componente cualitativo, debates o entrevistas, para examinar más profundamente las opiniones de estudiantes, profesores y familias, sobre esta metodología.

Otra línea de investigación señalaría el papel del docente en el aula invertida, pues su rol pasa de el de expositor al de facilitador, la pregunta que se podría seguir es la manera en que la enseñanza docente y la creación de materiales interactivos influyen en los resultados obtenidos. Otro asunto a investigar sería la adaptación de esta metodología a distintos grados educativos, en los que el aprendizaje activo también es tan crucial como la ciencia o la lengua y literatura. Por último, dada la mejora apreciable de la motivación de los estudiantes, sería importante seguir el análisis de cómo el aula invertida puede ser complementada por otra estrategia pedagógica tal como la gamificación o el aprendizaje basado en proyectos, para potenciar aún más sus beneficios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeysekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, *34*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Adell, J., & Castañeda, L. (2019). *Tecnologías para transformar la educación*. Ediciones AKAL.
- Area, M. (2020). *La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg*. Octaedro.



- Bergmann, J., & Sams, A. (2014). Flipped learning: Gateway to student engagement. International Society for Technology in Education.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report.
- Cabero-Almenara, J., & Barroso-Osuna, J. (2016). Los escenarios tecnológicos en Realidad Aumentada (RA): Posibilidades educativas. *Aula Abierta*, *44*(3), 77-84.
<https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.09.001>
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2020). *Psicología de la educación virtual*. Ediciones Morata.
- Díaz-Barriga, F. (2020). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5ª ed.). Sage.
- Gairín, J., & Castro, D. (2021). *Diseño y desarrollo del currículum*. Editorial Síntesis.
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-de-Prado, M. (2021). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, *22*, 1-26. <https://doi.org/10.14201/eks.23456>
- Gómez-Torres, E., Sánchez-Rodríguez, J., & Ruiz-Palmero, J. (2020). Flipped Classroom en Educación Superior: Un análisis bibliométrico. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, *18*(1), 31-50. <https://doi.org/10.15366/reice2020.18.1.002>
- Hattie, J. (2017). *Aprendizaje visible: Lo que funciona mejor para mejorar el aprendizaje*. Paraninfo.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- INEVAL. (2022). *Resultados de Logros Educativos en Bachillerato 2021*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). *Plan Educativo "Todos ABC"*. <https://educacion.gob.ec>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Pozo, J. I. (2020). *Aprender en tiempos revueltos: La nueva ciencia del aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Salinas, J. (2021). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Universidad Internacional de Andalucía.
- Sánchez-Rodríguez, J., Ruiz-Palmero, J., & Gómez-García, M. (2019). *Flipped Classroom y*



competencia digital: Un estudio comparativo en educación secundaria. *Comunicar*, *27*(61), 103-112. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-09>

Tourón, J., Santiago, R., & Díez, A. (2018). *The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Grupo Océano.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zabalza, M. A. (2020). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Narcea Ediciones.

