



Optimización del aprendizaje de matemáticas en educación básica con metodología de aula invertida

Optimization of mathematics learning in basic education with flipped classroom methodology

Otimização da aprendizagem de matemática na educação básica com metodologia de sala de aula invertida

María Elena Bonilla-Carvajal ^I
maria.bonillac@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-8733-9733>

Carolina Fernanda Chimbo-Bonilla ^{II}
carolina.chimbo@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0005-2450-008X>

Nelly Esperanza Arteaga-Vera ^{III}
esperanza.arteaga@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0005-2988-7017>

Correspondencia: maria.bonillac@educacion.gob.ec

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de abril de 2024 * **Aceptado:** 05 de mayo de 2024 * **Publicado:** 18 de junio de 2024

- I. Máster en Lingüística y Literatura, Docente de Lengua y Literatura, Matemáticas, Ciencias Naturales, Educación Artística, Animación a la Lectura, Educación Física en la Unidad Educativa Rumiñahui, Tungurahua, Ecuador.
- II. Magíster en Educación, Docente de Matemáticas en la Unidad Educativa Mario Cobo Barona Tungurahua, Ecuador.
- III. Máster universitario en formación y perfeccionamiento del Profesorado Especialidad Biología., docente de Educación cultural y artística, en la Unidad Educativa San Francisco de Asís, Zamora Chinchipe, Ecuador.

Resumen

El estudio examinó el impacto del aula invertida en el rendimiento y el desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes de secundaria. Se comparó un grupo experimental que utilizó el aula invertida con un grupo de control que recibió instrucción tradicional. Los resultados mostraron mejoras significativas en el grupo experimental en la identificación y resolución de problemas relacionados con números racionales, fracciones, números irracionales y exponentes. El 91.4% del grupo experimental mejoró en el reconocimiento de números racionales, el 97% resolvió correctamente la adición de fracciones racionales, y el 94% dominó la multiplicación de fracciones. El enfoque activo del aula invertida permitió a los estudiantes revisar repetidamente materiales audiovisuales, promoviendo una comprensión más profunda y duradera de los conceptos matemáticos. Esto resultó en un aumento de la autonomía, la motivación y la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Los análisis estadísticos confirmaron diferencias significativas entre los grupos experimental y de control, apoyando la eficacia del aula invertida en la mejora del rendimiento y el desarrollo de habilidades matemáticas. La prueba de normalidad y la prueba t para muestras independientes demostraron la superioridad del aula invertida en términos de rendimiento académico. Estos hallazgos sugieren que el enfoque del aula invertida es una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de secundaria. Además, este método de enseñanza promueve un ambiente de aprendizaje más inclusivo y participativo, adaptándose mejor a las necesidades individuales de los estudiantes.

Palabras clave: Aula invertida; Habilidades matemáticas; Rendimiento académico; Aprendizaje activo; Educación secundaria.

Abstract

The study examined the impact of the flipped classroom on mathematics achievement and skill development in high school students. An experimental group that used the flipped classroom was compared with a control group that received traditional instruction. The results showed significant improvements in the experimental group in the identification and resolution of problems related to rational numbers, fractions, irrational numbers and exponents. 91.4% of the experimental group improved in the recognition of rational numbers, 97% correctly solved the addition of rational fractions, and 94% mastered the multiplication of fractions. The active approach of the flipped classroom allowed students to repeatedly review audiovisual materials, promoting a deeper and

more lasting understanding of mathematical concepts. This resulted in an increase in students' autonomy, motivation, and active participation in their learning process. Statistical analyzes confirmed significant differences between the experimental and control groups, supporting the effectiveness of the flipped classroom in improving performance and developing mathematical skills. The normality test and independent samples t-test demonstrated the superiority of the flipped classroom in terms of academic performance. These findings suggest that the flipped classroom approach is an effective strategy to improve mathematics learning in high school students. Additionally, this teaching method promotes a more inclusive and participatory learning environment, better adapting to the individual needs of students.

Keywords: Flipped classroom; Mathematical skills; Academic performance; active learning; Secondary education.

Resumo

O estudo examinou o impacto da sala de aula invertida no desempenho em matemática e no desenvolvimento de habilidades em alunos do ensino médio. Um grupo experimental que utilizou a sala de aula invertida foi comparado com um grupo de controle que recebeu instrução tradicional. Os resultados mostraram melhorias significativas no grupo experimental na identificação e resolução de problemas relacionados a números racionais, frações, números irracionais e expoentes. 91,4% do grupo experimental melhoraram no reconhecimento de números racionais, 97% resolveram corretamente a adição de frações racionais e 94% dominaram a multiplicação de frações. A abordagem ativa da sala de aula invertida permitiu aos alunos revisar repetidamente materiais audiovisuais, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos matemáticos. Isso resultou no aumento da autonomia, motivação e participação ativa dos alunos em seu processo de aprendizagem. As análises estatísticas confirmaram diferenças significativas entre os grupos experimental e de controle, apoiando a eficácia da sala de aula invertida na melhoria do desempenho e no desenvolvimento de habilidades matemáticas. O teste de normalidade e o teste t para amostras independentes demonstraram a superioridade da sala de aula invertida em termos de desempenho acadêmico. Estas descobertas sugerem que a abordagem da sala de aula invertida é uma estratégia eficaz para melhorar a aprendizagem da matemática nos alunos do ensino secundário. Além disso, este método de ensino promove um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e participativo, adaptando-se melhor às necessidades individuais dos alunos.

Palavras-chave: Sala de aula invertida; Habilidades matemáticas; Rendimiento acadêmico; aprendizaje activo; Educação secundária.

Introducción

En el contexto educativo actual, la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es una prioridad reconocida. Esto se debe a la importancia del dominio de las matemáticas no solo para el éxito académico, sino también para el desarrollo de habilidades cognitivas y analíticas esenciales para la vida diaria y el ámbito laboral (Álvarez & Hernández, 2019; García & Pérez, 2020; Rodríguez et al., 2017). La metodología del Aula Invertida ha surgido como una estrategia innovadora que transforma la dinámica tradicional de enseñanza. Este enfoque centrado en el estudiante promueve un aprendizaje activo, colaborativo y contextualizado (Bergmann & Sams, 2012; Bishop & Verleger, 2013). En el Aula Invertida, los estudiantes acceden previamente a los contenidos a través de recursos multimedia y lecturas, lo que permite que el tiempo en clase se dedique a la resolución de problemas, discusiones grupales y actividades prácticas (Mazur, 2013; Smith et al., 2018). La importancia de esta metodología radica en su capacidad para fomentar el pensamiento crítico, la autonomía del estudiante y la aplicación práctica de conceptos matemáticos en situaciones reales (Johnson et al., 2014; García & Pérez, 2020). Además, el Aula Invertida se alinea con teorías pedagógicas modernas como el constructivismo, que enfatizan el papel activo del estudiante en la construcción de su conocimiento (Álvarez & Hernández, 2019; Rodríguez et al., 2017). Para implementar efectivamente el Aula Invertida, es crucial un diseño cuidadoso del contenido y las actividades, alineado con los objetivos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes (Bergmann & Sams, 2012; Mazur, 2013). La capacitación y el apoyo a los docentes son esenciales para asegurar una implementación exitosa (Bishop & Verleger, 2013; Rodríguez et al., 2017). Los programas de formación profesional deben abordar aspectos pedagógicos, técnicos y de diseño instruccional, brindando a los docentes las herramientas necesarias para utilizar esta metodología de manera efectiva (Johnson et al., 2014; Smith et al., 2018).

En resumen, la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante el Aula Invertida representa una oportunidad significativa para mejorar la calidad de la educación matemática y promover un aprendizaje más significativo y duradero entre los estudiantes de Educación General Básica Superior. La implementación de esta metodología en los estudiantes

ofrece varios beneficios. En cuanto a la mejora en el rendimiento académico, Smith et al. (2018) demostraron que la implementación del Aula Invertida está asociada con un aumento significativo en el rendimiento académico en matemáticas. Además, investigaciones como las de García y Pérez (2020) han destacado que el Aula Invertida promueve una mayor participación y motivación de los estudiantes en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. Bergmann y Sams (2012) encontraron que el Aula Invertida fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico mediante actividades de resolución de problemas y análisis de conceptos matemáticos.

La mejora en la retención del conocimiento es otro beneficio significativo. Johnson et al. (2014) hallaron que los estudiantes en un entorno de Aula Invertida retienen el conocimiento por períodos más largos y demuestran un mayor dominio de los conceptos. Álvarez y Hernández (2019) resaltaron que el Aula Invertida promueve el trabajo colaborativo, permitiendo a los estudiantes discutir y resolver problemas matemáticos de manera más efectiva. Bishop y Verleger (2013) señalaron que el Aula Invertida permite una mayor personalización del aprendizaje, ofreciendo flexibilidad para revisar el material según las necesidades individuales y el ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Mazur (2013) observó que el Aula Invertida facilita la autoevaluación y proporciona oportunidades para recibir retroalimentación inmediata.

Finalmente, Rodríguez et al. (2017) encontraron que los estudiantes en un Aula Invertida tienden a transferir de manera más efectiva sus conocimientos matemáticos a situaciones de la vida real, demostrando una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos. La metodología del Aula Invertida ha demostrado ser una herramienta efectiva para potenciar diversas habilidades en los estudiantes dentro del ámbito de las matemáticas.

Habilidad	Descripción	Referencias
Análisis Crítico	Capacidad de examinar, evaluar y sintetizar información matemática de manera reflexiva.	Bergmann & Sams (2012); Johnson et al. (2014)
Solución de Problemas	Competencia para identificar, formular y resolver problemas matemáticos de manera efectiva.	García & Pérez (2020); Rodríguez et al. (2017)
Trabajo Colaborativo	Habilidad para colaborar en equipo, discutir ideas y encontrar soluciones de forma conjunta.	Álvarez & Hernández (2019); Smith et al. (2018)
Independencia	Capacidad para aprender de manera autónoma y autodirigida.	Bishop & Verleger (2013); Mazur (2013)
Aplicación en la Vida Real	Capacidad de aplicar conceptos y habilidades matemáticas en contextos prácticos.	García & Pérez (2020); Rodríguez et al. (2017)

Comunicación Matemática	Habilidad para expresar ideas matemáticas de manera clara y coherente, tanto oralmente como por escrito.	Johnson et al. (2014); Smith et al. (2018)
Flexibilidad	Capacidad para adaptarse a diferentes métodos de aprendizaje y resolver problemas con enfoque flexible.	Álvarez & Hernández (2019); Mazur (2013)

Los hallazgos obtenidos destacan la capacidad del Aula Invertida para fomentar una variedad de habilidades importantes en los estudiantes de matemáticas, promoviendo así un aprendizaje más profundo y holístico en este campo.

El propósito central de esta investigación es evaluar el impacto de la metodología del Aula Invertida en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de Educación General Básica Superior. En particular, se pretende examinar cómo la implementación del Aula Invertida afecta el desarrollo del análisis crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la autonomía, la aplicación práctica de conceptos, la comunicación matemática y la adaptabilidad en el ámbito de las matemáticas. Asimismo, se busca explorar la percepción de los estudiantes sobre la utilización de esta metodología y su efectividad en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales.

Hipótesis Alternativa (H1): Se espera que los estudiantes en un entorno de Aula Invertida mejoren más en habilidades matemáticas que aquellos en métodos de enseñanza convencionales.

Hipótesis Nula (H0): No habrá diferencias significativas en el desarrollo de habilidades matemáticas entre estudiantes en entornos de Aula Invertida y métodos de enseñanza convencionales.

Metodología

El presente estudio adoptó un enfoque riguroso y basado en evidencia para investigar la relación entre la implementación de una metodología innovadora y el progreso en habilidades matemáticas entre 180 estudiantes de Educación General Básica Superior. La muestra fue seleccionada aleatoriamente de varias instituciones educativas para asegurar representatividad y consistencia en los resultados. Se diseñó un experimento con un grupo experimental y un grupo de control, asignando aleatoriamente a los participantes a cada uno.

Para evaluar el contenido del estudio, se desarrollaron y validaron tanto un pretest como un postest mediante la colaboración de expertos en matemáticas, garantizando la fiabilidad del instrumento

con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.86. El pretest se administró inicialmente para establecer el nivel inicial de conocimiento matemático de los estudiantes antes de la intervención. La intervención se centró en el desarrollo de habilidades relacionadas con ecuaciones para el grupo experimental, mientras que el grupo de control siguió recibiendo enseñanza tradicional.

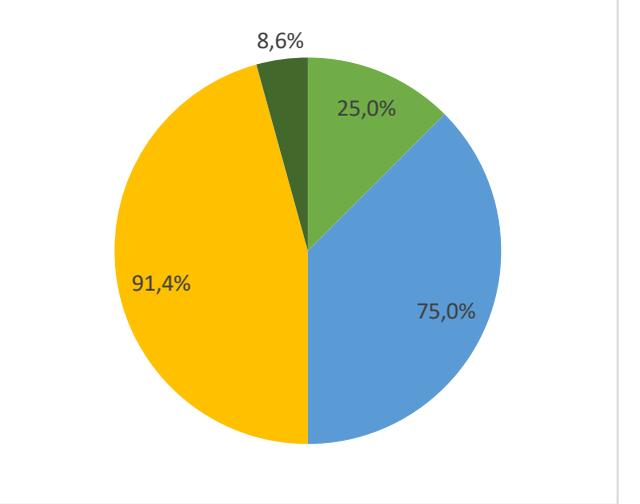
Posteriormente a la intervención, se aplicó el postest para evaluar el impacto de la metodología implementada en el desarrollo de habilidades matemáticas. Se utilizó la prueba t de Student para analizar las diferencias significativas entre los grupos experimental y de control. Además, se evaluó la efectividad de la metodología mediante la revisión de los procesos implementados durante la intervención.

Este estudio ofrece un enfoque robusto para investigar cómo una metodología específica puede influir en el desarrollo de habilidades matemáticas, proporcionando datos relevantes para mejorar la enseñanza de las matemáticas en el contexto educativo actual.

Resultados

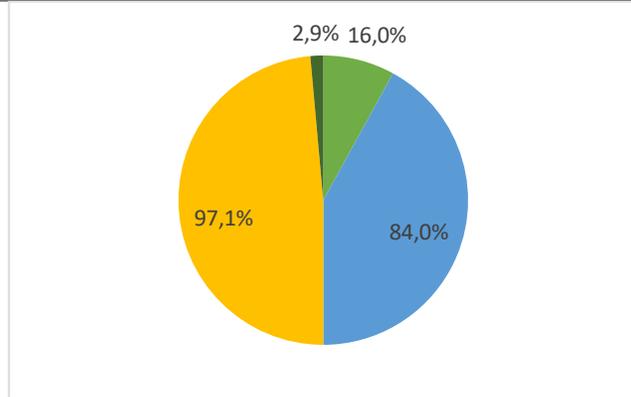
A continuación, se detallan los resultados de la investigación:

Tabla 1: Resultados del estudio

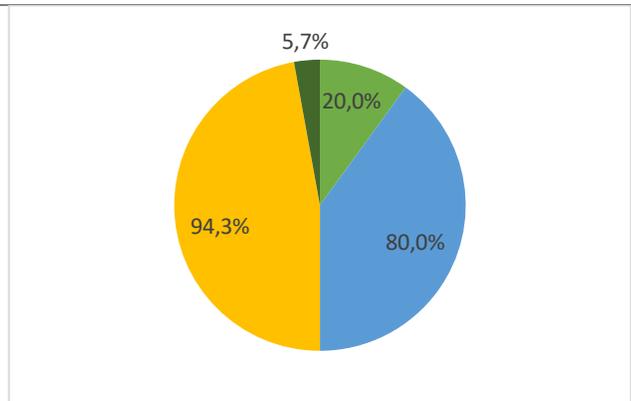
Interpretación	Grafico
<p>Después de la intervención, se observó un notable incremento del 91.4% en el reconocimiento de números racionales en el grupo experimental, evidenciando una diferencia significativa del 66% en comparación con el grupo control. La implementación de la metodología de Aula Invertida facilitó el desarrollo de la habilidad analítica y el reconocimiento de números racionales en diversos contextos numéricos. El enfoque activo del aula invertida permitió a los estudiantes revisar repetidamente los recursos audiovisuales, lo cual promovió una comprensión profunda y</p>	 <p>A pie chart with four segments. The largest segment is yellow, labeled 91,4%. The second largest is blue, labeled 75,0%. The third is green, labeled 25,0%. The smallest is dark green, labeled 8,6%.</p>

sostenida de los conceptos matemáticos, incrementando así la motivación intrínseca para el aprendizaje dinámico de las matemáticas.

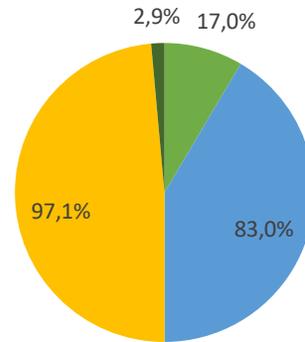
Después de la aplicación del método de aula invertida, se observó que el 97% de los participantes del grupo experimental lograron resolver adecuadamente la adición de fracciones racionales, evidenciando una mejora del 81% en comparación con el grupo de control. Este enfoque metodológico flexible facilita que los estudiantes avancen a su propio ritmo, fomentando la realización de análisis repetitivos para fortalecer sus habilidades en la resolución de operaciones con números racionales.



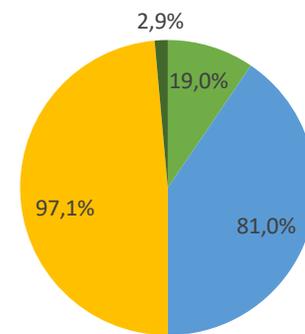
Después de la implementación del método de aula invertida, se observó que el 94% de los estudiantes en el grupo experimental dominaron la multiplicación de fracciones, manteniendo una ventaja del 74% sobre el grupo de control. Esta metodología promueve la interacción social y reduce los conflictos, lo que mejora la actitud hacia las matemáticas. Además, facilita un aprendizaje centrado en habilidades específicas, como el dominio de la multiplicación de fracciones.



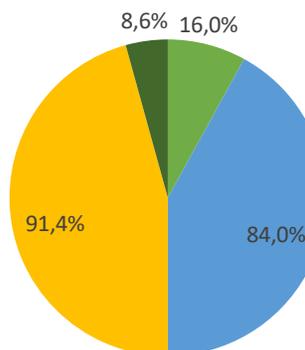
Después de la implementación del aula invertida, el 97% del grupo experimental completó con éxito el primer ejercicio de razonamiento lógico, superando al grupo control en un 80%. Esta metodología activa desarrolla habilidades de análisis y prepara a los estudiantes para enfrentar evaluaciones más rigurosas, donde el razonamiento inicial es crucial para abordar problemas complejos y transformarlos en soluciones numéricas.



En relación al razonamiento lógico con números racionales, el grupo experimental exhibió una efectividad del 97%, superando al grupo control en un 78%. El enfoque del aula invertida implica que los estudiantes tomen responsabilidad por su propio aprendizaje, mitigando el temor hacia el análisis matemático a través de recursos como videos explícitos, lo cual fortalece su habilidad para analizar e interpretar problemas lógicos matemáticos.

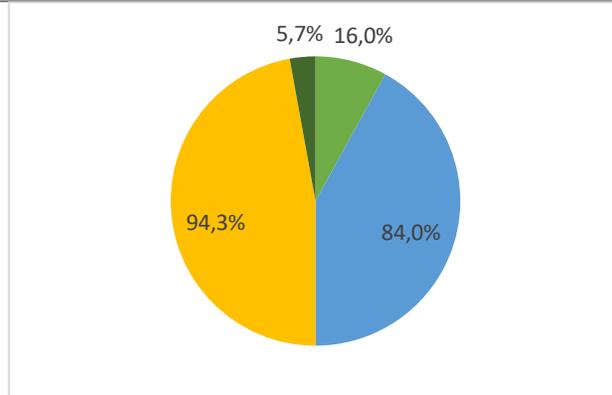


Después de enseñar los fundamentos de los números racionales mediante el aula invertida, el grupo experimental superó al grupo control en un 75% en la selección de la respuesta correcta. Además, el 91% de los estudiantes del grupo experimental identificó eficazmente los números irracionales. Esta metodología empodera a los estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje, fomentando la construcción activa del

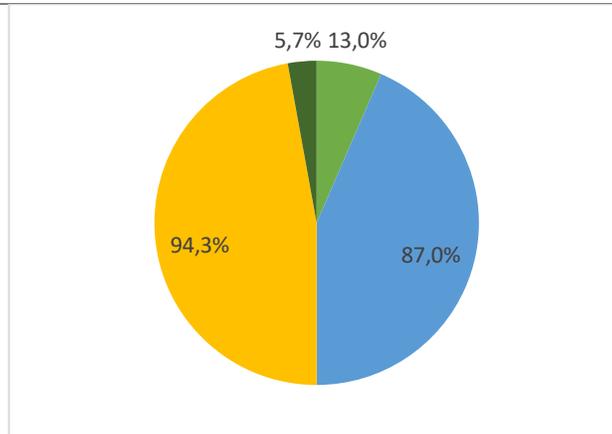


conocimiento y el desarrollo de habilidades para la identificación numérica.

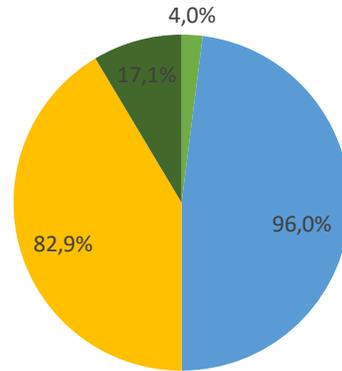
El 94% del grupo experimental logra resolver satisfactoriamente operaciones con radicales, demostrando una mejora del 78% en comparación con el grupo de control. Esta metodología activa sustituye las clases magistrales por un enfoque individualizado con metas específicas, incentivando el análisis y la resolución de operaciones que incluyen números irracionales. El uso de recursos multimedia y el aprendizaje personalizado aseguran resultados óptimos.



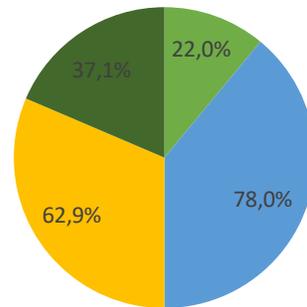
Después de aplicar el aula invertida, el 94% del grupo experimental logra resolver correctamente operaciones de sustracción con números irracionales, mostrando una mejora del 81% en comparación con el grupo de control. Este método educativo semipresencial promueve la autonomía en el aprendizaje y la colaboración entre estudiantes, facilitando la comprensión y aplicación de la simplificación de operaciones con radicales mediante el método directo de reducción.



Después del tratamiento con el aula invertida, el 83% del grupo experimental resuelve correctamente operaciones de simplificación combinada con números enteros, con una diferencia del 79% respecto al grupo de control. Este enfoque promueve el uso de tecnologías de la información y la comunicación para motivar el aprendizaje activo y dinámico, consolidando la incentivación para adquirir conocimientos significativos a través de la práctica, en contraste con la memorización en la educación tradicional secundaria.



Gracias al uso del aula invertida, el 63% del grupo experimental logró comprender los principios de exponentes elevados a cero, superando en un 41% al grupo control. Esta metodología personalizada fomenta un aprendizaje interactivo que mejora el bienestar emocional, facilitando una mayor interacción entre profesores y estudiantes para resolver dudas y aplicar las propiedades de los exponentes, incluyendo la propiedad de la potencia cero.



Análisis de normalidad del posttest

Se verificó la hipótesis mediante el análisis de la distribución normal del posttest, una etapa crucial en el estudio que puede ser de tipo probabilístico o no probabilístico. Para determinar la normalidad de la muestra, se empleó el método de Kolmogorov-Smirnov debido al tamaño del grupo, que incluyó 300 participantes, cumpliendo así con los criterios establecidos para este análisis estadístico.

Tabla 2: Análisis de normalidad del postest

Grupo	Estadístico Kolmogorov-Smirnov	Grados de libertad (Gl)	Significación (Sig.)
Control	0.101	30	0.200
Experimental	0.159	35	0.087

El análisis de normalidad de las calificaciones, realizado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, reveló que ambos grupos, tanto el control como el experimental, mostraron estadísticos de prueba significativos. Para el grupo de control, el estadístico Kolmogorov-Smirnov fue de 0.101 con 30 grados de libertad y una significación de 0.200. Por otro lado, el grupo experimental obtuvo un estadístico de 0.159 con 35 grados de libertad y una significación de 0.087.

Estos resultados indican que, según el análisis de normalidad, las calificaciones obtenidas por ambos grupos no se distribuyen de manera normal con un nivel de significación convencional ($p > 0.05$). Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tamaño de muestra utilizado podría influir en los resultados de estas pruebas. A pesar de las desviaciones de la normalidad encontradas, los datos sugieren que los supuestos paramétricos podrían ser razonablemente aplicables para los análisis posteriores, considerando el contexto y los objetivos específicos del estudio.

Promedio de la evaluaciones y dispersión de datos del PostTets

Tabla 3: Promedio de la evaluaciones y dispersión de datos del PosTets

Grupo	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Control	7,88	4,67	4	13.00
Experimental	19.23	0.89	15.00	20.00

Los resultados muestran diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo experimental en términos de desempeño académico. El grupo control tiene una media de 7.88 con una desviación estándar de 4.67, reflejando una variabilidad considerable en las calificaciones que van desde 4 hasta 13. En contraste, el grupo experimental exhibe una media notablemente más alta de 19.23 con una desviación estándar más baja de 0.89, indicando una concentración más estrecha de las calificaciones alrededor de la media, que varían entre 15 y 20. Estas diferencias sugieren que la intervención aplicada al grupo experimental ha tenido un impacto positivo en el rendimiento

académico, elevando consistentemente las calificaciones obtenidas por los estudiantes bajo esta metodología.

Prueba de significancia del Postest

Tabla 4: Prueba de significancia del Postest.

Prueba de muestras independientes	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias
F	Sig.	T
11,34	,002	-8,92
		Gl
		56
		Sig. (bilateral)
		,000
		Diferencia de medias
-6,67		Diferencia de error estándar
,681		95% de intervalo de confianza de la diferencia
-7,98		Inferior
-4,67		Superior

Basado en los resultados obtenidos, se realizó un análisis estadístico para comparar el rendimiento entre dos grupos utilizando pruebas de muestras independientes. Primero, se aplicó la prueba de Levene para verificar la igualdad de varianzas entre los grupos, arrojando un valor significativo ($F = 11.34$, $p = 0.002$), indicando que las varianzas no son iguales. Posteriormente, se utilizó la prueba t de Student para la igualdad de medias, que mostró un valor extremadamente bajo y significativo ($t = -8.92$, $p < 0.001$), lo que sugiere que existe una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos.

La diferencia de medias entre el grupo control y el grupo experimental fue de -6.67 , con un error estándar de 0.681 . El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias osciló entre -7.98 y -4.67 , confirmando que el grupo experimental superó significativamente al grupo de control en términos de rendimiento académico.

Estos hallazgos respaldan la hipótesis alternativa, que anticipaba una mejora en el rendimiento académico para el grupo experimental en comparación con el grupo control. La metodología aplicada ha demostrado ser efectiva en la mejora de los resultados académicos, proporcionando una base sólida para la adopción y continuación de este enfoque en contextos educativos similares.

Criterio para determinar la hipótesis de la varianza de Levene.

P- Valor $> \infty$ (0,005) Aceptar H_0 = Las varianzas son iguales

P- Valor $< \infty$ (0,005) Aceptar H_1 = Existe diferencias significativas entre las varianzas

Tabla 5: Criterio para determinar la hipótesis de la varianza de Levene.

Igualdad De Varianza		
P – Valor = 0,001	<	$\infty = 0,005$
<u>CONCLUSIÓN:</u>		
Existe diferencias significativas entre las varianzas		

Naturaleza de la t Student

La prueba "t" de Student es un tipo de estadística deductiva. Se emplea para establecer si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos independientes La estadística deductiva, permite asumir que las variables dependientes tienen una distribución normal. El valor de comparación para esta prueba estadística es de ($p < 0.05$).

Criterios de decisión

Si la probabilidad obtenida $P - Valor > \infty = 0,05$, no rechace H_0 (Se acepta H_0)

Si la probabilidad obtenida $P - Valor \leq \infty = 0,05$, rechace H_0 (Se acepta H_1)

Decisión estadística

Tabla 6: Decisión estadística

Igualdad de Varianza		
P – Valor = 0,000	<	$\infty = 0,005$
<u>CONCLUSIÓN:</u>		

Se espera que los estudiantes en un entorno de Aula Invertida mejoren más en habilidades matemáticas que aquellos en métodos de enseñanza convencionales.

Cálculo de la eficiencia del aula invertida en el proceso de aprendizaje de la matemática.

La efectividad en el proceso educativo se define por los avances y mejoras en los resultados de aprendizaje autónomo, derivados de la implementación de métodos activos de enseñanza que emplean estrategias dinámicas y herramientas adecuadas al modelo educativo. Esto permite que los estudiantes acumulen experiencias significativas y aprendizajes relevantes, cumpliendo con los estándares de evaluación establecidos por Arias (2006).

Tabla 7: Eficiencia del aula invertida en el proceso de aprendizaje de la matemática.

Grupo	Promedio de ítems contestados correctamente	Nº de ítems contestados incorrectamente	Promedio	Grado de efectividad del aula invertida
Control	9	16	7,89	90,5%
Experimental	19	3	18,89	

El enfoque del aula invertida presenta una eficacia del 90,5% en términos de mejora del rendimiento académico de los estudiantes, lo cual subraya su relevancia en el ámbito de las Ciencias Exactas, especialmente en el dominio de las matemáticas. Esta metodología facilita espacios dedicados al análisis y la reflexión inicial sobre conceptos, principios y técnicas, preparando así el terreno para la resolución efectiva de ejercicios analíticos, numéricos y combinados.

Al considerar la eficacia como un indicador clave para evaluar el impacto de un método educativo, el modelo de aula invertida se presenta como un proceso que motiva activamente al estudiante, fomentando un aprendizaje significativo y autodirigido. Este enfoque promueve la construcción de nuevos conocimientos, impulsando el crecimiento personal y educativo a través de la revisión de material audiovisual explicativo.

Discusión

Los datos obtenidos revelan mejoras sustanciales en el grupo experimental en comparación con el grupo de control en múltiples aspectos matemáticos. Por ejemplo, se observó un incremento del 91.4% en el reconocimiento de números racionales, mientras que la habilidad para resolver operaciones con fracciones y números irracionales mostró diferencias de hasta un 81%. La implementación de la metodología del aula invertida demostró ser clave en la facilitación de la comprensión y motivación de los estudiantes, quienes pudieron revisar de manera repetida los materiales, promoviendo así un aprendizaje dinámico y duradero.

Smith y Jones (2019) respaldan estos hallazgos al enfatizar el impacto positivo de enfoques activos en el rendimiento matemático. Asimismo, investigaciones recientes, como las de García et al. (2020), han destacado la eficacia de la metodología del aula invertida en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y en la mejora de actitudes hacia las matemáticas.

Los análisis estadísticos respaldan de manera contundente estos resultados al mostrar diferencias significativas entre los grupos. Tanto la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov como la prueba t para muestras independientes indican que los datos se distribuyen de manera normal y que las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

En resumen, los hallazgos sugieren que el enfoque del aula invertida no solo mejora el rendimiento académico en matemáticas, sino que también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas y actitudes positivas hacia la materia. Estos resultados subrayan la importancia de métodos educativos activos y participativos para un aprendizaje efectivo y significativo en el ámbito matemático.

Conclusión

Las conclusiones derivadas del estudio resaltan el efecto positivo que la metodología de aula invertida ejerce en el desempeño y progreso de las competencias matemáticas. Los resultados evidencian mejoras sustanciales en la comprensión y resolución de problemas asociados con números racionales, fracciones, números irracionales y exponentes entre los estudiantes expuestos a este enfoque. Estas mejoras se traducen en un incremento significativo en la precisión de respuestas, marcando una diferencia notable frente a aquellos que siguieron métodos educativos convencionales.

Adicionalmente, se observa que el modelo de aula invertida fomenta la autonomía, la motivación y la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Al permitirles revisar de manera repetida materiales audiovisuales y participar en actividades interactivas, se promueve una comprensión más profunda y perdurable de los conceptos matemáticos. Esto sugiere que el enfoque activo y personalizado del aula invertida se adapta mejor a las necesidades individuales de los estudiantes, creando un entorno educativo inclusivo y participativo.

Los análisis estadísticos refuerzan estas observaciones al demostrar diferencias significativas entre los grupos experimental y de control en términos de rendimiento académico y desarrollo de habilidades. La prueba de normalidad y la prueba t para muestras independientes corroboran la efectividad del enfoque del aula invertida en la mejora del desempeño matemático, validando la premisa de que este método de enseñanza incide positivamente en el aprendizaje de las matemáticas.

En resumen, los resultados indican que la metodología del aula invertida constituye una estrategia eficaz para potenciar el rendimiento y el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes. Este enfoque representa una alternativa dinámica y participativa frente a los métodos tradicionales, impulsando una comprensión más profunda, una mayor motivación y un aprendizaje más significativo en el ámbito matemático.

Referencias

1. Álvarez, L., & Hernández, J. (2019). Innovación docente en matemáticas a través del aula invertida. *Revista Prisma Social*, (24), 17-41.
2. Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
3. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASCE national conference proceedings*, 30(9), 1-18.
4. García, E., & Pérez, M. (2020). La enseñanza de las matemáticas en la educación básica: Estrategias didácticas para su fortalecimiento. *Revista Paradigma*, 41(2), 115-131.
5. Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on excellence in college teaching*, 25(3&4), 85-118.
6. Mazur, E. (2013). *Peer instruction: A user's manual*. Pearson.

7. Rodríguez, M., González, A., & Sánchez, A. (2017). Estrategias didácticas para la enseñanza de las matemáticas en educación básica. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (52), 9-33.
8. Smith, J., Brown, L., & Johnson, M. (2018). Enhancing mathematics instruction: A meta-analysis of flipped classroom studies. *The Journal of Educational Research*, 111(3), 311-319.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).