

## El aula invertida en el aprendizaje de matemática en estudiantes universitarios: una revisión sistemática

### *The flipped classroom in university students' learning of mathematics: a systematic review*

Katherinne Lisset Reyes Contreras<sup>1\*</sup> , Beymar Pedro Solís Trujillo<sup>1</sup> , Aracely Carmen Contreras Litardo<sup>2</sup> , Teresa Chara de los Ríos<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad César Vallejo; Facultad de Educación e Idiomas. Lima, Perú.

<sup>2</sup>Ministerio de Educación del Ecuador, Pueblo viejo, Ecuador

#### RESUMEN

El aula invertida es una metodología educativa que ha ganado relevancia en los últimos años debido a su enfoque en la inversión del método tradicional de enseñanza. En lugar de recibir instrucción directa en el aula, los estudiantes acceden a los contenidos teóricos fuera de clase y utilizan el tiempo en el aula para realizar actividades prácticas y colaborativas. El objetivo de este artículo de revisión sistemática es examinar y la evidencia existente sobre el uso del aula invertida en la enseñanza de matemáticas a estudiantes universitarios. Se usó un enfoque cualitativo de revisión literaria en bases de datos como WoS, Scielo y Scopus, donde se implementó las directrices de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas. Se aplicó criterios de inclusión y exclusión para la selección final de una muestra de 15 artículos para su revisión. Los estudios muestran que el aula invertida tiene beneficios claros en términos de mayor implicación personal en el aprendizaje, mejora en la comprensión de conceptos complejos, flexibilidad en el ritmo de estudio y una mayor interacción entre estudiantes y docentes. Se concluye que los estudiantes con estilo de aprendizaje asimilador presentan niveles más altos de satisfacción con esta metodología.

**Palabras clave:** Competencia digital; educación y desarrollo; autonomía educativa; aprendizaje; tecnología educacional; universidad

#### ABSTRACT

The flipped classroom is an educational methodology that has gained prominence in recent years due to its focus on reversing the traditional method of teaching. Instead of receiving direct instruction in the classroom, students access theoretical content outside of class and use classroom time for hands-on, collaborative activities. The aim of this systematic review article is to examine the existing evidence on the use of the flipped classroom in teaching mathematics to undergraduate students. A qualitative literature review approach was used in databases such as WOS, Scielo and Scopus, where the guidelines of the PRISMA statement for systematic reviews were implemented, where inclusion and exclusion criteria were applied for the final selection of a sample of 15 articles for review. The studies show that the flipped classroom has clear benefits in terms of greater personal involvement in learning, improved understanding of complex concepts, flexibility in the pace of study and increased interaction between students and teachers. It is concluded that students with assimilative learning styles were found to have higher levels of satisfaction with this methodology.

**Keywords:** Digital skills; education and development; educational autonomy; learning; educational technology; university

#### Cómo citar/How to cite:

Reyes Contreras, K. L., Solís Trujillo, B. P., Contreras Litardo, A. C., De los Ríos, T. C. (2025). El aula invertida en el aprendizaje de matemática en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *Revista científica en ciencias sociales*, 7, e701114. [10.53732/rccsociales/e701114](https://doi.org/10.53732/rccsociales/e701114)

#### Editor Responsable:

**Chap Kau Kwan Chung**   
Universidad del Pacífico. Dirección de Investigación. Asunción, Paraguay

Email: [wendy.kwan@upacifico.edu.py](mailto:wendy.kwan@upacifico.edu.py)

#### Revisores

**Myrna Ruiz Díaz**   
Universidad del Pacífico. Dirección de Investigación. Asunción, Paraguay  
Email: [myrna.ruizdiaz@upacifico.edu.py](mailto:myrna.ruizdiaz@upacifico.edu.py)

**Hernán Suty**   
Universidad Americana. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Asunción, Paraguay  
Email: [her\\_su@hotmail.com](mailto:her_su@hotmail.com)

**Fecha de recepción:** 18/12/2024

**Fecha de revisión:** 06/01/2025

**Fecha de aceptación:** 15/05/2025

#### Autor correspondiente:

Katherinne Lisset Reyes Contreras  
E-mail: [kreyesco@ucvvirtual.edu.pe](mailto:kreyesco@ucvvirtual.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la forma de enseñar las matemáticas has experimentado cambios relevantes, en gran manera se debe a la evolución tecnológica y a su introducción en la educación, la misma que impulsa un aprendizaje activo por parte del estudiante. El aula invertida es la metodología en donde se invierten los roles y el estudiante tiene el papel protagónico, fomentando el autoaprendizaje y la participación (Yan et al., 2024).

La metodología del aula invertida ha demostrado ser una estrategia efectiva en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes universitarios, mejorando su rendimiento académico (Diana et al., 2023). De acuerdo con el estudio realizado por Lage et al. (2000), los estudiantes que participan utilizando este método innovador en matemáticas resulta especialmente provechoso, ya que incorpora micro clases como herramientas didácticas para fomentar el interés y la iniciativa en los estudiantes, así como para mejorar sus habilidades matemáticas y su crecimiento futuro (Chen et al., 2014). De acuerdo con Aguilera-Ruiz et al. (2017) se considera que este modelo es óptimo para fomentar el desarrollo del talento de los estudiantes más habilidosos al permitir que sobresalgan con sus destrezas y capacidades (Jdaitawi, 2019).

Un aspecto importante es la personalización del aprendizaje el mismo que se adapta a las necesidades de cada estudiante (Ruiz et al., 2023a). Al tener una mayor accesibilidad a las clases y poderlas observar las veces que sean necesarias le permite al alumno avanzar a su ritmo y poner una mayor atención a los temas más complejos (Hidayat & Aripin, 2023). Según Azizah et al. (2022) esta flexibilidad permite al estudiante un mayor nivel de comprensión y adaptabilidad. Por otro lado, el aula invertida también fomenta una mayor interacción entre alumnos y profesor, ya que en los encuentros presenciales se discuten ideas, se resuelven problemas y se aplican conocimientos (Egara & Mosimege, 2024a). También Butzler (2015), menciona que este tipo de comunicación apoya la colaboración y el intercambio de ideas entre los miembros del equipo fomentando el crecimiento socioemocional (Estévez-Méndez et al., 2024).

En este contexto, surge la problemática de examinar la evidencia sobre el uso del aula invertida en la enseñanza de matemáticas en estudiantes universitarios. Para ello, se busca identificar las principales ventajas y limitaciones de estas estrategias de instrucción y las estrategias y recursos utilizados, además, en educación matemática se pretende examinar las principales características de la implementación del aula invertida, beneficios y recursos de la interacción entre profesores y estudiantes en el aula externa e interna.

En este contexto las preguntas que guían esta revisión son: RQ1 ¿Cuáles son los beneficios de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas en comparación con la enseñanza tradicional? Y RQ2 ¿Qué recursos se han utilizado para implementar con éxito la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes universitarios?

## METODOLOGÍA

El estudio consistió en una revisión sistemática donde se exponen cuatro pasos a seguir: formulación de la pregunta de investigación, búsqueda de evidencia, análisis crítico de la investigación incluida y síntesis de los resultados. Estos procedimientos deben realizarse de manera legal y transparente, asegurando la validez y confiabilidad de los hallazgos (Selcuk, 2019; Shea et al., 2007).

Luego de realizar la búsqueda con la siguiente formula ("flipped classroom" OR "mathematics learning") AND ("university students") en bases de datos especializadas apareció el Scopus 267 resultados, en Scielo 8 resultados y en Web of Science 166, los criterios de inclusión y exclusión que se establecieron para la investigación fueron los siguientes: que se encuentren dentro del rango de publicación 2021-2024, que tengan las palabras claves (aula invertida, aprendizaje matemático y estudiantes universitarios), textos que no estén restringidos, textos que se encuentren dentro de los objetivos de investigación (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Fuentes de investigación

<b>FUENTES</b>	<b>DESCRIPTOR</b>	<b>NUMERO DE RESULTADOS</b>
<b>SCOPUS</b>	("flipped classroom" OR "mathematics learning") AND ("university students")	<b>269</b>
<b>SCIELO</b>	("flipped classroom" OR "mathematics learning") AND ("university students")	<b>8</b>
<b>WEB OF SCIENCE</b>	("flipped classroom" OR "mathematics learning") AND ("university students")	<b>166</b>
<b>TOTAL</b>		<b>441</b>

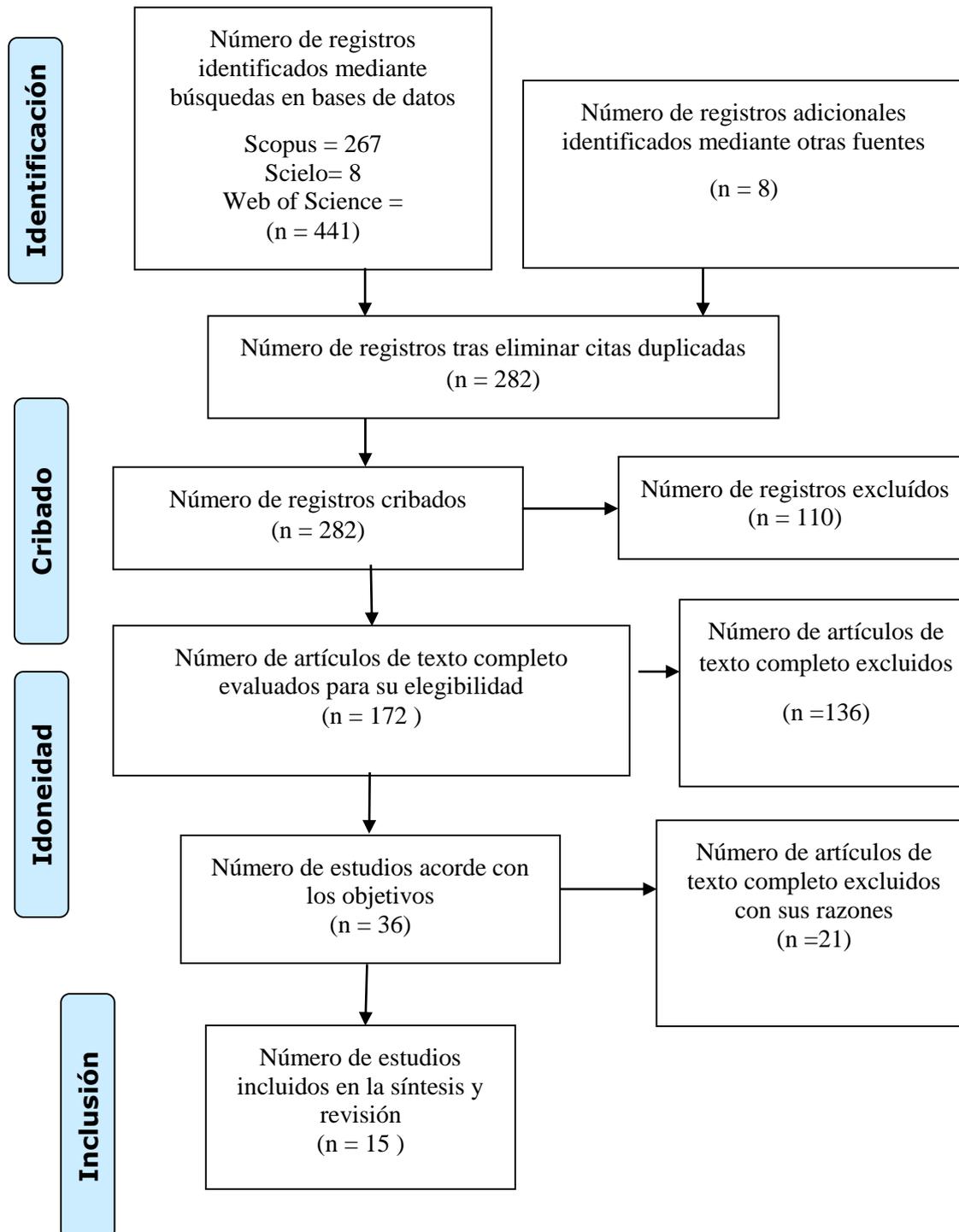
Fuente: Elaboración propia (2024)

El establecimiento de criterios de inclusión y exclusión permitió depurar la información, descartando los artículos que no contenían información suficientemente relacionada con el objetivo y preguntas de la investigación. Entre los criterios de inclusión se consideraron artículos escritos en idiomas español e inglés que abordaran de manera directa el tema objeto de estudio, artículos de los últimos cinco años y artículos que presentan metodologías cualitativas y cuantitativas. Por otro lado, en los criterios de exclusión no se consideró los artículos que usen el aula invertida en otra área diferente a las matemáticas y artículos que no estén referidos a la educación superior.

Los resultados se seleccionaron y refinaron mediante un proceso estructurado en varias etapas para garantizar la pertinencia, la alta calidad y la alineación con los objetivos de la investigación. Inicialmente, se realizó una búsqueda exhaustiva utilizando la fórmula («flipped classroom» OR «mathematics learning») AND («university students») en las bases de datos Scopus, SciELO y Web of Science, obteniéndose un total de 441 artículos. Estos resultados fueron sometidos a un filtro preliminar basado en los criterios de inclusión establecidos, que consideró únicamente publicaciones entre 2021 y 2024, estudios que abordaran directamente los conceptos de aula invertida, aprendizaje de las matemáticas y estudiantes universitarios, y artículos de libre acceso obteniendo un total de 15 estudios existentes que cumplieron con los requerimientos (ver figura 1).

Los datos recogidos se sometieron a un análisis temático, que incluyó un mapa de publicaciones relevantes a nivel global y su metodología, enfoque conceptual y principales conclusiones. Este enfoque identificó tendencias clave en el uso de aulas invertidas en el aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario, así como áreas de investigación que requieren un mayor desarrollo, estableciendo una base sólida para el avance educativo superior.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA



Fuente: Elaboración propia a partir de Selcuk (2019)

## RESULTADOS

La tabla 2 proporciona los resultados de los recursos y beneficios encontrados de la inclusión final de los 15 artículos, en su mayoría se analizaron artículos en idioma inglés de alto impacto entre los cuartiles Q4 y Q1 que ayudaron a demostrar recursos utilizados a nivel global en la enseñanza de las matemáticas en educación superior.

**Tabla 2.** Resultados de la búsqueda de información

AUTOR	TITULO	RECURSOS	BENEFICIOS
1 Rengifo et al. (2023)	Optimización de funciones con derivadas en aula invertida: estudio a través de múltiples estrategias didácticas	Audiovisuales, documentos académicos impresos O digitales.	Mejores estándares de aprendizaje
2 Maluenda Albornoz et al. (2021)	Efectos del aula invertida y la evaluación auténtica en el aprendizaje de la matemática universitaria en estudiantes de primer año de ingeniería	Recursos virtuales (videos y guías)	Flexibilidad
3 Durán & Viguera (2023)	Aula invertida inteligente como estrategia didáctica emergente para la enseñanza aprendizaje de matemática	Multimedia	La formación y aprendizaje individualizada, provoca la motivación o interés del estudiante en su aprendizaje
4 Arias-Rueda (2021)	El modelo flipped Classroom en la Educación virtual: una Experiencia en Matemáticas Universitarias	Recursos audiovisuales	El aprendizaje autónomo, la adaptación a distintos ritmos de aprendizaje y la Flexibilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje
5 Egara & Mosimege (2024b)	Effect of Flipped Classroom Learning Approach on Mathematics Achievement and Interest Among Secondary School Students	Videos instructivos, materiales multimedia y cuestionarios en línea	Incremento significativo en los puntajes de logro académico en matemáticas y un aumento en el interés hacia la asignatura. No hubo diferencias significativas en cuanto a género, lo que indica que tanto hombres como mujeres se beneficiaron de manera similar del enfoque del aula invertida

6	Egara & Mosimege (2024a)	Effect of Blended Learning Approach on Secondary School Learners' Mathematics Achievement and Retention	Enfoque de aprendizaje combinado (blended learning), rotación de estaciones, lecciones en video, recursos en línea interactivos	Mejora significativa en el rendimiento académico en matemáticas y en la retención de conceptos matemáticos, con resultados particularmente positivos en las estudiantes femeninas en términos de retención
7	Fung (2020)	How Does Flipping Classroom Foster the STEM Education: A Case Study of the FPD Model	Videos preclase, trabajo práctico, discusión en clase	Mejor conexión entre teoría y problemas del mundo real, aumento del tiempo en clase para actividades colaborativas significativas, mejora en la motivación y el compromiso de los estudiantes, facilitación del aprendizaje activo y desarrollo de habilidades de pensamiento crítico
8	Ding (2024)	Un modelo de enseñanza de matemáticas universitarias de aula invertida en universidades y Universidades basadas en el trasfondo del aprendizaje profundo	Los profesores deben preparar completamente los recursos didácticos pertinentes, que se dividen  En dos tipos: recursos básicos y recursos ampliados.	Se ha mejorado efectivamente, alcanzando diferencias extremadamente significativas en la conciencia del  Aprendizaje profundo, la motivación del aprendizaje y el compromiso con el aprendizaje, y diferencias significativas en las  Estrategias de aprendizaje profundo, que necesitan seguir reforzándose. Se puede observar que esta práctica de  Enseñanza invertida es beneficiosa.
9	Ventosilla Sosa et al. (2021)	Aula Invertida en la enseñanza del álgebra en la educación superior	El alumno  Recibe la información que debe aprender leyendo documentos,  Escuchando y viendo una explicación en video y tomando notas de lo  Que el profesor le transmite por los medios virtuales	Aprendizaje significativo

10	Ventosilla Sosa et al. (2021)	Aula invertida como herramienta para el logro de aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios	Se utilizaron módulos (recursos y herramientas: videos y grabaciones)	El aula invertida se convirtió en un ambiente de aprendizaje activo, donde el Estudiante está involucrado directamente en el aprendizaje
11	Arias-Rueda (2021)	Propuesta para el uso del aula invertida en las clases de matemáticas	Recursos audiovisuales	Aumenta la capacidad de retención del conocimiento. Motiva a las mejores prácticas de aprendizaje autónomo. Permite adquirir destrezas y conocimiento en la formación profesional. Mejora el desempeño. Proporciona un espacio online de aprendizaje. El estudiante puede conectarse desde cualquier ubicación y en cualquier momento.
12	Pérez Collantes et al. (2022)	Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario	Recursos de aprendizaje, como audio, Videos, documentos y aplicaciones de aprendizaje Interactivas	Estrategia del aula invertida es útil en El aprendizaje de distintas materias porque mejora El pensamiento crítico y el trabajo colaborativo
13	Torres & Jarquín (2023)	Importancia de la comunicación para la educación en el aprendizaje de la Matemática	Recursos electrónicos para que las distintas cualidades se logren adecuar a las nuevas Necesidades que tienen los estudiantes	Fomenta al estudiante formar su propio aprendizaje Y pueda emitir lo aprendido
14	Herrera Gil y Rueda Bolaños (2022)	La enseñanza de la capacidad de resolución de problemas a Través de la modalidad de aula invertida	A través del uso de recursos digitales	La adquisición de aprendizaje, sino que También al respecto de promover un mayor compromiso por parte del alumno, una mejora del Comportamiento en el aula permite disfrutar del proceso de aprendizaje y muestra una mayor Participación en las intervenciones en el aula

			gracias al creciente interés de los estudiantes por el Material didáctico propuesto por el profesor
15	Castro (2021)	Flipped Classroom en Cursos Universitarios de Calculo: Metodologías usadas y Resultados Obtenidos	Recursos digitales
			Incrementar el interés en los alumnos en promover el discurso alrededor de la Solución de problemas, pero con la condición de mejorar los materiales del curso
			De segundo semestre de cálculo

Fuente: Elaboración propia

En la revisión sistemática realizada, se identificaron un total de 15 artículos de alto impacto. Los estudios se concentraron principalmente en Perú, en el contexto de América Latina, y en Nigeria, en el de África, evidenciando una mayor producción de investigaciones en estas regiones. En menor proporción, también se encontraron estudios relevantes en Ecuador, Nicaragua y Chile, dentro del ámbito latinoamericano (ver figura 2).

**Figura 2.** Estudios publicados de alto impacto por país



Fuente: Elaboración propia (2024)

A partir de la revisión de los documentos seleccionados, se identificaron temáticas a partir de las preguntas de investigación planteadas:

¿Cuáles son los beneficios de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas en comparación con la enseñanza tradicional?

Uno de los principales beneficios de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas es que principia un dirección más activa y participativa por parte de los estudiantes. En lugar de simplemente escuchar una clase magistral del profesor, los estudiantes cuentan con la ventaja de interactuar con el material de aprendizaje de forma más directa a través de videos, lecturas y ejercicios prácticos que pueden realizar en casa. Esto les permite asimilar mejor el

contenido y profundizar en su comprensión a su propio ritmo, lo que puede ser especialmente beneficioso para aquellos estudiantes que necesitan más tiempo para procesar la información.

Autonomía y responsabilidad fomenta la metodología de aula en el aprendizaje de los estudiantes. Al tener que revisar el material por su cuenta antes de una clase, los estudiantes deben ser más proactivos y organizados en su proceso de estudio. Esto les permite desarrollar habilidades de autoaprendizaje, toma de decisiones y gestión del tiempo, que son fundamentales para el éxito académico y profesional en el futuro.

Una de las ventajas principales de utilizar la metodología del aula invertida en la enseñanza de las matemáticas es que fomenta una participación más activa y comprometida por parte de los estudiantes. En vez de simplemente escuchar una clase tradicional del profesor, los alumnos tienen la oportunidad de interactuar directamente con el material educativo a través de videos, lecturas y ejercicios prácticos que realizan en sus hogares. Esto les permite comprender mejor el contenido y profundizar en su aprendizaje a su propio ritmo, lo cual resulta especialmente beneficioso para aquellos estudiantes que requieren más tiempo para asimilar la información.

Además, el enfoque de aula invertida promueve la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes. Durante las clases presenciales, los alumnos tienen la oportunidad de debatir y solucionar problemas en grupo, fomentando así el intercambio de ideas, la comunicación y la cooperación entre ellos. Esto no solo contribuye a fortalecer sus habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, sino que también los prepara para enfrentar situaciones reales donde tendrán que colaborar con otros individuos.

Otro aspecto positivo de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas es que puede contribuir a reducir la ansiedad y el estrés asociados con esta materia y la retención del conocimiento. Al permitir que los estudiantes revisen el material por su cuenta y a su propio ritmo, la metodología de aula invertida les brinda la oportunidad de familiarizarse con los conceptos y prácticas matemáticas antes de enfrentarse a situaciones más desafiantes en el aula. Esto puede ayudar a aumentar su confianza en sí mismos y a disminuir el temor a cometer errores, lo que a su vez puede mejorar su rendimiento académico y su motivación para aprender.

### **Aula invertida en la educación moderna**

El concepto de aulas invertidas, también conocidas como flipped classroom, ha sido abordado por numerosos autores destacados en el campo de la educación (Diana et al., 2023). Este enfoque de instrucción proporciona una inversión del plan de estudios tradicional, donde los estudiantes acceden a contenido fuera de clase a través de recursos como videos o lecturas, luego usan el tiempo en clase para proyectos colaborativos basados en el conocimiento y resolución de problemas (Idsardi et al., 2023). Dentro del flipped classroom Egara & Mosimege (2024b) y Kadarisma et al. (2024) definen esta metodología como un estilo de aprendizaje que combina una revisión de los métodos tradicionales de enseñanza en el aula con las oportunidades que las tecnologías emergentes ofrecen a los estudiantes para desarrollar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Wong et al., 2024).

Según Talbert (2017) la definición de aula invertida se sustenta en la idea en donde los estudiantes obtienen su conocimiento mediante la aplicación de los mismo en la cotidiana, en el intercambio de ideas y en la resolución de problemas (Díaz, 2024). En este contexto el papel del docente cambia, se vuelve y guía, facilitador en los procesos de instrucción, convirtiendo en un protagonista activo al estudiante, también se discute que los estudiantes que estudian el contenido en casa y realizan actividades prácticas en el aula, mejoran el aprendizaje de las matemáticas, siendo esta una estrategia efectiva que ayuda a mejorar la comprensión y el rendimiento de los estudiantes en matemáticas (Fung et al., 2024; Kiem & Keodavan, 2024).

El autor y educador Mazur (1997) propone un enfoque similar al aula invertida en su concepto de peer instruction, donde los estudiantes aprenden el material primero y usan el tiempo de clase para

discutirlo en grupos y resolver problemas juntos (Yohannes & Chen, 2024). De esta forma, la enseñanza de las matemáticas ha evolucionado significativamente, pasando de un enfoque tradicional a métodos más activos como las aulas invertidas. El paradigma tradicional de enseñanza se centra en las presentaciones teóricas durante la clase, con menos énfasis en las actividades prácticas o colaborativas. Aunque es aceptado por los estudiantes, este enfoque puede parecer monótono y limitado en cuanto a la cobertura de contenidos debido al escaso tiempo de clase (Ayob et al., 2023; Mason et al., 2013). En cambio, la metodología de aula invertida optimiza este tiempo al centrarse en actividades interactivas que promueven la colaboración (Idsardi et al., 2023; Sablan & Prudente, 2022; Sørensen & Medbø, 2022).

El aula invertida destaca por la flexibilidad que proporciona a los alumnos, que pueden acceder a contenidos teóricos fuera del aula a través de recursos como vídeos y conferencias. Aunque este enfoque para Algarni & Lortie-Forgues (2023) puede necesitar una adaptación inicial, los estudiantes valoran las actividades prácticas y la autonomía que proporcionan (Ayob et al., 2023; Yang et al., 2024). El método tradicional, en cambio, se centra en tareas repetitivas y teóricas fuera del aula, lo que puede restringir la motivación y la profundidad del aprendizaje.

El aula invertida incorpora teorías educativas contemporáneas como menciona Díaz (2024) a la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD) para contextualizar el aprendizaje y mejorar la comprensión de conceptos complejos. Esto contrasta con el método tradicional, que implica la transmisión unidireccional de información sin un enfoque explícito en teorías pedagógicas avanzadas (Sablan & Prudente, 2022). Además, se ha demostrado que las aulas invertidas en estudios como los de Gasparič et al. (2024) y Orlić et al. (2023) son más eficaces en cuanto a la retención de conocimientos a largo plazo y el desarrollo de niveles cognitivos superiores como el análisis, la evaluación y la síntesis, especialmente en entornos colaborativos. En cambio, el método tradicional se centra sobre todo en la memorización y comprensión básicas, con una influencia más limitada.

¿Qué recursos se han utilizado para implementar con éxito la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes universitarios?

Una amplia gamificación de recursos tecnológicos se ha desarrollado para la implantación del aula invertida, pues ellos permiten una mayor interacción del estudiante con el aprendizaje el ámbito de la enseñanza y evaluación, la cooperación entre docentes ha resultado crucial para el triunfo de la técnica de aula invertida en la enseñanza de matemáticas. El compartir ideas, vivencias y métodos exitosos entre los expertos en educación ha enriquecido la aplicación de esta estrategia, posibilitando descubrir tácticas eficaces y perfeccionar constantemente el proceso de instrucción y aprendizaje.

### **Enseñanza de las matemáticas y resolución de problemas en la educación superior**

Un enfoque para la enseñanza de las matemáticas basado en la resolución de problemas y la investigación activa en donde los estudiantes deben ser afrontados a pensar de manera crítica e impulsar la búsqueda soluciones creativas vez de ser memorista y seguir procedimientos (Boater, 2016; Lai & Hwang, 2016).

El autor critica la enseñanza de las matemáticas como un conjunto interminable Kwon & Woo (2018) manifiestan reglas y conceptos que deben memorizarse en lugar de promover el análisis, la aplicación y una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos, cree que la verdadera belleza de las matemáticas es su capacidad para inspirar curiosidad, imaginación y creatividad (Cronhjort et al., 2018; Lockhart, 2009).

En la era moderna, Ding (2024) menciona que es necesario que las universidades adapten la enseñanza de matemáticas a las nuevas demandas educativas. Para lograr esto, se puede considerar el uso de la micro enseñanza en aulas invertidas (Kämpf & Stallmach, 2024). Esta metodología ayuda al desarrollo de capacidades analíticas, pensamiento lógico y habilidades aritméticas, así a

pesar de tener ventajas significativas, también existen desventajas que implica que los profesores deben adquirir nuevas habilidades tecnológicas y mejorar la implementación del modelo de aula invertida para avanzar en la enseñanza de matemáticas de forma más actualizada y basada en evidencias científicas (de Araujo et al., 2017; Ruiz et al., 2023b).

La implementación exitosa de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes universitarios ha sido posible gracias a la utilización de diversos recursos tecnológicos, didácticos y de evaluación. La combinación de estos recursos ha permitido crear un ambiente de aprendizaje dinámico, interactivo y personalizado que promueve la participación, la colaboración y el éxito académico de los estudiantes.

Los resultados de la revisión de los artículos muestran que la implantación de un aula invertida en la enseñanza de las matemáticas implica una combinación de recursos diseñados para promover el aprendizaje activo y colaborativo (ver tabla 3). Las películas educativas al proporcionar una introducción teórica previa a la clase permiten disponer de más tiempo para realizar actividades prácticas y desarrollar habilidades visuales y de interés. Los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) se utilizan para organizar los materiales, seguir el progreso de los estudiantes y asignar tareas específicas.

El uso de software interactivo destaca por su capacidad para proporcionar herramientas de visualización y práctica, lo que ayuda a la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos. Además, la formación de los profesores en metodologías activas garantiza un enfoque centrado en el alumno, fomentando la colaboración y el aprendizaje significativo.

La presencia de tutores o auxiliares docentes supone un apoyo adicional al proporcionar una atención personalizada dentro y fuera del aula. Las guías y ejercicios colaborativos diseñados para el trabajo en grupo fomentan el aprendizaje práctico durante las clases. Por último, los foros de debate son una valiosa herramienta para resolver dudas e intercambiar ideas entre alumnos y profesores antes de las sesiones programadas (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Síntesis de recursos utilizados en el aula invertida

Recurso	Descripción	Función aula invertida
Videos educativos	Contenidos pregrabados sobre conceptos matemáticos	Introducción teórica antes de la clase, permitiendo más tiempo para la práctica en clase.
Plataforma LMS	Moodle, Google Classroom, etc.	Organización de materiales, seguimiento del progreso y asignación de tareas.
Software interactivo	GeoGebra, Wolfram Alpha	Visualización de conceptos y práctica interactiva.
Profesores capacitados	Formación en metodologías activas	Facilitar la enseñanza centrada en el estudiante y promover la colaboración.
Tutores o asistentes de enseñanza	Estudiantes de posgrado o asistentes especializados	Apoyo individual o en grupos pequeños dentro y fuera de clase.
Guías y ejercicios colaborativos	Problemas diseñados para el trabajo en grupo y la aplicación práctica de teorías	Permitir el aprendizaje práctico en grupo durante la clase invertida.
Foros de discusión	Herramientas en línea para discusiones previas a la clase	Resolución de dudas y discusión de conceptos entre compañeros y con el profesor.

Fuente: Elaboración propia (2024)

## DISCUSIÓN

En las últimas décadas, la enseñanza de las matemáticas ha experimentado cambios significativos, en gran medida impulsados por la evolución tecnológica y su integración en la educación. Esta transformación ha promovido un aprendizaje más activo por parte de los estudiantes. Una de las metodologías que ha ganado relevancia en este contexto es el aula invertida, donde los roles

tradicionales se invierten, y el estudiante adquiere un papel protagónico, fomentando el autoaprendizaje y la participación (Yan et al., 2024). A pesar de estos avances Wong et al. (2024) data que en áreas como formación profesional (34.8%) e inglés (20.6%), su implementación es notablemente mayor que en matemáticas (11.4%), lo que refleja desafíos específicos en disciplinas tradicionalmente estructuradas.

No obstante, a pesar de los avances metodológicos, aún existen estudiantes que continúan obteniendo resultados insatisfactorios en matemáticas, tanto en evaluaciones internas como externas. Investigadores han identificado varios factores responsables de este bajo rendimiento, incluyendo clases superpobladas, estrategias de instrucción deficientes, recursos desactualizados y actitudes negativas tanto de estudiantes como de profesores hacia las matemáticas, marcadas por la ansiedad y la falta de interés (Egara & Mosimege, 2024a). Al contrario del estudio de Menino et al. (2024) el aula invertida fomentó el aprendizaje autónomo, la participación activa y el desarrollo del pensamiento crítico. Según un estudio, el 91.7% de los estudiantes percibió que esta metodología proporcionó experiencias de aprendizaje útiles, mientras que el 88.2% afirmó que aprendió más que con métodos tradicionales, destacando su efectividad en el aprendizaje de las matemáticas.

Autonomía y responsabilidad fomenta la metodología de aula en el aprendizaje de los estudiantes como lo afirma Kim (2018) en su estudio a estudiantes en el aula invertida. Al tener que revisar el material por su cuenta antes de la clase, los estudiantes deben ser más proactivos y organizados en su proceso de estudio (Espada et al., 2020; Gómez-Hurtado et al., 2020). Esto les permite desarrollar habilidades de autoaprendizaje, toma de decisiones y gestión del tiempo, que son fundamentales para el éxito académico y profesional en el futuro (Sánchez-Soto & García-Martín, 2023). Esto confirma los hallazgos de Salas-Rueda (2023) en un curso de Matemáticas Básicas, el 87.5% de los estudiantes manifestó opiniones favorables sobre esta metodología, destacando el uso de videos de YouTube antes de las clases y de la aplicación Desmos durante y después de las sesiones presenciales. Los resultados de algoritmos de aprendizaje automático (regresión lineal, árbol de decisión y redes neuronales) confirmaron que estas actividades tecnológicas impactaron positivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje en funciones matemáticas, alcanzando una precisión del 83.33% en los modelos predictivos analizados.

Una de las ventajas principales de utilizar la metodología del aula invertida en la enseñanza de las matemáticas es que fomenta una participación más activa y comprometida por parte de los estudiantes (Rodrigues et al., 2022). En vez de simplemente escuchar una clase tradicional del profesor, Del Arco Bravo et al. (2019) plantea que los alumnos tienen la oportunidad de interactuar directamente con el material educativo a través de videos, lecturas y ejercicios prácticos que realizan en sus hogares (Barros & Calero, 2018). Esto les permite comprender mejor el contenido y profundizar en su aprendizaje a su propio ritmo, lo cual resulta especialmente beneficioso para aquellos estudiantes que requieren más tiempo para asimilar la información (Fernández-Martín et al., 2020)

Otro aspecto positivo de la metodología de aula invertida en el aprendizaje de matemáticas es que puede contribuir a reducir la ansiedad y el estrés asociados con esta materia. Al permitir que los estudiantes revisen el material por su cuenta y a su propio ritmo, la metodología de aula invertida les brinda la oportunidad de familiarizarse con los conceptos y prácticas matemáticas antes de enfrentarse a situaciones más desafiantes en el aula. Esto puede ayudar a aumentar su confianza en sí mismos y a disminuir el temor a cometer errores, lo que a su vez puede mejorar su rendimiento académico y su motivación para aprender (Torres & Jarquín, 2023).

La metodología del aula invertida ha demostrado ser una estrategia efectiva en el aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes (Diana et al., 2023). Según el estudio de Lage et al. (2000), esta metodología resulta especialmente beneficiosa en matemáticas, ya que integra microclases como herramientas didácticas que

fomentan el interés y mejoran las habilidades matemáticas de los estudiantes. En la era moderna, Ding (2024) sostiene que es necesario que las universidades adapten la enseñanza de las matemáticas a las nuevas demandas educativas, y el uso de la microenseñanza en el aula invertida es una estrategia que puede favorecer el desarrollo de capacidades analíticas, el pensamiento lógico y las habilidades aritméticas (Kämpf & Stallmach, 2024).

Un aspecto clave del aula invertida es la personalización del aprendizaje, que se adapta a las necesidades de cada estudiante, permitiendo un avance al propio ritmo y enfocándose en los temas más complejos. Esto, según Boater (2016); Torres & Jarquín (2023), mejora la comprensión y facilita un aprendizaje más flexible. Además, la metodología del aula invertida fomenta una mayor interacción entre alumnos y profesores, ya que las sesiones presenciales se utilizan para discutir ideas, resolver problemas y aplicar conocimientos adquiridos previamente, apoyando el crecimiento socioemocional y la colaboración (Egara & Mosimege, 2024b; Kim, 2018).

Aunque la metodología presenta varias ventajas, también enfrenta desafíos. Entre las desventajas, se destaca la necesidad de que los docentes adquieran nuevas habilidades tecnológicas y adapten sus estrategias para implementar el modelo de manera efectiva (Ding, 2024). Este enfoque no solo promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, sino que también favorece un aprendizaje autónomo apoyado por tecnologías de la información y comunicación (TIC), lo que permite que los estudiantes más habilidosos destaquen en sus destrezas y capacidades (Aguilera-Ruiz et al., 2017).

La revisión sistemática de estudios sobre el aula invertida en la enseñanza de las matemáticas señala los beneficios y limitaciones de esta metodología. Por un lado, se destacan los recursos utilizados, como videos, documentos impresos o digitales, y materiales multimedia, que facilitan el aprendizaje individualizado y fomentan la motivación (Fung et al., 2024; Mazur, 1997; Rengifo et al., 2023). Por otro lado, la flexibilidad del aula invertida permite a los estudiantes acceder a los materiales en cualquier momento y lugar, lo que aumenta su capacidad de retención y mejora su desempeño académico (Azizah et al., 2022; Estévez-Méndez et al., 2024; Hidayat & Aripin, 2023). Se concluye que la metodología del aula invertida ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje de matemáticas en estudiantes universitarios. Este enfoque permite que los estudiantes asuman un papel más activo en su proceso de aprendizaje, facilitando la comprensión de conceptos matemáticos complejos mediante el uso de recursos tecnológicos, como videos y materiales multimedia. Los estudios revisados indican que esta metodología fomenta el aprendizaje autónomo, mejora el rendimiento académico, y permite una personalización del ritmo de estudio que resulta beneficiosa para los estudiantes con diferentes niveles de habilidad. Además, el aula invertida promueve una mayor interacción en las sesiones presenciales, facilitando la resolución colaborativa de problemas y el desarrollo de habilidades críticas y analíticas.

No obstante, en respuesta a las preguntas de investigación, para maximizar los beneficios del aula invertida, es fundamental que los docentes se adapten a este nuevo rol de facilitadores y adquieran competencias tecnológicas que les permitan diseñar y gestionar recursos didácticos actualizados y efectivos. A pesar de las ventajas de esta metodología, se identifican algunos desafíos, como la necesidad de preparar materiales de alta calidad y la exigencia de que tanto estudiantes como docentes se adapten a nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje. Aun así, cuando se implementa correctamente, el aula invertida ofrece un ambiente de aprendizaje flexible y centrado en el estudiante, que responde a las demandas educativas del siglo XXI.

En cuanto a la brecha de conocimiento metodológica, se observa una falta de estudios que exploren en profundidad las mejores prácticas para la implementación de la metodología del aula invertida específicamente en el ámbito de la enseñanza de matemáticas. Si bien existe una amplia literatura sobre los beneficios generales de este enfoque, pocos trabajos analizan cómo optimizar la selección de recursos didácticos o el diseño de actividades que mejoren las habilidades matemáticas en contextos específicos. Además, se requiere más investigación sobre cómo esta metodología afecta

el rendimiento a largo plazo y cómo puede ajustarse para minimizar los retos tecnológicos y de adaptación docente, especialmente en instituciones con limitados recursos.

**Declaración de los autores:** Los autores aprueban la versión final del artículo.

**Declaración de conflicto de interés:** Los autores declaran no tener conflicto de interés

#### **Contribución de los autores:**

- Conceptualización: Katherine Lisset Reyes Contreras, Aracely Carmen Contreras Litardo.
- Curación de datos: Beymar Pedro Solís Trujillo, Aracely Carmen Contreras Litardo.
- Análisis formal: Katherine Lisset Reyes Contreras, Teresa Chara de los Ríos.
- Investigación: Beymar Pedro Solís Trujillo, Teresa Chara de los Ríos.
- Metodología: Katherine Lisset Reyes Contreras, Aracely Carmen Contreras Litardo.
- Redacción – borrador original: Teresa Chara de los Ríos, Beymar Pedro Solís Trujillo.
- Redacción – revisión y edición: Katherine Lisset Reyes Contreras, Beymar Pedro Solís Trujillo.

**Financiamiento:** Este trabajo no ha tenido ningún financiamiento.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., Lozano-Segura, M. C., y Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo Flipped Classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, 4(1), 261-266. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Algarni, B., & Lortie-Forgues, H. (2023). An evaluation of the impact of flipped-classroom teaching on mathematics proficiency and self-efficacy in Saudi Arabia. *British Journal of Educational Technology*, 54(1), 414–435. <https://doi.org/10.1111/bjet.13250>
- Arias-Rueda, J. (2021). El modelo flipped classroom en la educación virtual: Una experiencia en matemáticas universitarias. *Educare*, 25(2), 215–236. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i2.1468>
- Ayob, H. H., Daleure, G., Solovieva, N., Minhas, W., & White, T. (2023). The effectiveness of using blended learning teaching and learning strategy to develop students' performance at higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 15(3), 650–662. <https://doi.org/10.1108/JARHE-09-2020-0288>
- Azizah, T., Fauzan, A., & Harisman, Y. (2022). “Flipped classroom type peer instruction-based learning” Based on a website to improve student's problem solving. *Infinity Journal*, 11(2), 325–348. <https://doi.org/10.22460/infinity.v11i2.p325-348>
- Barros, V., & Calero, M. (2018). Aula invertida en la enseñanza de Álgebra en la educación superior. *Espiraes*, 2(13), 12–23. <https://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/150>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2017). Learning for Math Instruction. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. [https://www.academia.edu/34679122/Jonathan\\_Bergmann\\_and\\_Aaron\\_Sams\\_Flipped\\_Learning\\_Gateway\\_to\\_Student\\_Engagement\\_International\\_Society\\_for\\_Technology\\_in\\_Education\\_Eugene\\_Oregon\\_and\\_Washington\\_DC\\_2014\\_169\\_pp\\_ISBN\\_978\\_1\\_56484\\_344\\_9](https://www.academia.edu/34679122/Jonathan_Bergmann_and_Aaron_Sams_Flipped_Learning_Gateway_to_Student_Engagement_International_Society_for_Technology_in_Education_Eugene_Oregon_and_Washington_DC_2014_169_pp_ISBN_978_1_56484_344_9)
- Boater, J. (2016). *Mathematical Mindsets: unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Butzler, K. B. (2015). ConfChem Conference on Flipped Classroom: Flipping at an Open-Enrollment College. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1574–1576. <https://doi.org/10.1021/ed500875n>
- Castro, D. (2021). Flipped classroom en cursos universitarios de cálculo: metodologías usadas y resultados obtenidos. *Emprendimiento Científico Tecnológico*, (2), 1–11. <https://doi.org/10.54798/DMUJ4895>
- Chen, Y., Wang, Y., Kinshuk, & Chen, N. S. (2014). Is FLIP enough? or should we use the FLIPPED model instead? *Computers and Education*, 79, 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.004>
- Cronhjort, M., Filipsson, L., & Weurlander, M. (2018). Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 37(3), 113–121. <https://doi.org/10.1093/TEAMAT/HRX007>

- de Araujo, Z., Otten, S., & Birisci, S. (2017). Teacher-created videos in a flipped mathematics class: digital curriculum materials or lesson enactments? *ZDM - Mathematics Education*, 49(5), 687–699. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0872-6>
- Del Arco Bravo, I., Alarcia, Ó. F., & García, P. S. (2019). The development of the model flipped classroom at university: Impact of its implementation from student voice. *Revista de investigación Educativa*, 37(2), 451–469. <https://doi.org/10.6018/rie.37.2.327831>
- Diana, Surjono, H. D., & Mahmudi, A. (2023). The effect of flipped classroom learning model on students' understanding of mathematical concepts and higher-order thinking skills. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(12), 2014–2022. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.12.2016>
- Díaz, J. L. (2024). Integrating the anthropological theory of didactics in multivariate calculus education: Challenges, pedagogical shifts, and innovative activities. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(1), em0767. <https://doi.org/10.29333/iejme/14142>
- Ding, H. (2024). A flipped classroom teaching model of college mathematics in colleges and universities based on the background of deep learning. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.01234>
- Durán, M., & Viguera, J. (2023). Aula invertida inteligente como estrategia didáctica emergente para la enseñanza aprendizaje de matemática. *Revista Cubana de Educación Superior*, 42(1), 1–16. <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v42n1/0257-4314-rces-42-01-16.pdf>
- Egara, F. O., & Mosimege, M. (2024a). Effect of blended learning approach on secondary school learners' mathematics achievement and retention. *Education and Information Technologies*, 29, 19863-19888. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12651-w>
- Egara, F. O., & Mosimege, M. (2024b). Effect of flipped classroom learning approach on mathematics achievement and interest among secondary school students. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8131–8150. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12145-1>
- Espada, M., Rocu, P., Navia, J. A., y Gómez-López, M. (2020). Rendimiento académico y satisfacción de los estudiantes universitarios hacia el método flipped classroom. *Profesorado*, 24(1), 116–135. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8710>
- Estévez-Méndez, J. L., Díaz Palencia, J. L., Sánchez Sánchez, A., y Roa González, J. (2024). Evaluación de variables contextuales en la implementación de la metodología Flipped Classroom en educación secundaria. *RIED-Revista Iberoamericana de educación a Distancia*, 27(2). <https://doi.org/10.5944/ried.27.2.38980>
- Fernández-Martín, F. D., Romero-Rodríguez, J. M., Gómez-García, G., & Navas-Parejo, M. R. (2020). Impact of the flipped classroom method in the mathematical area: A systematic review. In *Mathematics*, 8(12), 2162. <https://doi.org/10.3390/math8122162>
- Fung, C. H. (2020). How does flipping classroom foster the STEM education: A case study of the FPD Model. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 479–507. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09443-9>
- Fung, C. H., Poon, K. K., Besser, M., & Fung, M. C. (2024). Improving short-term academic performance in the flipped classroom using dynamic geometry software. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 775–786. <https://doi.org/10.1111/jcal.12914>
- Gasparič, R. P., Glavan, M., Mihelič, M. Ž., & Zuljan, M. V. (2024). Effectiveness of flipped learning and teaching: knowledge retention and students' perceptions. *Journal of Information Technology Education: Research*, 23, 1. <https://doi.org/10.28945/5237>
- Gómez-Hurtado, I., García-Rodríguez, M. P., González-Falcón, I., y Coronel Llamas, J. M. (2020). Adaptación de las metodologías activas en la educación universitaria en tiempos de pandemia. *Revista Internacional de educación para la Justicia Social*, 9(3), 415–433. <https://doi.org/10.15366/RIEJS2020.9.3.022>
- Herrera Gil, Y., y Rueda Bolaños, J. H. (2022). *La enseñanza de la capacidad de la resolución de problemas a través de la modalidad de aula invertida*. [Tesis de Maestría, Universidad de La Salle]. [https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-maest\\_docencia-1771/Description?sid=150780](https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-maest_docencia-1771/Description?sid=150780)
- Hidayat, W., & Aripin, U. (2023). How to develop an E-LKPD with a scientific approach to achieving students' mathematical communication abilities? *Infinity Journal*, 12(1), 85–100. <https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.p85-100>

- Idsardi, R., Friedly, I., Mancinelli, J., Usai, N., & Matos, L. F. (2023). Outcomes of early adopters implementing the flipped classroom approach in undergraduate STEM Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 32(5), 655–670. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10066-9>
- Jdaitawi, M. (2019). The effect of flipped classroom strategy on students learning outcomes. *International Journal of Instruction*, 12(3), 665–680. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12340a>
- Kadarisma, G., Juandi, D., & Darhim. (2024). Global trends in flipped classroom research within mathematics education over past two decade: a bibliometric analysis. *Infinity Journal*, 13(2), 531–552. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i2.p531-552>
- Kämpf, L., & Stallmach, F. (2024). Spiral-curricular blended learning for the mathematics education in physics teacher training courses. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1450607>
- Kiem, M. T., & Keodavan, X. (2024). Unpacking the advantages and challenges of flipped classrooms in initial mathematics teacher education in Vietnam. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(5), em2437. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14449>
- Kim, J. Y. (2018). A study of students' perspectives on a flipped learning model and associations among personality, learning styles and satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(3), 314–324. <https://doi.org/10.1080/14703297.2017.1286998>
- Kwon, J. E., & Woo, H. R. (2018). The impact of flipped learning on cooperative and competitive mindsets. *Sustainability (Switzerland)*, 10(1), 79. <https://doi.org/10.3390/su10010079>
- Lage, M., Platt, G., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <https://doi.org/10.2307/1183338>
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers and Education*, 100, 126–140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>
- Lockhart, P. (2009). *A mathematician's lament: how school cheats us out of our most fascinating and imaginative art form*. Bellevue Literary Press.
- Maluenda Albornoz, J., Varas Contreras, M., & Chacano Osses, D. (2021). Efectos del aula invertida y la evaluación auténtica en el aprendizaje de la matemática universitaria en estudiantes de primer año de ingeniería. *Educación*, 30(58). <https://doi.org/10.18800/educacion.202101.010>
- Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013). Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430–435. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066>
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall.
- Menino, H., Reis, S., & Oliveira, A. (2024). Portuguese students' perceptions of the flipped classroom: a case study in didactics of mathematics in higher education. *Journal of Global Business and Technology*, 20(2), 20–33. <https://gbata.org/wp-content/uploads/2024/07/JGBAT-Volume-20-Number-2.pdf>
- Orlić, S., Marić, M., & Petojević, A. (2023). Implementing the flipped classroom model in mathematics class teaching. *South African Journal of Education*, 43(4). <https://doi.org/10.15700/saje.v43n4a2223>
- Pérez Collantes, R. D., Alberto Lovera, P. C., Gonzales Zuñiga De Las Casas, N. E., & Salvatierra Melgar, Á. (2022). Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de La Educación*, 6(23), 404–417. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.343>
- López Rengifo, C. F., Perez, E. C., & Rivera, E. R. E. (2023). Optimización de funciones con derivadas en aula invertida: estudio a través de múltiples estrategias didácticas. *Praxis Educativa*, 18. <https://doi.org/10.5212/praxeduc.v.18.21394.019>
- Rodrigues, A. L., Lin, T.-C., Ramos Navas-Parejo, M., & Ramos-Pla, A. (2022). Bibliometric analysis of the flipped classroom pedagogical model: Trends and strategic lines of study. *Frontiers*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1022295>
- Ruiz, J., Francisco, P., Guillén-Gámez, D., Colomo-Magaña, E., & Sánchez-Vega, E. (2023a). Effectiveness of the Flipped Classroom in the Teaching of Mathematics in an Online Environment: Identification of Factors Affecting the Learning Process. *Effectiveness of the Flipped Classroom Online Learning Journal*, 27(2). <https://doi.org/10.24059/olj.v27i2.3239>

- Salas-Rueda, R.A. (2023). Perception of Students about the Effectiveness of the Flipped Classroom and Technological Tools in the Learning of Mathematics. *Journal of Learning for Development*, 10(3), 376–391. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1411305>
- Sablan, J. R., & Prudente, M. (2022). Traditional and flipped learning: Which enhances students' academic performance better? *International Journal of Information and Education Technology*, 12(1), 54–59. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.1.1586>
- Sánchez-Soto, L., y García-Martín, J. (2023). El impacto psicoeducativo de la metodología Flipped Classroom en la Educación Superior: una revisión teórica sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 217–229. <https://doi.org/10.5209/rced.77299>
- Selcuk, A. A. (2019). A Guide for Systematic Reviews: PRISMA. *Turkish Archives of Otorhinolaryngology*, 57(1), 57–58. <https://doi.org/10.5152/tao.2019.4058>
- Shea, B. J., Grimshaw, J. M., Wells, G. A., Boers, M., Andersson, N., Hamel, C., Porter, A. C., Tugwell, P., Moher, D., & Bouter, L. M. (2007). Development of AMSTAR: A measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 7. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>
- Sørensen, M. H., & Medbø, J. I. (2022). To what extent does flipped classroom teaching affect students' learning outcomes in 9th grade mathematics compared to traditional teaching? *Acta Didáctica Norden*, 16(3). <https://doi.org/10.5617/adno.9268>
- Torres, J. E., & Jarquín, R. F. (2023). Importancia de la comunicación para la educación en el aprendizaje de la Matemática. *Revista Torreón Universitario*, 12(34), 17–22. <https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16337>
- Ventosilla Sosa, D. N., Santa María Relaiza, H. R., Ostos De La Cruz, F., & Flores Tito, A. M. (2021). Aula invertida como herramienta para el logro de aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 9(1). <https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1043>
- Wong, J. Y., Azam, A. B., Cao, Q., Huang, L., Xie, Y., Winkler, I., & Cai, Y. (2024). Evaluations of Virtual and Augmented Reality Technology-Enhanced Learning for Higher Education. *Electronics*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/electronics13081549>
- Yan, J., Liu, S., Armwood-Gordon, C., & Li, L. (2024). Factors affecting Active Flipped Learning on Underrepresented students in Three STEM Courses. *Education and Information Technologies*, 29, 10791–10804. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12234-1>
- Yang, W., Zhang, X., Chen, X., Lu, J., & Tian, F. (2024). Based case based learning and flipped classroom as a means to improve international students' active learning and critical thinking ability. *BMC Medical Education*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05758-8>
- Yohannes, A., & Chen, H. L. (2024). The effect of flipped realistic mathematics education on students' achievement, mathematics self-efficacy and critical thinking tendency. *Education and Information Technologies*, 29, 16177–16203. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12502-8>