

Artículo científico de investigación

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.61026>

Aula invertida para el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en el estudiantado de undécimo año

Flipped Classroom for Learning First-Degree Equations in Eleventh Grade Students

Jorge Alonso Díaz Porras
Universidad Estatal a Distancia
San José, Costa Rica
jadiaz@uned.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0002-9475-0544>

Recepción: 4 de agosto de 2024
Aceptado: 20 de noviembre de 2024

¿Cómo citar este artículo?

Díaz-Porras, J. A. (2025). Aula invertida para el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en el estudiantado de undécimo año. *Revista Educación*, 49(1). <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.61026>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



RESUMEN

Este artículo tiene el propósito de exponer la problemática, el sustento, la metodología y los hallazgos de un estudio cuyo objetivo fue describir las mejoras propiciadas por la estrategia del aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año, en San José, Costa Rica. En la fundamentación teórica referencial del estudio se exponen planteamientos del aprendizaje significativo, social y autodirigido, así como principios del constructivismo de Piaget. Se empleó el método cuantitativo con un diseño preexperimental y descriptivo. Se aplicó un pretest, una intervención y un postest en una población de 195 estudiantes. La intervención consistió en la aplicación del aula invertida, utilizando recursos digitales para la revisión autónoma antes de las clases presenciales. Se evaluaron aspectos teóricos y prácticos de las ecuaciones de primer grado, revelando mejoras significativas en la comprensión y aplicación de las ecuaciones, y una reducción en el porcentaje de estudiantes con puntajes bajos. A pesar de los desafíos observados en la resolución de ecuaciones y problemas, el estudio concluyó que la estrategia del aula invertida propició cambios positivos en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado. Estos resultados avalan su eficacia pedagógica y sugieren su implementación en la enseñanza de matemáticas y ciencias exactas, donde su enfoque podría potenciar significativamente el aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Aula invertida, Ecuaciones de primer grado, Matemáticas, Resolución de problemas, Estrategia didáctica.

ABSTRACT

The objective of this study was to describe the impact of the flipped classroom methodology on learning first-degree equations in eleventh grade students in San José, Costa Rica. Based on theories such as meaningful learning (Ausubel), cognitive constructivism (Piaget), self-directed learning (Knowles) and social learning (Vygotsky), a quantitative study was designed with a pre-experimental design and descriptive. A pretest, an intervention, and a posttest were applied to a population of 195 students. The intervention consisted of the application of the flipped classroom, using digital resources for autonomous review before face-to-face classes. Theoretical and practical aspects of first-degree equations were evaluated, revealing significant improvements in the understanding and application of the equations, and a reduction in the percentage of students with low scores. Despite the challenges observed in solving equations and problems, the study concluded that the flipped classroom methodology had a positive impact on the learning of first-degree equations. These results support its pedagogical effectiveness and suggest its implementation in teaching mathematics and the exact sciences, where this approach could significantly enhance learning.

KEYWORDS: Flipped Classroom, First-degree Equations, Mathematics, Problem-solving, Teaching Strategy.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas es fundamental en todas las etapas educativas, especialmente a nivel de secundaria y en la formación técnica y profesional. Esto se debe a que las matemáticas son esenciales para el desarrollo del conocimiento y la resolución de problemas, potenciando habilidades creativas, lógicas, deductivas y comunicativas. También son valiosas para explorar diversas áreas de estudio, avanzar tecnológicamente y promover valores éticos. Aunque se perciben como difíciles, su enseñanza es imprescindible por su aplicabilidad en la vida diaria y en todas las disciplinas académicas (Leocadio et al., 2024).

Específicamente, el aprendizaje de ecuaciones de primer grado es central en la enseñanza de las matemáticas por su importancia multifacética, son la base del álgebra elemental y fomentan competencias en razonamiento lógico y resolución sistemática de problemas, su aplicabilidad en contextos como economía, física y química les otorga relevancia interdisciplinaria. Dominar este concepto prepara al estudiantado para niveles educativos superiores y carreras en campos STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Una ecuación de primer grado es una representación matemática que plantea la igualdad entre dos términos, dentro de la cual la variable se encuentra elevada a la 1 potencia y se busca determinar el valor desconocido de esa variable. Una ecuación presenta dos expresiones, una a cada lado de la igualdad, y su resolución implica realizar operaciones básicas para encontrar la solución. Las ecuaciones contienen tanto datos conocidos como desconocidos, y la tarea consiste en hallar el valor que satisface la igualdad. Estas ecuaciones son fundamentales en álgebra, ya que permiten resolver problemas cotidianos y representan un paso esencial en el desarrollo de habilidades matemáticas (Sapallanay et al., 2023).

Ahora bien, Madrigal et al. (2023) plantean que la transición de la aritmética al álgebra supone un desafío para el alumnado, ya que implica un cambio en su manera de utilizar las letras y en su forma de pensar. Este cambio no es uniforme, ya que algunas personas estudiantes tienen dificultades para entender el papel de las letras en el álgebra, al haberlas utilizado principalmente en contextos lingüísticos. Es fundamental dominar la solución de ecuaciones de primer grado, por cuanto las dificultades en este aspecto pueden afectar la destreza para solventar con efectividad diferentes problemáticas de orden matemático.

La experiencia docente y la investigación pedagógica han demostrado que muchas personas estudiantes enfrentan desafíos significativos en el aprendizaje de las matemáticas. El Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que evalúa cada tres años al estudiantado de quince años en lectura, ciencias y matemáticas en más de 75 países, ha evidenciado estas dificultades.

Según el informe PISA 2018, países asiáticos como Singapur (575), Macao (552), China Taipei (547), China (540), Japón (536) y Corea (527) lideraron en matemáticas, superando el promedio de la OCDE de 472. En Europa, países como Estonia, Suiza, Países Bajos, Irlanda, Bélgica, Dinamarca, Reino Unido, Polonia y Austria también superaron este promedio, mientras que Estados Unidos obtuvo un puntaje inferior (465). En contraste, los países de América Latina obtuvieron los resultados más bajos, con Chile y Uruguay en los puestos 52 y 53, seguidos de México y Perú en los puestos 57 y 59, entre 81 países participantes ([Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico \[OCDE\], 2023](#)).

En Costa Rica, la situación en cuanto al desempeño educativo en el ámbito de las matemáticas continúa siendo una preocupación para las autoridades e instituciones educativas, en la PISA 2022, el país ocupó el puesto 63 con una puntuación de 385, considerablemente inferior al promedio alcanzado por las naciones miembros de la OCDE en matemáticas y por debajo (-17) del puntaje que obtuvo esta nación en la prueba para el año 2018 (402). Los resultados de Costa Rica se asocian con un contexto signado por una especie de *apagón educativo* que ha afectado al país desde 2018, período durante el cual se suscitaron huelgas de educadores y sindicatos, así como protestas estudiantiles que causaron interrupciones prolongadas en la educación; además, la suspensión de actividades académicas debido a la pandemia en 2020 y 2021 ([Observatorio de la Educación, 2024](#)).

Efectivamente, en los últimos años, el rendimiento en matemáticas del estudiantado de secundaria en Costa Rica ha mostrado una tendencia preocupante. Los resultados de las pruebas PISA 2022 dan cuenta de una situación especialmente grave en los últimos grados de secundaria, donde solo 6 de cada 10 estudiantes logran aprobar matemáticas. Aunque el Ministerio de Educación Pública (MEP) ha implementado medidas como el acompañamiento intensivo al estudiantado y la capacitación de personas docentes para mejorar el rendimiento, los problemas estructurales en la enseñanza de esta asignatura ya eran evidentes antes de la pandemia ([Consejo Nacional de Rectores \[CONARE\], 2023](#)).

Para mejorar la comprensión y dominio de las matemáticas, especialmente las ecuaciones de primer grado se han desarrollado diversas estrategias pedagógicas. Una estrategia destacada es la del aula invertida, que promueve un aprendizaje activo y autodirigido. En este enfoque, el estudiantado adquiere conocimientos fuera del aula mediante herramientas multimedia y actividades preparatorias, y en clase, participan en dinámicas prácticas y colaborativas bajo la guía del docente, aprovechando mejor el tiempo en el aula.

La educación actual ha presenciado cambios en los modelos pedagógicos, focalizándose en alternativas que impacten el proceso de enseñanza-aprendizaje de las personas estudiantes. Entre estos modelos se destaca el aula invertida, una estrategia mixta que revierte la enseñanza tradicional unilateral, permitiendo un aprendizaje grupal e individual. Se ha observado que esta estrategia didáctica desarrolla habilidades tanto en el cuerpo docente como en el estudiantado, al fomentar un ambiente

educativo dinámico e interactivo, facilitando la colaboración e investigación; promueve el aprendizaje práctico mediante el uso de herramientas tecnológicas. Propone que las personas participantes adopten un rol participativo y activo en sus experiencias de aprendizaje, desafiando la educación tradicional unidireccional (Parrales y Rivadeneira, 2022).

En 2007, Bergmann y Sams, docentes de Química en Colorado – Estados Unidos, observaron que sus estudiantes perdían clases por diversas razones, y para abordar esta problemática emprendieron la grabación y distribución de videos. Esta metodología, conocida como *flipped classroom*, traslada la instrucción directa del aprendizaje grupal al individual, permitiendo que el tiempo en el aula se utilice para satisfacer las demandas particulares de aprendizaje. Esto transforma el entorno grupal en uno dinámico e interactivo, donde el instructor lidera al alumnado en la aplicación de conceptos y su participación creativa con el material del curso. Esta metodología busca aprovechar su potencial comunicativo, informativo, colaborativo, interactivo, innovador, reflejando un cambio en la cultura del aprendizaje hacia un enfoque más creativo y participativo (Domínguez y Palomares, 2020).

Aunque la literatura académica ha documentado varios beneficios potenciales del aula invertida, que en este estudio se asume como una estrategia, su aplicación en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año aún no ha sido ampliamente explorada ni comprendida. Este estudio busca abordar esa brecha, con el objetivo general de describir las mejoras propiciadas por la estrategia de aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año en una institución educativa de San José, Costa Rica.

El artículo expone inicialmente la problemática de investigación, seguidamente aborda la fundamentación teórica referencial, se detalla el diseño metodológico, finalizando con el análisis y discusión de los resultados, conclusiones y recomendaciones. Se caracterizan las competencias previas del estudiantado; luego, se implementa una estrategia de aula invertida y, finalmente, se estiman las mejoras generadas por la intervención en el conocimiento y dominio del contenido algebraico.

Antecedentes prácticos

La estrategia pedagógica del aula invertida, o *flipped classroom*, ha ganado popularidad como alternativa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. En esta estrategia, las personas estudiantes reciben instrucción fuera del aula mediante herramientas multimedia y utilizan las horas de clase para actividades prácticas y debates. Las investigaciones han mostrado que el aula invertida personaliza el aprendizaje, fomenta el pensamiento crítico y promueve la participación activa del alumnado. En el contexto de las matemáticas, este método puede mejorar la comprensión de conceptos como las ecuaciones de primer grado. Sin embargo, hay una falta de estudios a nivel doctoral o artículos científicos que examinen específicamente la relación entre el aula invertida y el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en la educación secundaria.

Diversas investigaciones han evaluado la efectividad de este método en comparación con los modelos tradicionales de enseñanza de las matemáticas. A este tenor, [Coto \(2021\)](#) determinó en su estudio (Costa Rica) que la experiencia del aula invertida es nueva para el estudiantado, quienes la consideran desafiante pero valiosa y positiva, puesto que les permitió aprender de manera más autónoma y efectiva. Aunque algunos percibieron limitaciones como mayor tiempo de trabajo, problemas de conexión y distracciones, en su mayoría valoraron la utilidad de los materiales de apoyo, la posibilidad de aclarar dudas de forma inmediata, el apoyo del docente y la flexibilidad del aprendizaje remoto durante la pandemia.

Igualmente, el estudio de [Rodríguez et al. \(2024\)](#) en República Dominicana, revela diferencias significativas en el rendimiento académico entre estudiantes expuestos al aula invertida y aquellos bajo metodología tradicional en matemáticas. El análisis de las calificaciones obtenidas a través de plataformas y exámenes, evaluado con pruebas estadísticas (t de Student), indicó un efecto favorable del aula invertida en el rendimiento educativo. Estudiantes que integran el grupo experimental mostraron un aumento significativo en las calificaciones (pre-test = 7.26; post-test = 9.12) en comparación con los de la clase tradicional (pre-test = 6.59; post-test = 7.22).

De igual forma, [Hernández-Reyes et al. \(2024\)](#), en México, investigaron el impacto del *Flipped Classroom* en el aprendizaje y en las habilidades disciplinares dentro del aula, en el área de matemáticas a nivel de preparatoria. La metodología incluyó el análisis de 238 estudiantes durante tres meses, comparando su desempeño en la plataforma virtual con sus evaluaciones estandarizadas, calculando la ganancia de aprendizaje mediante índices de Hake.

Los hallazgos principales indicaron que el aula invertida, combinada con plataformas virtuales, es una alternativa efectiva para fortalecer la educación en matemáticas en la educación media superior. Aunque todo el estudiantado se beneficia, quienes participan activamente obtienen un mejor desempeño. Además, estudiantes de bajo rendimiento muestran mejoras cuando trabajan con este modelo, mientras que los de alto rendimiento se sienten más motivados y logran resultados aún más satisfactorios.

En Perú, [Vílchez y Ramón \(2020\)](#) precisaron que la estrategia didáctica basada en aula invertida demostró su alta efectividad en el proceso de formación en matemáticas, a nivel de secundaria. Tras su aplicación, más del 65% de participantes alcanzaron niveles de rendimiento buenos y excelentes, y más del 70% mostraron satisfacción con la estrategia educativa. Se concluye así que la competencia matemática de estudiantes bajo el enfoque de clase invertida es excepcional, y el nivel de satisfacción con el aprendizaje logrado y las habilidades matemáticas desarrolladas fue muy positivo.

Por otro lado, se han examinado también los efectos de esta estrategia en la motivación, actitud y/o satisfacción de los discentes hacia el aprendizaje de las matemáticas. La investigación de [Donato \(2023\)](#) realizada en la provincia Santiago de Chuco, Perú, a nivel de educación secundaria, evidenció

que la mayoría de las personas participantes (41,5%) expresaron estar muy satisfechos o muy fuertemente satisfechos con la gestión de la clase invertida, mostrando niveles similares de satisfacción con los recursos y equipamiento (40,4%).

Asimismo, el 38,0% reportó estar muy satisfecho con el perfil del docente y el 41,5% con el perfil del estudiante. Mientras que Núñez y Rodríguez (2020), en Honduras, en estudiantes de secundaria, encontró que la implementación del aula invertida propició un fortalecimiento significativo de la actitud hacia las matemáticas en el grupo sometido a la intervención, lo que contrasta con estudiantes que no participaron, en quienes se mantuvo mayormente neutral. Además, se registró una significativa diferencia favorable en las notas del equipo experimental respecto a las del grupo control.

En cuanto al análisis de la efectividad del aula invertida como estrategia pedagógica en la enseñanza de ecuaciones y otros temas de Álgebra, Fernández (2021), en Madrid, concluyó que la inserción de la estrategia de aula invertida se tradujo en un incremento significativo de las tasas de éxito del alumnado, respecto a años anteriores, evidenciándose además que la satisfacción estudiantil mejoró notablemente. Así mismo, Méndez (2022) estableció que existe una asociación significativa entre el uso del aula invertida y el aprendizaje de ecuaciones lineales. Se evidenció que las video simulaciones y transcripciones de videos contribuyeron positivamente a este proceso, aunque con diferencias en su efectividad.

De lo anterior destaca que, este estudio sobre el uso del aula invertida para el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año, surge como una respuesta a la necesidad de explorar y comprender mejor cómo implementar esta estrategia de manera efectiva. Aunque el aula invertida ha sido reconocida por sus beneficios potenciales en la enseñanza de matemáticas, su aplicación específica en el contexto de ecuaciones de primer grado aún no ha sido ampliamente investigada.

Fundamentación teórica referencial

La estrategia pedagógica de aula invertida ha ganado popularidad en años recientes, desafiando las convenciones educativas al cambiar la dinámica tradicional de enseñanza y aprendizaje. Esta estrategia coloca al estudiantado en el epicentro del proceso, promoviendo la autonomía y el pensamiento crítico al invertir los roles tradicionales. Nacida hace más de dos décadas, el aula invertida permite a aprendices acceder a los contenidos desde sus hogares, fomentando un aprendizaje activo y colaborativo en el aula, y se adapta a diversos contextos educativos y niveles de enseñanza, integrándose dentro de los modelos centrados en el estudiantado (Rodríguez et al., 2024).

El concepto de *Aula invertida* o *Flipped Classroom* es una estrategia innovadora que utiliza tecnologías multimedia para que el alumnado se familiarice con los temas antes de la clase presencial, permitiendo dedicar más tiempo en el aula a consultas, intercambios de opiniones y actividades prácticas.

Desarrollada por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, profesores de química en Woodland Park High School en Colorado, esta metodología inicialmente buscaba ayudar a estudiantes que no podían

asistir a clase, grabaron y distribuyeron lecciones, pero descubrieron que la totalidad de estudiantes se beneficiaban, por lo que cambiaron su enfoque para enviar videos de lecciones para ver en casa, reservando el tiempo en clase para actividades prácticas y resolución de dudas. Según estos pioneros, el Aula Invertida transforma la enseñanza al mover las actividades instruccionales fuera del aula, convirtiendo las horas de clase en espacios interactivos, dinámicos y participativos, donde la persona docente orienta al estudiantado en la aplicación de los conceptos (Sandobal et al., 2021).

La estrategia de aula invertida fomenta una interacción horizontal entre estudiantes y docentes, permitiendo un acompañamiento personalizado en sus actividades educativas. Las herramientas tecnológicas desempeñan un papel clave en la creación de contenido y la comunicación emocional con el alumnado. El acceso y uso de herramientas digitales en el modelo de clase invertida potencian las habilidades, intereses y la curiosidad por aprender del estudiantado (Donato, 2023).

En lo que respecta a los momentos claves de la aplicación del aula invertida, Rodríguez et al. (2024) destacan que, antes de la clase, se preparan objetivos, contenidos y recursos digitales; durante la clase, se fomenta la interacción entre estudiantes y docentes para aclarar dudas y consolidar el aprendizaje; y después de la clase, se promueve la autorregulación del aprendizaje y el desarrollo de competencias metacognitivas para reforzar el conocimiento adquirido.

La conceptualización de la estrategia de aula invertida adopta postulados de diversos enfoques teóricos, tales como la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, los aportes de Piaget a la teoría constructivista, la teoría del aprendizaje autodirigido de Knowles y la teoría del aprendizaje de Vygotsky. Todos enfocados en la superación de patrones tradicionales de enseñanza, en este caso, de las matemáticas.

La teoría del aprendizaje significativo enfatiza la relevancia de conectar el conocimiento recién adquirido con las estructuras cognitivas precedentes del educando. Ausubel propone el aprendizaje significativo como alternativa al conductismo, abogando por un modelo donde las personas estudiantes sean activos en su aprendizaje, incorporando experiencias previas. Sugiere que el estudiante integre nuevos conocimientos con lo que ya sabe, promoviendo un aprendizaje duradero y útil. Para lograrlo, se requiere la presencia de ideas previas, material significativo y una actitud activa tanto del estudiante como del mediador (Gorozabel et al., 2022). Desde esta perspectiva, el aprendizaje de ecuaciones de primer grado a través del aula invertida se facilita cuando estudiantes pueden conectar este contenido con experiencias previas y comprender su relevancia en contextos cotidianos.

Según Mercado (2020), para que se produzca un aprendizaje significativo, esto es, la adquisición, integración profunda y estructuración de nuevos conocimientos con las estructuras cognitivas previas, es preciso que los contenidos sean relevantes, que el estudiante participe activamente en su proceso de aprendizaje y que exista una conexión clara entre los nuevos conocimientos y los ya

existentes. Estos principios tienen aplicación al aula invertida, en la medida en que el estudiantado explora los contenidos fuera del aula a través de recursos tecnológicos, accediendo a la información de forma autónoma y a su propio ritmo; luego, al llegar a clase, utilizan ese conocimiento previo en actividades colaborativas y dinámicas que también fomentan el aprendizaje significativo.

De esta forma, se promueve la construcción activa del conocimiento y se facilita el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas. En definitiva, la estrategia de aula invertida, al estar centrada en el estudiante, fomenta un entorno en el que el conocimiento nuevo se conecta de manera significativa con los saberes previos, potenciando la creatividad y la reflexión autónoma.

Por otro lado, Piaget desarrolla planteamientos centrales al constructivismo cognitivo, exponiendo que la edificación del saber es un proceso personal que acontece en la mente de cada individuo, donde residen sus representaciones del mundo, lo que implica la articulación equilibrada entre la asimilación y la acomodación. Se considera al ser humano como un agente autónomo en la construcción del conocimiento, cada individuo se desarrolla cognitivamente, a su propio ritmo y mediante procesos internos, por lo que el educando se ubica en el epicentro de las dinámicas de aprendizaje, relegando al docente a un papel secundario y desafiando así al paradigma tradicional. Los avances tecnológicos y la interacción en redes sociales pueden ahora facilitar este proceso al permitir un aprendizaje más flexible y adaptable al ritmo del estudiante, sin restricciones de tiempo ni espacio (Camarillo y Barboza, 2020).

Desde esta perspectiva, las personas construyen el conocimiento a lo largo de diferentes etapas de su vida, desde la infancia hasta la adultez; el conocimiento no es algo que se recibe pasivamente, sino que el individuo construye activamente a través de sus interacciones con el entorno. Este proceso implica la asimilación, donde se incorporan nuevas experiencias a esquemas existentes, y la acomodación, en la que se ajustan los esquemas para integrar nueva información. A lo largo de las etapas de desarrollo cognitivo (sensorimotor, preoperacional, operaciones concretas y formales), las personas desarrollan su capacidad para resolver problemas y pensar de manera más abstracta (Kouicem, 2020).

En el mismo orden, Núñez y Rodríguez (2020) exponen que el constructivismo cognitivo, como base teórica del aula invertida, se expresa en el impulso del aprendizaje activo, facilitado por la tecnología, el cual permite a las personas estudiantes crear sus propios saberes y solventar problemas de la cotidianidad, lo que les brinda autonomía y acelera la formación de las habilidades para el pensamiento crítico. Concretamente, se asume que el estudiantado asimila información de manera autónoma fuera del aula y luego acomoda ese conocimiento mediante actividades prácticas y colaborativas en clase. Así, el aula invertida integra de manera efectiva los procesos de organización, adaptación y equilibrio planteados por Piaget, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo.

Otro aporte teórico de relevancia para la comprensión del aula invertida como estrategia de enseñanza, es el concepto de aprendizaje autodirigido de Knowles, mediante el cual plantea que cada

individuo controla su proceso educativo al identificar necesidades, encontrar recursos, aplicar estrategias y evaluar resultados, el alumnado decide qué aprender, cómo hacerlo, con quién colaborar y qué recursos utilizar. Para el éxito del aprendizaje autodirigido, destacan tres habilidades clave: planificación de actividades, que requiere ser activos y deliberados; la motivación para aprender, que mantiene el interés; y la reflexión crítica, para evaluar el progreso. Abarca estrategias cognitivas, metacognición y motivación, esenciales para el desarrollo educativo (Ortiz y García, 2023).

Una de las principales características del aprendizaje autodirigido es la independencia del estudiante, quien toma las decisiones educativas sin depender exclusivamente de la instrucción del maestro. La flexibilidad es igualmente medular, permitiendo a estudiantes adaptar sus estrategias de aprendizaje a diferentes ritmos y estilos. Bajo este enfoque, el aula invertida promueve el aprendizaje autónomo al transformar el rol del docente de proveedor de información a facilitador del proceso educativo. Este enfoque empodera al estudiante, pues se brinda acceso al material antes de la clase, permitiéndole explorarlo de manera independiente, lo que contribuye a desarrollar la responsabilidad y la autodirección en su aprendizaje, ayudando a construir habilidades que son esenciales en un entorno educativo contemporáneo (Aranda y Carbonell, 2023).

Finalmente, la teoría del aprendizaje social de Vygotsky propone que el desarrollo cognitivo de una persona surge de su interacción con el entorno. En este proceso, cada individuo desarrolla su identidad y aprende a utilizar símbolos, lo que contribuye a la evolución de su pensamiento en el contexto social en que se desenvuelve. Destaca la importancia de la zona de desarrollo próximo, que representa la brecha entre lo que alguien puede aprender por sí mismo y lo que podría aprender con la asistencia de un experto, donde ocurre el aprendizaje de nuevas habilidades (Rojas et al., 2021).

Así mismo, Vygotsky sostiene que el desarrollo del funcionamiento mental superior depende de dos elementos clave. Primero, el uso de signos y sistemas de signos, siendo el habla la herramienta psicológica más importante, actúa como un medio para mediar el comportamiento. Esta mediación permite la reestructuración del comportamiento mediante lo que él denomina acto instrumental. En segundo lugar, enfatiza el desarrollo histórico y ontogenético de las formas mediadas de comportamiento, destacando la función social del habla en la interacción y comunicación. Vygotsky considera que las funciones mentales superiores son intrínsecamente sociales, ya que su desarrollo está vinculado al sistema sociocultural y se transmite de generación en generación a través del aprendizaje. Además, estas funciones son el resultado de la internalización del comportamiento social, lo que implica que cada individuo adopta y transforma esas prácticas culturales en su propia experiencia (Sánchez, 2019).

El aula invertida se vincula estrechamente con la teoría del aprendizaje social de Vygotsky al promover la interacción y colaboración entre estudiantes como motor del aprendizaje. Este enfoque permite que el alumnado se prepare de manera autónoma antes de las clases, facilitando así el uso de

la zona de desarrollo próximo, donde la asistencia de compañeros y docentes cierra la brecha entre el aprendizaje independiente y el apoyo social. Al fomentar el uso de herramientas simbólicas, como el lenguaje, durante las actividades en clase, el estudiantado puede interiorizar conocimientos y habilidades en un entorno que refleja su contexto sociocultural. De esta manera, el aula invertida no solo se centra en el contenido académico, sino que también potencia el desarrollo de competencias sociales y cognitivas esenciales para la construcción de la identidad del estudiante, alineándose con la idea de que el aprendizaje es un proceso social y dinámico (Rojas et al., 2021; Sánchez, 2019).

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, concebido por Hernández y Mendoza (2018) como un proceso sistemático y objetivo que se apoya en la cuantificación numérica y el análisis estadístico de las variables, por medio de instrumentos y técnicas que permiten describir, analizar o explicar el comportamiento de las variables, así como obtener conclusiones sobre el fenómeno estudiado. En este caso, se pretende obtener datos numéricos confiables y precisos sobre las mejoras propiciadas por la estrategia del aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año, e interpretarlos a luz de las teorías y referentes expuestos para construir conocimientos científicos sobre este fenómeno educativo.

El estudio se realiza con un diseño preexperimental, que implica la manipulación de la variable independiente, mediante la aplicación del aula invertida en matemáticas, con el propósito de examinar su efecto sobre la variable dependiente: el aprendizaje de ecuaciones de primer grado, utilizando la técnica de pretest/posttest con un solo grupo. Este diseño implica la evaluación inicial del grupo antes de aplicar el tratamiento experimental (X), seguida de una evaluación posterior después de la intervención (Hernández y Mendoza, 2018).

El diseño también se caracteriza como descriptivo, pues busca proporcionar un análisis detallado de las propiedades y atributos de los conceptos, fenómenos, variables o eventos en un contexto específico (Arias y Covinos, 2021). En concreto, se busca describir las mejoras propiciadas por la estrategia de aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en una muestra de estudiantes de undécimo año de una institución educativa de San José – Costa Rica, a partir de un análisis de las dimensiones.

La población objetivo de este estudio está conformada por 195 cursantes del undécimo año, registrados en la asignatura de matemáticas, en una institución educativa en San José de Costa Rica. Se empleó un muestreo censal, al seleccionar a la totalidad de estudiantes de este nivel y asignatura en la institución, se tomó en cuenta a cada miembro de la población para participar en el estudio, sin excluir a ninguno.

La técnica de recolección de información empleada consiste en una prueba pedagógica diseñada específicamente para evaluar el nivel de comprensión y habilidades en ecuaciones de primer grado.

Esta se define como una prueba estandarizada orientada a evaluar de manera sistemática los conocimientos, habilidades, nivel de desarrollo y/o características personales de cada individuo evaluado, posibilitando un análisis cuantitativo de los efectos generados de la enseñanza o de la implementación de propuestas educativas programadas (Kamalova, 2021).

La prueba elaborada contiene un conjunto de interrogantes de alternativas múltiples y de respuesta corta que abarcaban los conceptos fundamentales de las ecuaciones de primer grado, tales como: definición de ecuación de primer grado, elementos de una ecuación de primer grado (incógnita, coeficiente, término independiente), representación gráfica de ecuaciones de primer grado, resolución de ecuaciones de primer grado por diferentes métodos (balanceo, despeje, fórmula), y aplicaciones de las ecuaciones de primer grado a la resolución de problemas. La prueba es construida con base en los contenidos programáticos del área de matemáticas correspondiente al undécimo grado de secundaria en Costa Rica.

Para procesar las pruebas se utilizó el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), en su versión 26, construyendo tablas de frecuencia para cada variable, para mostrar la distribución de las dimensiones en ambos momentos de medición, permitiendo comparar los cambios entre el pretest y postest. El análisis de los datos se realizó mediante la estadística descriptiva, examinando las características básicas de la muestra, las puntuaciones obtenidas en las pruebas pedagógicas y derivando conclusiones en torno a las variables del estudio.

RESULTADOS

Se ejecutó un diagnóstico inicial para caracterizar las competencias previas del estudiantado en el manejo de ecuaciones de primer grado, a través de un pretest que abarcaba conceptos fundamentales en esta área. A continuación, en la [Tabla 1](#), se presentan los datos obtenidos en este diagnóstico inicial, proporcionando una visión general de las dificultades iniciales y sentando las bases para el análisis y la discusión posteriores.

En la [Tabla 1](#) se observan los temas que se evaluaron en la prueba previa, que se corresponden con el contenido programático de la asignatura matemáticas, en el undécimo grado de secundaria, abarcando específicamente aspectos teóricos como a definición de una ecuación de primer grado y los elementos que la integran, y luego aspectos prácticos sobre resolución de ecuaciones de primer grado con una incógnita por diferentes métodos y aplicación de estas ecuaciones en la resolución de problemas. Se identifica el género de las personas estudiantes, así como la cantidad y porcentaje de quienes aprobaron (con más de 70 puntos) y quienes no aprobaron (con puntuaciones menores a 70 puntos), con la finalidad de analizar el estado inicial del conocimiento y habilidades del alumnado en cuanto a estos contenidos.

Al analizar los resultados expuestos, el pretest revela varias tendencias con respecto a las dificultades de las personas estudiantes en ecuaciones de primer grado. En primer lugar, al examinar

la comprensión de la definición de ecuación de primer grado, se observa que un porcentaje considerable de las personas estudiantes no lograron alcanzar los 70 puntos. Específicamente, el 57,89% correspondiente a las mujeres y el 80% de los estudiantes masculinos obtuvieron puntajes por debajo de este umbral, lo que sugiere la presencia de dificultades en la comprensión conceptual de este tipo de ecuaciones. Esto evidencia que los estudiantes del sexo masculino poseen mayores desventajas en este sentido.

Tabla 1.

Caracterización de las competencias previas de las personas estudiantes en el manejo de ecuaciones de primer grado

Temas	Sexo	Puntuación		Total, por sexo	Total
		Mayor 70	Menor que 70		
Definición de ecuación de primer grado	Femenino	40	55	95	195
		42,11	57,89	100,0%	
	Masculino	20	80	100	
		20,00	80,00	100,00%	
Elementos de una ecuación de primer grado (incógnita, coeficiente, término independiente)	Femenino	15	80	95	195
		15,79	84,21	100,00%	
	Masculino	32	68	100	
		32,00	68,00	100,00%	
Resolución de ecuaciones de primer grado con una incógnita por diferentes métodos (balanceo, despeje, fórmula)	Femenino	10	85	95	195
		10,53	89,47	100,00%	
	Masculino	1	99	100	
		1,00	99,00	100,00%	
Aplicaciones de las ecuaciones de primer con una incógnita grado a la resolución de problemas	Femenino	2	93	95	195
		2,11	97,89	100,00%	
	Masculino	0	100	100	
			100,00	100,00%	

Nota. Se aprueba con una puntuación de 70.

Fuente: Ministerio de Educación Pública (MEP, 2018).

Al analizar la capacidad estudiantil para identificar los elementos de una ecuación de primer grado, se observa que el 84,21% de las mujeres y el 68% de los hombres no lograron superar los 70 puntos en esta área. Esto indica que, entre estudiantes, las mujeres, con mayor prevalencia, experimentan limitaciones al momento de distinguir entre los distintos componentes de una ecuación de primer grado, como la incógnita, el coeficiente y el término independiente.

En cuanto a la resolución de ecuaciones de primer grado, los resultados son aún más deficientes, puesto que la mayoría del estudiantado se encuentra por debajo de 70 puntos, el 89,47 de las mujeres y el 99% de los hombres. Este resultado evidencia que casi todo el alumnado enfrenta desafíos significativos al tratar de resolver este tipo de ecuaciones, lo que denota la necesidad de prestar especial atención a los ejercicios prácticos de ecuaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Por último, al valorar la aplicación de las ecuaciones de primer grado en la resolución de problemas, se observa que la totalidad de los estudiantes del sexo masculino (100%) fallaron en sus respuestas, obteniendo un puntaje inferior a 70; en las mujeres, este valor se ubica en 97,89%, indicando que solo 2 estudiantes del sexo femenino aprobaron esta parte de la prueba. Estos resultados dan cuenta de un nivel de conocimientos y habilidades muy deficiente en la población estudiantil analizada, en cuanto a la aplicación de las ecuaciones lineales a la resolución de problemas.

El análisis exhaustivo de los resultados del pretest revela una alarmante falta de comprensión y habilidades en el manejo de ecuaciones de primer grado entre estudiantes. Se observa una mayor deficiencia en el rendimiento masculino. La incapacidad para identificar los elementos básicos de una ecuación, así como los resultados insatisfactorios en la resolución de problemas prácticos, indican que se requiere una atención especial en la enseñanza de estas habilidades fundamentales. Estos hallazgos sugieren que las metodologías actuales pueden no estar adecuadamente alineadas con las necesidades de aprendizaje del alumnado, lo que resalta la importancia de implementar estrategias más efectivas y prácticas en el aula.

Diseño e implementación del aula invertida para el aprendizaje de ecuaciones de primer grado

Durante cuatro semanas se implementó una estrategia de aula invertida en matemáticas, específicamente en la enseñanza de ecuaciones de primer grado, para el estudiantado de undécimo grado. Esta estrategia se basó en la selección cuidadosa de recursos digitales que incluían videos explicativos, ejercicios interactivos en plataformas como Quizziz, Genially, Geogebra y Liveworksheets, así como presentaciones multimedia en PowerPoint o Google Slides. Estos recursos fueron diseñados para que las personas estudiantes los revisaran de forma autónoma antes de cada clase presencial, fomentando así la autonomía en su aprendizaje.

La plataforma Moodle se utilizó como el centro del aula invertida, donde se alojaron todos los recursos digitales. MilAula, una herramienta dentro de Moodle facilitó la organización de los recursos en secciones como Recursos, Actividades y Evaluaciones, lo que simplificó el acceso y la navegación para el estudiantado. Se proporcionaron instrucciones detalladas sobre cómo acceder y utilizar los recursos digitales, incluyendo videos tutoriales paso a paso para familiarizar a la persona estudiante.

Para fomentar la interacción y el apoyo entre el estudiantado y el equipo docentes, se estableció un foro de dudas donde las personas estudiantes podían plantear preguntas y recibir respuestas. Además,

se diseñaron diversas actividades que los y las estudiantes realizarían después de revisar los recursos digitales, incluyendo cuestionarios en línea para evaluar la comprensión teórica, ejercicios de resolución de ecuaciones para poner en práctica los conocimientos adquiridos y problemas contextualizados para aplicar las ecuaciones de primer grado a situaciones de la vida real.

En esta propuesta se seleccionaron recursos que permitieron al estudiantado a conectar la actividad con sus conocimientos previos, tanto en el uso de herramientas digitales como en los contenidos matemáticos relacionados con situaciones reales de su cotidianidad, enmarcándose así en los planteamientos del aprendizaje significativo. Esto se refleja en la teoría de Ausubel, que destaca la importancia de anclar nuevos conocimientos a lo que ya se sabe.

Asimismo, el uso de estos recursos digitales permitió una guía estructurada del aprendizaje, autonomía en los ritmos y estilos de las personas estudiantes durante las actividades fuera del aula, enfatizando además el papel del docente como facilitador en el proceso educativo. Esto se alineó con la teoría del aprendizaje dirigido. Este enfoque asegura que el estudiantado reciba la orientación necesaria para navegar a través del material y aplicar efectivamente lo aprendido en contextos prácticos. Además, las interacciones durante las sesiones presenciales fomentan el aprendizaje social, en el cual estudiantes comparten ideas y soluciones, enriqueciendo su comprensión colectiva. Esta dinámica se alinea con la perspectiva de Vygotsky, que subraya la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo.

Finalmente, el aula invertida refleja principios del constructivismo cognitivo al permitir que el estudiantado construya su conocimiento a través de la experiencia directa con los recursos digitales y la resolución de problemas. Este enfoque promueve un aprendizaje activo, donde el alumnado asume un papel protagónico en su proceso educativo, favoreciendo así una comprensión más profunda y duradera.

Durante el período de implementación, se observó un aumento en la participación y el compromiso de la persona estudiante con el contenido, evidenciado por un mayor número de interacciones en la plataforma y una mayor asistencia a las clases presenciales. Además, se notó una mejora gradual en la comprensión y aplicación de los conceptos de ecuaciones de primer grado, proporcionando una idea anticipada acerca de la efectividad de la estrategia de aula invertida como un enfoque pedagógico que puede contribuir a mejorar el aprendizaje de las matemáticas.

La evaluación del aprendizaje se llevó a cabo mediante una combinación de métodos, que incluyeron cuestionarios en línea para evaluar el conocimiento teórico, tareas y proyectos para evaluar la aplicación práctica de los conocimientos y foros para compartir dudas y promover la discusión entre estudiantes. Esta estrategia de aula invertida permitió una experiencia de aprendizaje más dinámica y participativa.

Evaluación de las mejoras propiciadas por la intervención en el nivel de conocimiento y dominio de las ecuaciones de primer grado

Se aplicó una evaluación que tuvo como objetivo comparar los resultados obtenidos al inicio del estudio con aquellos alcanzados después de la intervención, con el fin de medir el efecto de la estrategia en el proceso de aprendizaje de estudiantes. La evaluación consistió en una combinación de pruebas sumativas y formativas diseñadas específicamente para evaluar la comprensión teórica y la capacidad práctica en la resolución de ecuaciones de primer grado. Se aplicaron cuestionarios en línea, tareas prácticas y proyectos que pusieron a prueba la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el periodo de estudio. Además, se utilizó un enfoque formativo para recopilar información sobre el progreso estudiantil y su nivel de dominio de los conceptos, tal como se muestra en la [Tabla 2](#).

Tabla 2.

Caracterización de las competencias previas de las personas estudiantes en el manejo de ecuaciones de primer grado

Temas	Sexo	Puntuación		Total, por sexo	Total
		Mayor 70	Menor que 70		
Definición de ecuación de primer grado	Femenino	90	5	95	195
		94,74	5,26	100,00	
	Masculino	85	15	100	
		85,00	15,00	100,00%	
Elementos de una ecuación de primer grado (incógnita, coeficiente, término independiente)	Femenino	85	10	95	195
		89,47	10,53	100,00%	
	Masculino	83	17	100	
		83,00	17,00	100,00%	
Resolución de ecuaciones de primer grado con una incógnita por diferentes métodos (balanceo, despeje, fórmula)	Femenino	64	31	95	195
		67,37	32,63	100,00%	
	Masculino	45	65	100	
		45,00	65,00	100,00%	
Aplicaciones de las ecuaciones de primer con una incógnita grado a la resolución de problemas	Femenino	45	50	95	195
		47,37	52,63	100,00%	
	Masculino	34	66	100	
			66,00	100,00%	

Nota. Se aprueba con una puntuación de 70.

Fuente: Ministerio de Educación Pública (MEP, 2018).

En la [Tabla 2](#) se sistematiza la cantidad y porcentajes de estudiantes, diferenciados por sexo, que obtuvieron puntuaciones menores a 70 (reprobados) y quienes aprobaron con una puntuación mayor a 70, por cada uno de los aspectos evaluados sobre el contenido de matemáticas, los mismos que fueron medidos en la evaluación inicial y que dan cuenta de los objetivos de aprendizaje en esta asignatura.

En lo que respecta a la definición de ecuación de primer grado, se evidencia una mejora considerable en ambos grupos de estudiantes. Tanto las estudiantes como los estudiantes mostraron un aumento en el número de individuos que alcanzaron más de 70 puntos. El 94,74% de las mujeres y 85% de los hombres lograron superar este umbral, lo que sugiere una mejor comprensión del concepto luego de la intervención educativa basada en aula invertida. Se observa una diferencia significativa favorable a las mujeres.

En cuanto a la identificación de los elementos de una ecuación de primer grado, también se observa una mejora significativa en el desempeño estudiantil en el postest. Tanto las estudiantes (89,47%) como los estudiantes (83,00%) mostraron un aumento representativo en el porcentaje de individuos que alcanzaron más de 70 puntos en esta área. Esto indica una mayor claridad en la comprensión de los componentes fundamentales de una ecuación de primer grado después de los cambios introducidos por el docente.

En lo que respecta a la resolución de ecuaciones de primer grado, se observa una mejora generalizada en ambos grupos de estudiantes. En el grupo femenino, el 67,37% logró superar los 70 puntos, mientras que, en el grupo masculino, esta cifra fue del 45%. Las mujeres tienen un desempeño ligeramente superior en la resolución de ecuaciones de primer grado. Aunque se evidencia un efecto altamente favorable de la estrategia de aula invertida en el dominio de esta competencia, se debe tener en cuenta que aún existe un porcentaje significativo de estudiantes que no lograron superar esta parte de la evaluación.

Finalmente, al considerar la aplicación de las ecuaciones de primer grado en la resolución de problemas, también se observa una mejora importante en el desempeño de estudiantes en el postest. Tanto las mujeres como los varones mostraron un aumento en el porcentaje de participantes que alcanzaron más de 70 puntos en esta área: 47,37% y 34,00% respectivamente. Esto indica que, a pesar de alcanzar una mejora sustancial en este aspecto, es preciso seguir fortaleciendo los métodos de enseñanza y las condiciones de la experiencia educativa.

Los resultados obtenidos en la intervención educativa reflejan mejoras notables en la comprensión de las ecuaciones de primer grado por parte del estudiantado, especialmente en la definición y la identificación de sus elementos. Este avance sugiere que la implementación de la estrategia de aula invertida ha facilitado un aprendizaje más efectivo, permitiendo a las personas estudiantes alcanzar niveles de rendimiento superiores a 70 puntos. Sin embargo, a pesar de estas mejoras, persisten desafíos en

la resolución de ecuaciones y su aplicación en problemas prácticos, evidenciando que un porcentaje considerable de estudiantes aún no logra superar estos umbrales. Es importante resaltar que, aunque el desempeño femenino muestra una tendencia favorable en comparación con el masculino, esto no debe minimizar la necesidad de atención adicional para todo el estudiantado que enfrentan dificultades.

Por consiguiente, es preciso seguir fortaleciendo las prácticas pedagógicas, promoviendo un enfoque activo y colaborativo en el aula que fomente la comprensión y aplicación de las matemáticas en contextos reales. La mejora en el rendimiento tras la intervención sugiere que la enseñanza debe ser continuamente adaptativa, incorporando metodologías que atiendan las diversas necesidades de aprendizaje de las personas estudiantes.

Análisis comparativo

En el análisis comparativo entre los resultados del pretest y el postest, se observa una mejora significativa en el desempeño de las personas estudiantes en cada aspecto evaluado. En lo que respecta a la dimensión definición de ecuación de primer grado, en el pretest, el 57,89% de las estudiantes y 80% de los estudiantes se ubicaron en puntajes inferiores a los 70 puntos; mientras que, en el postest, estos números se redujeron notablemente, con solo el 5,26% de las estudiantes y el 15% de los estudiantes se situaron por debajo de este umbral.

Asimismo, en la identificación de los elementos de una ecuación de primer grado, el 84,21% de las mujeres y 68% de los hombres obtuvieron puntajes bajos en el pretest; en contraste, con la aplicación del postest se mostró que estos porcentajes disminuyeron a 10,53% y 17%, respectivamente. A partir de estos hallazgos, se evidencia que la primera mejora generada por el cambio en la estrategia pedagógica se observa a nivel del dominio de los aspectos teóricos inherentes al tema.

Ahora bien, en los componentes prácticos del contenido, aunque se observan mejoras significativas, se aprecia la necesidad de profundizar la intervención educativa en este sentido. Los datos obtenidos demuestran que, en la resolución de ecuaciones de primer grado, el 89,47% de las mujeres y el 99% de los hombres tuvieron resultados deficientes en el pretest. Se observa que estos porcentajes disminuyeron a 32,63% y 65%, respectivamente. Con un comportamiento similar, se observó que, en el pretest relacionado con la aplicación de ecuaciones en la resolución de problemas, el 100% de los hombres y el 97,89% de las mujeres fueron reprobados con valores inferiores a los 70 puntos, mientras que, en el postest, estos porcentajes se redujeron a 66% y 52,63%, respectivamente.

A partir de este análisis, se aprecia una mejora significativa en el rendimiento del estudiantado en matemáticas, particularmente en la comprensión teórica de las ecuaciones de primer grado y la identificación de sus elementos. En términos específicos, los datos sugieren que la intervención educativa basada en el aula invertida ha generado cambios positivos en la asimilación de los conceptos fundamentales. La reducción notable en el porcentaje de estudiantes con puntajes bajos, especialmente en

la definición de ecuación y la identificación de sus componentes, indica que las personas estudiantes están logrando una mejor comprensión de los aspectos teóricos gracias a la estrategia activa y centrada en el estudiantado que propone el aula invertida.

Los resultados en la resolución práctica de ecuaciones y la aplicación de estas en problemas indican que aún existen desafíos importantes. Aunque hubo mejoras significativas, una proporción considerable de estudiantes aún no logra alcanzar niveles satisfactorios en estas áreas. Esto sugiere que, si bien la estrategia del aula invertida facilita el dominio conceptual, es necesario complementar esta metodología con más ejercicios prácticos y actividades que refuercen la aplicación de los conocimientos. De esta forma, se podría mejorar la capacidad del estudiantado para resolver problemas matemáticos en contextos más complejos y reales.

Estos desafíos ponen de manifiesto la necesidad de seguir trabajando en la transferencia de los conocimientos adquiridos a situaciones avanzadas. Aunque las personas estudiantes estén mejorando en sus fundamentos matemáticos, aún enfrentan dificultades para aplicar esos conocimientos en situaciones más complejas. Para mejorar esta preparación es fundamental que la innovación pedagógica continúe enfocándose en metodologías activas y prácticas que conecten los conceptos teóricos con su aplicación en escenarios más avanzados.

DISCUSIÓN

La revisión de los estudios previos sobre el uso del aula invertida en la enseñanza de matemáticas, aunque no específicamente centrados en ecuaciones de primer grado, proporciona un contexto relevante para contrastar los resultados obtenidos en esta investigación. En general, se observa una tendencia positiva hacia la efectividad de esta estrategia pedagógica en la mejora del rendimiento académico y la actitud hacia las matemáticas.

La implementación de la estrategia de aula invertida generó mejoras significativas en el manejo de los aspectos teórico – prácticos de las ecuaciones de primer grado, por ende, es preciso resaltar que este hallazgo se relaciona con las conclusiones de estudios como el de [Coto \(2021\)](#) y [Rodríguez et al. \(2024\)](#), quienes destacan el efecto positivo del aula invertida en el rendimiento académico estudiantil, respaldado por una mayor comprensión conceptual y una mayor autonomía en el aprendizaje. Igualmente, [Hernández-Reyes et al. \(2024\)](#), en México, concluyeron que el aula invertida es una alternativa efectiva para fortalecer la educación en matemáticas en la educación media superior. Pues genera mejoras significativas tanto en estudiantes de bajo rendimiento como en los de alto rendimiento, a nivel de motivación, satisfacción y aprendizaje.

Por otra parte, [Vílchez y Ramón \(2020\)](#), en Perú, evidencian altos niveles de satisfacción y rendimiento académico entre las personas estudiantes expuestas al aula invertida. Estos hallazgos coinciden con las conclusiones de [Núñez y Rodríguez \(2020\)](#), en Honduras, quienes señalan una mejora

significativa en la actitud y el rendimiento académico del estudiantado tras la implementación del aula invertida. Aunque en este estudio no se mide motivación o satisfacción estudiantil, específicamente, los resultados favorables dan cuenta de que se ha incrementado el interés del estudiantado por la materia tratada, lo que se corrobora con la descripción de la experiencia educativa desde la perspectiva de la persona docente.

En lo que concierne a estudios específicos sobre la enseñanza de ecuaciones y temas de Álgebra, [Fernández \(2021\)](#) y [Méndez \(2022\)](#) respaldan la efectividad del aula invertida en la construcción del conocimiento y la mejora del rendimiento en áreas relacionadas. En correspondencia con sus resultados, se estableció que el efecto más significativo obtenido con el aula invertida es en el nivel de conocimiento sobre contenidos conceptuales relativos a las ecuaciones de primer grado, y se alcanzaron efectos importantes a nivel de los contenidos prácticos, pero requieren una intervención más profunda.

CONCLUSIONES

En este estudio se propuso describir las mejoras propiciadas por la estrategia de aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en una muestra de estudiantes de undécimo año, de una institución educativa de San José, Costa Rica. Los resultados muestran que el aula invertida generó relevantes mejoras en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en el estudiantado de undécimo año. Se observa un progreso sustancial en su desempeño, en todos los aspectos evaluados, concluyendo que esta estrategia pedagógica puede ser efectiva para fortalecer la comprensión y el dominio de los conceptos matemáticos.

La implementación del aula invertida resultó en una notable mejora en la comprensión de la definición de ecuaciones de primer grado. Se evidenció una reducción significativa en el número de estudiantes que obtuvieron puntajes bajos en este aspecto, lo que indica una mayor claridad conceptual y una mejor comprensión de los fundamentos teóricos de las ecuaciones de primer grado.

También se logró una mejora considerable en la capacidad estudiantil para identificar los elementos de una ecuación de primer grado. La aplicación del aula invertida contribuyó a reducir significativamente los porcentajes de estudiantes con puntajes bajos en este aspecto, propiciando una mayor habilidad para distinguir y comprender los componentes esenciales de las ecuaciones lineales. Aunque se observó una mejora en la resolución de ecuaciones, los resultados indican la necesidad de una intervención educativa más profunda, pues aún existe un número considerable de estudiantes que enfrentan dificultades en esta área.

Si bien se observó una mejora en la aplicación de ecuaciones en la resolución de problemas, los resultados sugieren la necesidad de una mayor atención en este aspecto. Aunque se redujeron los porcentajes de personas estudiantes reprobadas, queda un margen significativo para fortalecer las habilidades de aplicación práctica de las ecuaciones en situaciones problemáticas del mundo real.

En el análisis de los resultados del pretest, se detectaron dificultades significativas en aspectos clave como la definición de ecuaciones de primer grado, la identificación de sus elementos y la resolución de ecuaciones. Esto proporcionó una base clara para diseñar estrategias de enseñanza en el contexto del aula invertida.

En la implementación del aula invertida, se utilizaron diversos recursos digitales, como videos explicativos, ejercicios interactivos y presentaciones multimedia, que se ofrecieron a estudiantes para revisar de forma autónoma antes de las clases presenciales. Estos recursos se diseñaron para reforzar los conceptos teóricos y ofrecer ejemplos prácticos que facilitaran la comprensión de las ecuaciones.

Los resultados del postest revelaron una mejora significativa en el desempeño del alumnado en todos los aspectos relacionados con las ecuaciones de primer grado. Tanto en la definición, identificación de elementos, resolución de ecuaciones como en su aplicación en la resolución de problemas, se observó un aumento en el número de personas estudiantes que lograron superar los criterios de evaluación establecidos. En consecuencia, se concluye que la estrategia de aula invertida impulsó cambios positivos en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado en estudiantes de undécimo año.

Los hallazgos respaldan la eficacia y utilidad de este enfoque pedagógico, proporcionando una base sólida para su aplicación en el ámbito educativo, especialmente en el contexto específico de las matemáticas. Los resultados obtenidos tienen implicaciones teóricas, pues respaldan la efectividad de la estrategia de aula invertida en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado, destacando su capacidad para mejorar el rendimiento académico y la comprensión de estudiantes, en correspondencia con los supuestos del aprendizaje significativo, autodirigido y social, del paradigma constructivista.

Desde una perspectiva práctica, este estudio ofrece orientaciones significativas para la práctica docente, al proponer la implementación de la estrategia de aula invertida en sus clases de matemáticas. La selección y diseño de recursos digitales adecuados, como videos explicativos y ejercicios interactivos, pueden ayudar a fortalecer la comprensión de estudiantes y mejorar su desempeño académico. Además, destaca la importancia de realizar diagnósticos para identificar las dificultades del alumnado y adaptar las estrategias de enseñanza.

Por último, para la investigación futura en el campo de la educación matemática, se sugiere explorar a profundidad los mecanismos y procesos involucrados en el aprendizaje efectivo a través del aula invertida. Se sugiere emprender estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo de esta metodología en el rendimiento académico y la motivación estudiantil. Además, sería beneficioso investigar la adaptación de la estrategia del aula invertida a diferentes contextos educativos y niveles de enseñanza.

Recomendaciones

1. Implementar un enfoque proactivo de diagnóstico inicial: realizar evaluaciones iniciales para identificar las dificultades específicas de personas estudiantes en relación con las ecuaciones de pri-

mer grado, proporcionando información valiosa para adaptar las estrategias de enseñanza de manera precisa y efectiva, asegurando que las necesidades individuales del estudiantado sean abordadas.

2. Desarrollar recursos digitales interactivos y personalizados: Se recomienda diseñar y seleccionar cuidadosamente recursos digitales altamente interactivos y adaptables a las necesidades y estilos de aprendizaje de las personas estudiantes. Esto incluye la creación de videos explicativos, ejercicios interactivos y presentaciones multimedia que ofrezcan ejemplos prácticos y claros, facilitando la comprensión de las ecuaciones de primer grado y un aprendizaje más autónomo y efectivo.

3. Promover la realimentación continua y la evaluación formativa: establecer un sistema de realimentación constante que permita al estudiantado recibir comentarios oportunos sobre su desempeño y comprensión. La evaluación formativa en todas las etapas del proceso de enseñanza ayudará a identificar áreas de mejora y a ajustar las estrategias de enseñanza según sea necesario.

REFERENCIAS

- Aranda, L. y Carbonell, C. (2023). Potenciando el aprendizaje autónomo a través de la clase invertida en educación superior. *Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales*, 23, 3708-3711. https://rclimatol.eu/wp-content/uploads/2024/05/Articulo-RCLIMCS23_Lilio.pdf
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Camarillo, H. M. y Barboza, C. D. (2020). La enseñanza-aprendizaje del derecho a través de una plataforma virtual institucional: Hallazgos incipientes del constructivismo de Piaget, Vygotsky y Ausubel conforme a las percepciones de los informantes. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho*, 7(2), 129-151. <https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/16853>
- Consejo Nacional de Rectores [CONARE]. (2023). *Noveno Estado de la Educación 2023: resumen*. Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2023/08/RESUMEN-EE-2023-1.pdf>
- Coto, A. (2021). El aula invertida en la clase de matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7750-7766. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.873
- Domínguez, F. y Palomares, A. (2020). El aula invertida como metodología activa para fomentar la centralidad en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (26), 261-275. <https://doi.org/10.18172/con.4727>
- Donato, E. (2023). Niveles de satisfacción en la implementación de la clase invertida a través de educación virtual. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(28), 809-822. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.556>
- Fernández, L. (2021). Ecuaciones diferenciales con aula invertida y covid. En M. L. Sein-Echaluze, A. Fidalgo y F. J. García (Eds.), *Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación*, CI-

- NAIC 2021 (pp. 318-323). Universidad Politécnica de Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8145106>
- Gorozabel, K., Véliz, V. y Mendoza, K. (2022). El aula invertida para fomentar el aprendizaje significativo en la asignatura Emprendimiento y Gestión. *Mikarimin Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(3), 105-116. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2892>
- Hernández-Reyes, F., Rodríguez-Ramírez, M. E., Rodríguez-Carrillo, M. A., Aguilar-Ruvalcaba, F. R. y Lomelí-Urquieta, L. M. (2024). Análisis del impacto de flipped classroom, usando Moodle, en clases de Matemáticas para bachillerato. *South Florida Journal of Development*, 5(8), 1-11. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n8-026>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Kamalova, K. (2021). Pedagogical Test For Schoolchildren And Its Features [Prueba pedagógica para escolares y sus características]. *The American Journal of Social Science and Education Innovations*, 3(2), 460-464. <https://doi.org/10.37547/tajssei/Volume03Issue02-73>
- Kouicem, K. (2020). The constructivist theories of Piaget and Vygotsky: Implications for pedagogical practices. *Psychological and Educational Studies*, 13(3), 359-372. <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/23988>
- Leocadio, P., Quintana, A. y Buden, I. (2024). El proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en la Universidad Autónoma de Santo Domingo. *Varona, Revista Científico Metodológica*, (79), 1-22. <http://scielo.sld.cu/pdf/vrcm/n79/1992-8238-vrcm-79-e2335.pdf>
- Madrigal, M., Delgado, I., Oviedo, K. y Espinoza, J. (2023). Unidad Didáctica basada en la resolución de problemas para el abordaje de las habilidades de ecuaciones de primer grado con una incógnita. *Repertorio Científico*, 26(2), 185-198. <https://doi.org/10.22458/rc.v26i2.5098>
- Méndez, W. (2022). Efecto del aula invertida como recurso tecnológico en la construcción del conocimiento de las ecuaciones lineales. *Revista Electrónica Facultad de Ingeniería UVM*, 16(1), 1-30. <https://revistav.uvm.edu.ve/articulos/b1bb2kArticulo2Vol16Num12022.pdf>
- Mercado, E. (2020). Limitaciones en el uso del aula invertida en la educación superior. *Transdigital*, 1(1), 1-31. <https://doi.org/10.56162/transdigital13>
- Ministerio de Educación Pública [MEP]. (2018). *Reglamento de evaluación de los aprendizajes*. Ministerio de Educación Pública. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/media/reglamento-evaluacion-aprendizajes.pdf>
- Núñez, J. y Rodríguez, J. (2020). Aula invertida con uso de recursos tecnológicos: sus efectos sobre el aprendizaje y la actitud hacia las matemáticas en una muestra de estudiantes de Honduras. *RIEE Revista Internacional de Estudios en Educación*, 20(1), 42-56. <https://doi.org/10.37354/riee.2020.200>
- Observatorio de la Educación. (2024). *Informe 6: Las pruebas PISA en Costa Rica*. Universidad Americana de Costa Rica. <https://www.uam.ac.cr/observatorio-de-educacion/informes/6>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education [Resultados PISA 2022 (Volumen I): El estado del aprendizaje y la equidad en la educación]*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Ortiz, K. y García, R. (2023). El aprendizaje autodirigido del Idioma Inglés mediante una plataforma digital. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 5727-5746. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5749
- Parrales, S. y Rivadeneira, L. (2022). Metodología aula invertida y aprendizaje de destrezas matemáticas en estudiantes de básica superior. *Sinapsis Revista Científica del ITSUP*, 21(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8627125>
- Rodríguez, F., Pérez, M. y Ulloa, O. (2024). Innovación educativa: explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en matemática. *Revista Educación*, 48(1), 1-41. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55892>
- Rojas, Y., González, A., Rodríguez, I. y Álvarez, S. (2021). El aprendizaje y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 35(3), 1-18. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=109682>
- Sánchez, R. (2019). El pensamiento de Vygotsky y su influencia en la educación. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7587110>
- Sandobal, V., Marín, M. y Barrios, T. (2021). El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 285-308. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29027>
- Sapallanay, N., Mendoza, J., Laurente, C. y Rossal, M. (2023). Herramienta digital Graspable Math en el aprendizaje de ecuaciones de primer grado. *Llimpi*, 3(2), 42-52. <https://doi.org/10.54943/lree.v3i2.397>
- Vílchez, J. y Ramón, J. (2020). Clase invertida: implicancias en el desarrollo de competencias matemáticas en educación secundaria. *Revista Conrado*, 16(76), 225-233. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000500225