

El aula invertida para la resolución de problemas en la educación secundaria. Una revisión sistemática*

Fabian Essenover Diaz Palacios**

Dora Ines Chaverra Fernández***

Gerzon Yair Calle Alvarez****

Recibido: 07-09-2025

Aceptado: 10-10-2025

Citar como: Diaz Palacios, F., Chaverra Fernández, D., Calle Alvarez, G. (2025). El aula invertida para la resolución de problemas en la educación secundaria. Una revisión sistemática. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 19(1), 235-272. <https://doi.org/10.15332/e24y1z66>

Resumen

Objetivo. Analizar la implementación del aula invertida en la resolución de problemas en educación secundaria mediante una revisión documental sistemática. **Método.** Se realizó una búsqueda en las bases de datos Dialnet, DOAJ, ERIC, Google Académico, SciELO, ScienceDirect y Scopus, utilizando términos en español e inglés relacionados con aula invertida y resolución de problemas. Se incluyeron estudios revisados por pares publicados entre 2015 y 2024 y se excluyeron investigaciones sobre adquisición de una segunda lengua (L2), matemáticas o nivel superior. Se aplicó un protocolo metodológico adaptado de Booth *et al.* (2016) y López *et al.* (2016).

*La procedencia del artículo no obtuvo financiación alguna por parte de la Universidad de Antioquia, así mismo la tipología del artículo consiste en una revisión sistemática en el cual se realizó una cuidadosa revisión bibliográfica de 50 referencias

**Universidad de Antioquia.

Correo electrónico: fabian.diaz1@udea.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9048-080X>

***Universidad de Antioquia.

Correo electrónico: dora.chaverra@udea.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1443-5326>

****Universidad de Antioquia.

Correo electrónico: gerzon.calle@udea.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4083-6051>

con un total de 50 estudios analizados. **Resultados.** Los hallazgos se agrupan en cuatro categorías: eficacia del modelo, recursos tecnológicos, desafíos y oportunidades, y vacíos de investigación. Se evidencian mejoras en el rendimiento académico y el desarrollo de competencias, aunque persisten limitaciones metodológicas y de acceso, especialmente en el sur global. **Conclusión.** El aula invertida constituye una estrategia pedagógica prometedora para fortalecer la resolución de problemas en secundaria, condicionada por la disponibilidad de recursos, la formación docente y la adaptación a los contextos locales.

Palabras clave: aula invertida, enseñanza secundaria, estrategias educativas, resolución de problemas, tecnología educacional.

The flipped classroom for problem solving in secondary education. A systematic review

Abstract

Objective. To analyze the implementation of the flipped classroom in problem-solving in secondary education through a systematic literature review. **Method.** A search was conducted in the Dialnet, DOAJ, ERIC, Google Scholar, SciELO, ScienceDirect, and Scopus databases using Spanish and English keywords related to flipped classroom and problem-solving. Peer-reviewed studies published between 2015 and 2024 were included, while research on second language acquisition, mathematics, or higher education was excluded. A methodological protocol adapted from Booth *et al.* (2016) and López *et al.* (2016) was applied, analyzing a total of 50 studies. **Results.** Findings are grouped into four areas: model effectiveness, technological resources,

challenges and opportunities, and research gaps. Improvements in academic performance and skills development were noted, although methodological and accessibility barriers persist, particularly in the Global South. **Conclusion.** The flipped classroom is a promising pedagogical strategy for enhancing problem-solving in secondary education, dependent on available resources, teacher training, and contextual adaptation.

Keyword: flipped classroom, Secondary education, educational strategies, problem solving, educational technology

A sala de aula invertida para a resolução de problemas no ensino médio: uma revisão sistemática

Resumo

Objetivo. Analisar a implementação da sala de aula invertida na resolução de problemas no ensino secundário por meio de uma revisão documental sistemática. **Método.** A busca foi realizada nas bases de dados Dialnet, DOAJ, ERIC, Google Acadêmico, SciELO, ScienceDirect e Scopus, utilizando termos em espanhol e inglês relacionados à sala de aula invertida e à resolução de problemas. Foram incluídos estudos revisados por pares publicados entre 2015 e 2024 e excluídas pesquisas sobre aquisição de segunda língua, matemática ou ensino superior. Aplicou-se um protocolo metodológico adaptado de Booth *et al.* (2016) e López *et al.* (2016), analisando 50 estudos. **Resultados.** Os achados foram agrupados em quatro categorias: eficácia do modelo, recursos tecnológicos, desafios e oportunidades, e lacunas de pesquisa. Observam-se melhorias no desempenho acadêmico e

no desenvolvimento de competências, embora persistam barreiras metodológicas e de acesso, especialmente no sul global. **Conclusão.** A sala de aula invertida é uma estratégia pedagógica promissora para aprimorar a resolução de problemas no ensino secundário, dependendo de recursos disponíveis, formação docente e adaptação ao contexto local.

Palavras-chave: sala de aula invertida, ensino secundário, estratégias educativas, resolução de problemas, tecnologia educacional

Introducción

El modelo Aula invertida (AI) o *Flipped Classroom*, cambia los papeles en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El término "*inverted classroom*" (IC), nombrado así por Lage, Platt y Treglia en 2000, ha contado con trasformaciones que reflejan su adaptación a diferentes contextos.

Por su parte, la comprensión y la resolución de problemas fundamentales de la educación, como la calidad, equidad y la eficiencia son asunto en los cuales Kay (2010) y Ortiz (2019) han puesto su acento más allá de las herramientas tecnológicas. En este contexto, el aula invertida emerge como una estrategia que puede contribuir a estos objetivos. Según Martínez (2014) el modelo de aula invertida busca transformar los espacios y roles tradicionales de enseñanza, disociando el tiempo y el espacio de aprendizaje. En este modelo, como señalan Lage *et al.*, (2000) el profesor identifica los temas que deben ser aprendidos a través de instrucción directa, generalmente mediante videoconferencias, utilizando una metodología centrada en el estudiante.

En consecuencia, según Alzate (2022) se observa que la capacidad de enfrentar y resolver problemas complejos se mejora, siendo autores como Polya (1965) y Munari (1983) los que han delineado las fases más significativas en la resolución de problemas. También se identifica que Freire (1997), Howard y Gardner (2000), y Bruner (1996) han resaltado principios que se alinean con el modelo de aula invertida como lo son enfoques educativos participativos y centrados en el estudiante,

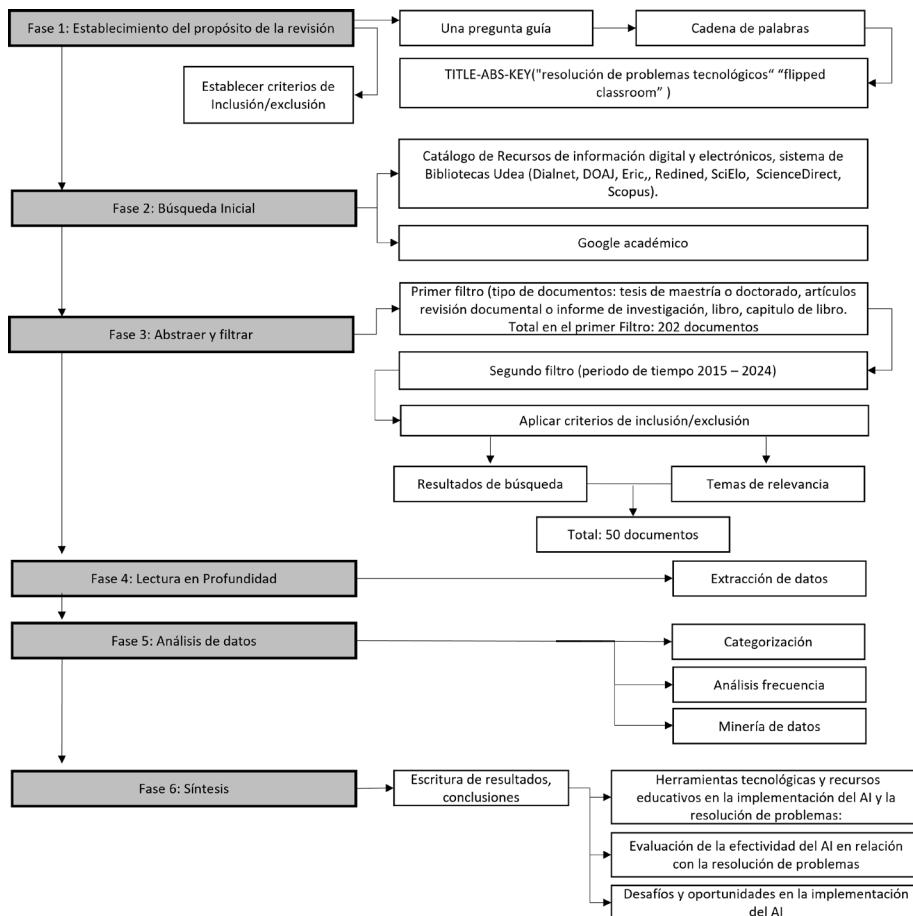
En tal sentido, el objetivo de esta revisión sistemática será la comprensión de la puesta en práctica del AI para desarrollar la competencia de resolución de problemas en educación secundaria. De allí que, la exploración comprensiva se orienta hacia la identificación de herramientas tecnológicas y recursos educativos en la implementación del AI y la resolución de problemas; la evaluación de la efectividad del AI en relación con la resolución de problemas y, los desafíos y oportunidades en la implementación del AI. Los resultados proporcionarán información para que educadores y diseñadores curriculares puedan optimizar experiencias de aprendizaje en entornos educativos digitalizados.

Método

Teniendo en cuenta los objetivos antes descritos se procedió a definir la extensión temporal, la cual consistió en la revisión sistemática de artículos de investigación publicados en el periodo que va desde el 2015 al 2024, con lo cual, se identificaron tendencias, y enfoques emergentes en relación con los objetivos de interés en la presente revisión sistemática. Hacerlo de este modo resultó útil en un campo donde la investigación evoluciona con celeridad y donde los hallazgos previos pueden encontrarse desactualizados.

Teniendo en cuenta enfoques sistemáticos para una revisión bibliográfica exitosa descrito por Booth *et al.*, (2016), y a las fases propuestas por López *et al.*, (2016) las cuales se muestran en la figura 1 se diseñaron las fases para la revisión sistemática.

Figura 1. Fases del método de revisión.



Nota: elaboración propia, adaptado de Chiappe *et al.*, (2020) y Diagrama de flujo PRISMA Haddaway *et al.*, (2022)

Las bases de datos consultadas de revistas revisadas por pares fueron: Dialnet, DOAJ, Eric, Google Académico, Redined, SciElo, ScienceDirect, Scopus (Tablas 1 y 2). Estos motores de búsqueda

académicos permitieron una localización de artículos afines y coherentes con las palabras clave en español e inglés establecidas para llevar a cabo este proceso, las cuales fueron localizadas a través de los tesauros de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y ERIC (Education Resources Information Center).

Así mismo, se tuvieron en cuenta criterios teóricos en las investigaciones o artículos consultados. Desde el análisis que hace Graham (2008), se busca identificar áreas de investigación, puntos de convergencia y divergencia entre los estudios analizados, organizados bajo tres temas para su discusión: el primero hace énfasis en el modelo aula invertida, el segundo a la competencia de solución o resolución de problemas y el tercero al contexto niveles educación primaria y/o secundaria.

A partir de este procedimiento se obtuvieron tres cadenas de búsqueda, una en español y una en inglés y una con la combinación de español e inglés. A continuación, se presentan las cadenas de texto con operadores Booleanos (AND, OR) que permitieron enfocar la búsqueda:

- ("Solución De Problemas Con Tecnología" OR "Resolución De Problemas Con Tecnología" OR "Resolución de problemas") AND ("Aula Invertida" OR "Aula Volteada" OR "Clase Invertida") AND "Básica secundaria".
- ("*Problem Solving with Technology*" OR "*Problem Solving*") AND "*Flipped Classroom*" AND ("*Middle Classroom*" OR "*High School*").
- ("Solución De Problemas Con Tecnología" OR "Resolución De Problemas Con Tecnología" OR "Resolución de problemas tecnológicos") AND "*Flipped Classroom*" AND "Básica secundaria".

Luego se definieron los criterios de búsqueda como los de inclusión /exclusión para determinar la elegibilidad del corpus. Los criterios tomados en consideración fueron:

Las fuentes de información provienen de las principales bases de datos de revistas revisadas por pares.

Al nivel geográfico el interés partirá desde los países latinoamericanos, con una mirada específica en el contexto Colombia, sin embargo, se observó que no era frugal la búsqueda por lo tanto se procedió a explorar contextos anglosajones, con lo cual se analizaron 50 artículos o tesis que se consideraron relevantes en el tema propuesto.

La búsqueda se limitó a la resolución de problemas en contextos de enseñanza y aprendizaje de tecnología e informática, ciencias naturales, física o química; en los cuales se implementaron metodologías activas tales como el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basados en problemas, gamificación y aprendizaje basado en retos, excluyendo de forma intencional artículos o tesis relacionados con el aula invertida en materias como segunda lengua (L2) o matemáticas y estudios centrados en la educación superior ya que la intencionalidad de estos artículos o investigaciones no apuntaba al desarrollo de la competencia de resolución de problemas con tecnología y no constituyán la población de estudio en relación con el nivel educativo que se quiere analizar.

Inicialmente no se aplicó ninguna restricción de fechas para tener una idea de los resultados cronológicos, sin embargo, debido al notorio aumento en el crecimiento de las publicaciones, se consideró pertinente limitar la revisión de 2015 a 2024. Antes de esa fecha la producción sobre investigaciones con la relación entre AI, resolución de problemas y educación secundaria fue mínimo (promedio 2 artículos publicados por año).

En la Tabla 1, se observa que Google Académico fue, por mucho, la fuente más prolífica de artículos en el primer filtro, proporcionando 171 de los 202 documentos inicialmente revisados. En la Tabla 2 se muestra el total de artículos o investigaciones seleccionados para lectura en profundidad destacando que Google Académico (19), DOAJ (11), ERIC (7) y Scopus (5)

Es notable que, de los 202 artículos iniciales, solo 50 fueron seleccionados para un análisis profundo, lo que sugiere un proceso de selección riguroso. Esta reducción significativa (aproximadamente el 25% de los artículos iniciales) implica que se aplicaron criterios estrictos para asegurar la relevancia y calidad de los estudios incluidos en la revisión final.

Tabla 1. Bases de datos y/o repositorios consultados y artículos revisados en el primer filtro.

Repositorio o base de datos consultadas y números de documentos en el primer filtro	
Dialnet	1
DOAJ	11
ERIC	7
Google Académico	171
Redined	1
SciELO	3
ScienceDirect	3
Scopus	5
Total	202

Nota: elaboración propia

Tabla 2. Total de artículos e investigaciones seleccionadas por repositorio o base de datos para lectura en profundidad

Artículos e investigaciones seleccionadas para lectura en profundidad	
Dialnet	1
DOAJ	11
ERIC	7
Google Académico	19
Redined	1
SciELO	3

Artículos e investigaciones seleccionadas para lectura en profundidad	
ScienceDirect	3
Scopus	5
Total	50

Nota: elaboración propia

Para el análisis de la información se procedió con la lectura completa del artículo y a partir de la creación de la tabla en Microsoft Excel y las comprensiones del investigador se extraía los datos que permitían identificar las herramientas y recursos tecnológicos utilizados, los mecanismos y estrategias para determinar la efectivas de la AI en el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, y los desafíos y oportunidades de la implementación de la AI en el bachillerato. Durante el análisis era importante identificar patrones o tendencias en los hallazgos, lagunas en la investigación o futuras líneas de estudio, además, reflexionar sobre la aplicabilidad de los resultados en la educación secundaria.

Resultados

Los resultados y la discusión se enfocan en la comprensión sobre la implementación del aula invertida en la educación secundaria y la competencia de resolución de problemas con tecnología. Se analizaron cuatro ejes temáticos que emergen de los hallazgos: herramientas tecnológicas y recursos educativos en la implementación del AI y la resolución de problemas, evaluación de la efectividad del AI en relación con la resolución de problemas, desafíos en la implementación del AI, vacíos en la literatura y proponer líneas futuras de investigación.

A continuación, en la tabla 3 se describen cada uno de los estudios con sus características y hallazgos relevantes

Tabla 3. Estudios y hallazgos relevantes.

No.	Tipo	Año	Diseño	Muestra [*]	Autor	Hallazgos
1	Artículo	2015	Cuantitativo	124	Kong, Siu-cheung. (2015)	El estudio de Kong muestra que el aula invertida con apoyo tecnológico mejora significativamente el pensamiento crítico y resolución de problemas en estudiantes de secundaria.
2	Tesis Maestría	2015	Cuantitativo	73	Salmerón-Gutiérrez, F. J. (2015)	El estudio de Salmerón Gutiérrez muestra que el aula invertida mejora rendimiento, motivación y resolución de problemas en estudiantes de ESO mediante uso efectivo de tecnología.
3	Artículo	2016	Mixto	14 casos	Winthrop, R., McGivney, E., Williams, T. P., & Shankar, P. (2016)	El documento de Winthrop <i>et al.</i> destaca que el aula invertida y la tecnología potencian aprendizaje autónomo, resolución de problemas y participación estudiantil en contextos educativos diversos.
4	Artículo	2017	Cuantitativo	53	Ceylan, V. K., & Kesici, A. E. (2017)	El estudio de Ceylan y Elitok Kesici demuestra que el aprendizaje combinado con tecnología mejora el rendimiento académico y fomenta la resolución de problemas en programación.
5	Tesis Doctoral	2017	Mixto	186 maestros y 357 estudiantes	Mancillas, M. (Octubre 2017)	El estudio de Mancinas Morales muestra que el aula invertida y las TIC potencian la participación, resolución de problemas, colaboración y apropiación tecnológica, mejorando la práctica docente y el aprendizaje en educación media superior.
6	Artículo	2017	Cualitativo	52 organizaciones	Kaufman, J., Highfield, K., Guy, J., Leung, S., & Wallis, K. (2017)	El estudio de Kaufman <i>et al.</i> resalta que la tecnología digital mejora el aprendizaje y la colaboración, pero exige equilibrar su uso con la salud estudiantil, capacitación docente y gestión del tiempo de pantalla.
7	Artículo	2017	Mixto	68	Sezer, B. (2017).	El estudio de Sezer (2017) revela que el aula invertida con tecnología mejora significativamente el rendimiento académico, la motivación, la participación activa y las habilidades de resolución de problemas en estudiantes de ciencias.
8	Artículo	2018	Mixto	382	Lo, Chung Kwan & Lie, Chi & Hew, Khe. (2018)	El estudio de Lo, Lie y Hew (2018) muestra que el aula invertida, apoyada en tecnología y principios pedagógicos, mejora rendimiento y resolución de problemas en matemáticas, física y lengua, aunque enfrenta desafíos de motivación y preparación docente.
9	Tesis Maestría	2018	Cualitativo	24	Giraldo Villadiego, M., González Rodríguez, M. G., & Posso Aldana, L. C. (2018)	El estudio de Giraldo Villadiego <i>et al.</i> (2018) evidencia que el aula invertida con tecnología mejora autonomía, participación y resolución de problemas matemáticos, potenciando un aprendizaje más interactivo y aplicable en contextos académicos y futuros.
10	Artículo	2018	Mixto	33	Evangelista, I., Nardoni, F., & Cadierno, M. (2018)	El estudio de Evangelista, Nardoni y Cadierno (2018) muestra que el aula invertida con tecnología mejora comprensión, participación, resolución de problemas, retroalimentación inmediata y fomenta el aprendizaje autónomo en estudiantes de Física.
11	Artículo	2018	Mixto	700	Slemonns, K., Anyanwu, K., Hames, J. <i>et al.</i> (2018).	El estudio de Slemonns <i>et al.</i> (2018) revela que videos cortos (menos de 10 minutos) en aulas invertidas mejoran retención, compromiso estudiantil y benefician especialmente a estudiantes con discapacidades de aprendizaje y diversas poblaciones.
12	Tesis Maestría	2019	Mixto	48	Cipamocha Guayacán, L. Y. (2019)	El estudio sobre Escuelas Normales de Tunja muestra que el aula invertida y la resolución de problemas con TIC se implementan de forma limitada y variable, destacando la necesidad de mayor integración, capacitación docente y evaluación continua.
13	Artículo	2020	Mixto	36	Peña Martínez, Juan, Gómez Gómez, Beatriz, & Rosales Conrado, Noelia. (2020)	El estudio de Peña Martínez <i>et al.</i> (2020) muestra que el aula invertida con tecnología potencia la preparación autónoma, la resolución práctica de problemas, la interacción colaborativa y la comprensión profunda en la enseñanza de espectroscopía.
14	Artículo Metanálisis	2020	Mixto	107 artículos	Bond, Melissa. (2020)	El estudio de Bond <i>et al.</i> (2020) evidencia que el aula invertida incrementa la participación estudiantil y fortalece la resolución de problemas mediante tecnologías colaborativas, aunque requiere videos adecuados, formación docente e investigación adicional.
15	Artículo	2020	Mixto	63	Say, F.S. & Yıldırım, F.S (2020)	El estudio de Say y Yıldırım (2020) muestra que el aula invertida con tecnología mejora el rendimiento académico, la comprensión y la resolución de problemas en ciencias, aunque enfrenta desafíos de acceso digital e infraestructura.
16	Tesis Maestría	2020	Mixto	62	Castellanos, L. (2020)	El estudio evidencia que el aula invertida, apoyada con tecnología, mejora la resolución de problemas, la comprensión conceptual y la colaboración, fomentando aprendizaje autónomo y activo, aunque requiere validación en contextos más amplios.

*La muestra se refiere a la cantidad de estudiantes, maestros, casos de estudio o artículos que el estudio tuvo en cuenta como población o muestra.

No.	Tipo	Año	Diseño	Muestra*	Autor	Hallazgos
17	Artículo	2020	Cualitativo	SD	Mendoza (2020)	La propuesta sugiere que el aula invertida podría prevenir la deserción escolar fortaleciendo motivación, participación y resolución de problemas, mediante lineamientos teóricometodológicos y comprensión de experiencias estudiantiles en educación secundaria.
18	Artículo	2021	Cualitativo	22	Ribeirinha, Teresa, & Silva, Bento. (2021)	El estudio de Ribeirinha y Silva (2021) muestra que el aula invertida, combinando aprendizaje online y presencial con tecnología, incrementa participación, favorece pensamiento crítico y fortalece la resolución de problemas complejos en secundaria.
19	Artículo	2021	Cuantitativo	39	Shana, Z., & Alwaely, S. (2021)	El estudio de Shana y Alwaely (2021) demuestra que el aula invertida mejora significativamente el rendimiento académico y la satisfacción en ciencias, fomentando participación activa y uso efectivo de tecnología para el aprendizaje y resolución de problemas.
20	Artículo	2021	Cuantitativo	75	Razm, F., Hafezi, F., Marashian, F. S., Naderi, F., & Dashtibozorgi, Z. (2021)	El estudio de Razm <i>et al.</i> (2021) revela que el aula invertida con apoyo tecnológico mejora más que otros métodos la resolución de problemas y el sentido de responsabilidad en estudiantes femeninas de secundaria.
21	Artículo	2021	Cualitativo	3	Araya <i>et al.</i> (2021)	El estudio de Araya-Moya <i>et al.</i> (2022) evidencia que el aula invertida con tecnología fortalece habilidades críticas y de resolución de problemas, aunque requiere capacitación continua y adaptación para superar desafíos de accesibilidad y práctica docente.
22	Artículo	2021	Mixto - Cuasiexperimental	59	Macale, A., Lacsamana, M., Quimbo, M. A., & Centeno, E. (2021)	El estudio de Macale <i>et al.</i> (2021) demuestra que el aula invertida con tecnología e instrucción entre pares mejora el rendimiento académico, la participación y las habilidades de resolución de problemas en química mediante aprendizaje activo y colaborativo.
23	Artículo	2021	Cuantitativo	1743 docentes	Moreno-Guerrero, A., Soler-Costa, R., Marín-Marín, J., & López-Belmonte, J. (2021)	El estudio de Moreno-Guerrero <i>et al.</i> (2021) evidencia que el aula invertida, apoyada en TIC, mejora participación, motivación, rendimiento y resolución de problemas en secundaria, aunque requiere apoyo institucional, autoeficacia docente y estrategias pedagógicas adecuadas.
24	Artículo	2021	Mixto	SD	Yao Tung, Khoe & Alissa, A.. (2021)	El estudio de Khoe Yao Tung y Alissa (2021) muestra que el aula invertida diferenciada, apoyada en tecnología, mejora resultados cognitivos, resolución de problemas y motivación, ofreciendo un aprendizaje más personalizado y efectivo en biología.
25	Tesis Maestría	2021	Cuantitativo	110	Castro, D. & Sánchez, C. (2021)	El análisis indica que el aula invertida, apoyada en tecnología, favorece la resolución de problemas al promover aprendizaje activo, colaboración y personalización, aunque requiere equidad tecnológica, capacitación docente y planificación adecuada para su efectividad.
26	Artículo	2021	Cuantitativo	20	Hu, F., Wang, X., & Jiang, P. (2021)	El estudio de Hu, Wang y Jiang (2021) muestra que el aula invertida con sistemas en línea mejora el rendimiento académico, fomenta aprendizaje autónomo y colaborativo, e impulsa habilidades críticas de resolución de problemas en tecnología de la información.
27	Artículo	2021	Mixto	65	Gyeong-Geon Lee, Young-Eun Jeon & Hun-Gi Hong (2021)	El estudio de Lee, Jeon y Hong (2021) muestra que el aula invertida cooperativa potencia la motivación y participación en resolución de problemas con tecnología, aunque puede afectar negativamente el rendimiento académico si no se estructura adecuadamente.
28	Artículo Metanálisis	2022	Cualitativo	34 artículos	Satparam, J., & Apps, T. (2022)	La revisión de Satparam y Apps (2022) muestra que el aula invertida en K-12 favorece la resolución de problemas y el aprendizaje activo, aunque enfrenta desafíos de motivación, acceso tecnológico y requiere estrategias pedagógicas bien estructuradas para ser eficaz.
29	Artículo metanálisis	2022	Mixto	47	Solórzano Alcivar, E. (2022)	El estudio de Solórzano Alcivar y Chancay Cedeño (2022) muestra que el aula invertida con tecnología mejora participación, autonomía, pensamiento crítico y resolución de problemas, promoviendo aprendizaje interactivo, colaborativo y centrado en el estudiante.
30	Artículo	2022	Cuantitativo	35	Alvarracín Alvarez, Aleida Monserrat, Guanopatin Jinéz, Jorge Patrício, Benavides Herrera, & Patrício Vicente. (2022)	El estudio de Alvarracín Alvarez <i>et al.</i> (2022) evidencia que el aula invertida con apoyo tecnológico mejora participación, pensamiento crítico y resolución de problemas, favoreciendo el desarrollo de habilidades cognitivas superiores en entornos colaborativos
31	Artículo	2022	Mixto	32	Ranoptri <i>et al.</i> (2022)	El estudio de Ranoptri, Mustaji y Bachri (2022) evidencia que el aula invertida con aprendizaje basado en la indagación y recursos web mejora resultados académicos, participación activa y habilidades de resolución de problemas en ciencias.

No.	Tipo	Año	Diseño	Muestra*	Autor	Hallazgos
32	Artículo	2022	Mixto - Cuasiexperimental	107	Mohammadi <i>et al.</i> (2022)	El estudio de Mohammadi <i>et al.</i> (2022) muestra que el aula invertida con apoyo tecnológico y aprendizaje entre pares mejora la autorregulación estudiantil, fortaleciendo estrategias metacognitivas clave para la resolución efectiva de problemas.
33	Artículo	2022	Cualitativo	119	Gorozabel <i>et al.</i> (2022)	El estudio de Gorozabel Lucas <i>et al.</i> (2022) muestra que el aula invertida con tecnología transforma la enseñanza tradicional, promoviendo aprendizaje significativo, participación activa y desarrollo de habilidades de resolución de problemas en Emprendimiento y Gestión.
34	Artículo	2022	Mixto	44	Boateng, A., Barton E., Vlachopoulos, D., Johnson, E., & Okpattah, V. (2022)	El estudio de Boateng <i>et al.</i> (2022) muestra que el aula invertida con tecnología mejora logro académico, autoeficacia y habilidades de resolución de problemas en educación textil, optimizando el tiempo práctico mediante preparación previa con recursos multimedia interactivos.
35	Tesis Maestría	2022	Cuantitativo	14	Gutiérrez Carvajal, A. P. (2022)	El análisis resalta que fortalecer las competencias digitales docentes es esencial para implementar el aula invertida y la resolución de problemas con tecnología, facilitando creación de recursos, aprendizaje activo y uso efectivo de herramientas digitales.
36	Artículo	2022	Mixto	30	Katauhi, R. C., Widodo, W., & Sari, D. A. P. (2022)	El estudio de Katauhi, Widodo y Permata Sari (2022) muestra que combinar aula invertida con módulos electrónicos de indagación guiada mejora significativamente habilidades científicas, pensamiento crítico y resolución de problemas, fomentando aprendizaje autónomo, práctico e interactivo en secundaria.
37	Tesis Maestría	2022	Mixto	16	Herrera Gil, Y., & Rueda Bolaños, J. H. (2022)	El estudio de Herrera Gil y Rueda Bolaños (2022) evidencia que el aula invertida mejora significativamente la resolución de problemas y el pensamiento crítico en estudiantes, promoviendo aprendizaje activo y autónomo apoyado en tecnología, aunque requiere validación en contextos más amplios.
38	Tesis Maestría	2022	Cualitativo	50	Erazo Navarrete, W. S. (2022)	El análisis muestra que el aula invertida, junto con tecnologías digitales, aumenta la participación estudiantil, mejora la comprensión de conceptos complejos y fortalece habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas mediante aprendizaje activo, colaborativo y personalizado.
39	Artículo	2022	Mixto - Cuasiexperimental	45	Fallah <i>et al.</i> (2022)	El estudio de Fallah <i>et al.</i> (2022) muestra que el aula invertida con tecnología fomenta participación activa, creatividad y resolución de problemas, permitiendo aplicar conocimientos en proyectos colaborativos, aunque sus efectos son similares a la enseñanza cooperativa.
40	Artículo	2022	Mixto	23	Lam, Y. W., Hew, K. F., & Jia, C. (2022)	El estudio de Lam, Hew y Jia (2022) demuestra que el modelo de aula invertida 5E mejora significativamente la escritura de textos de problema-solución en ESL, fortaleciendo resolución de problemas, pensamiento crítico y aprovechamiento de la tecnología educativa.
41	Tesis Maestría	2022	Mixto	15	Alzate, Y. (2022)	El trabajo de Alzate Ortiz (2022) muestra que el uso de VEX.code y Bitbloq, alineado con principios del aula invertida, fortalece el aprendizaje activo, el pensamiento computacional y la resolución de problemas en robótica educativa mediante tecnología.
42	Tesis Maestría	2022	Cuantitativo	51	Moreno (2022)	La investigación en Huancayo (2022) muestra que el aula invertida guarda una correlación positiva con el aprendizaje significativo, especialmente en su dimensión tecnológica, aunque requiere mejoras pedagógicas y organizativas para optimizar resolución de problemas y superar limitaciones de conectividad.
43	Artículo	2023	Mixto	83	Raissouni, Mohammed & Abid, Mohammed & Chakir, E. (2023)	El estudio de Raissouni, Abid y Chakir (2022) evidencia que el aula invertida, apoyada por simulaciones tecnológicas, mejora la comprensión de conceptos eléctricos, fortalece la resolución de problemas y supera limitaciones de la enseñanza tradicional en ciencias físicas.
44	Artículo	2023	Mixto	143	Lepe-Salazar, F., & Cortes-Alvarez, T. (2023)	El estudio de Lepe-Salazar y Cortes-Alvarez (2023) muestra que el aula invertida y la resolución de problemas con tecnología favorecen aprendizaje activo, motivación y personalización, aunque requieren competencias digitales, materiales de calidad y una implementación cuidadosamente planificada.
45	Tesis Maestría	2023	Cualitativo	981	Benítez, D. (2023)	El estudio muestra que el aula invertida, apoyada con Exelearning, incrementa motivación y participación estudiantil, facilitando aprendizaje autónomo y actividades prácticas que fortalecen la resolución de problemas en contextos aplicados y colaborativos.
46	Artículo Metanálisis	2023	Rastreo bibliográfico	Rastreo en 3 bases de datos	Haoxi Deng (2023)	El estudio de Deng (2023) concluye que el aula invertida, apoyada en TIC, favorece la resolución de problemas y el pensamiento crítico, aunque su efectividad depende de una implementación cuidadosa, preparación docente y alineación pedagógica con los objetivos de aprendizaje.

No.	Tipo	Año	Diseño	Muestra*	Autor	Hallazgos
47	Artículo	2023	Cuantitativo	121	Koray, Ö., Çakar, V., & Koray, A.(2023)	El estudio de Koray, Çakar y Koray (2023) muestra que el aula invertida mejora rendimiento académico y actitudes hacia la física, aunque no evidencia avances significativos en resolución de problemas, sugiriendo necesidad de integrar estrategias específicas para fortalecer esta habilidad.
48	Tesis Maestría	2023	Cuantitativo	45	Clemente, T., & Violeta, J. (2023)	El análisis revela una correlación positiva alta entre aula invertida y ejecución curricular, destacando mejoras en distribución de contenidos, adaptación a necesidades y planificación, aunque se recomienda fortalecer la ejecución curricular para potenciar resolución de problemas y aprendizaje activo.
49	Artículo	2024	Mixto	68	Ayunda <i>et al.</i> (2024)	El estudio muestra que el e-módulo basado en aula invertida mejoró significativamente la resolución de problemas (N-Gain 0,75) y la independencia de aprendizaje (N-Gain 0,74), superando al método tradicional y demostrando ser válido, práctico y efectivo.
50	Artículo	2024	Mixto	89	Pham <i>et al.</i> (2024)	El estudio evidencia que el aula invertida mejoró significativamente la alfabetización estadística, especialmente en resolución de problemas, aumentando niveles de desempeño en el grupo experimental, aunque requiere mayor preparación docente y enfrenta desafíos tecnológicos.

Nota: elaboración propia

Las tabla anterior 3 y las siguientes 4 a 5 revelan tendencias significativas en la investigación sobre aula invertida en educación secundaria (el análisis lo arroja parcialmente la Inteligencia Artificial generativa perplexity.ia). Geográficamente, hay una diversidad de países representados, con Colombia liderando (9 estudios), seguida por Ecuador (6) y Hong Kong (5). El inglés predomina como idioma de publicación (27 estudios), seguido por el castellano (21). Se observa un aumento notable en las publicaciones desde 2020, con un pico en 2022 (15 estudios). La pandemia de COVID-19 influyó en 10 de los 50 estudios analizados. Los artículos de investigación constituyen la mayoría de los documentos (33), seguidos por tesis de maestría (12). La diversidad de temas abordados incluye motivación estudiantil, desarrollo de habilidades de resolución de problemas y mejora de competencias digitales**.

** Análisis parcial realizado con Inteligencia Artificial generativa, de acuerdo a tablas dinámicas generadas en Microsoft Excel.
 Cita: Perplexity AI,Inc (2024). Perplexity [Versión 3.2.0,] [Large language model]. <https://www.perplexity.ai/>

Tabla 4. Origen geográfico de las investigaciones o artículos seleccionados para lectura en profundidad

País o Región	Cuenta
Argentina	1
Australia, EEUU y Canadá	1
China	2
Colombia	1
Colombia /Caribe	3
Colombia /Centro	4
Costa Rica	1
Ecuador	6
EEUU	1
EEUU, Taiwán y Hong Kong	1
EEUU, Taiwán, Hong Kong, Grecia, Turquía	1
Emiratos árabes unidos	1
España	3
Filipinas	1
Ghana	1
Hong Kong	3
Indonesia	4
Irán	3
Corea del Sur	1
Marruecos	1
Méjico	2
Perú	1
Portugal	1
Turquía	4
Vietnam	1
Sudan, Kenia, Haití, Colombia, República Dominicana, Panamá, Uganda, Perú, Sudáfrica	1
TOTAL	50

Nota: elaboración propia

Tabla 5. Tipo de investigación o artículos seleccionados después del primer filtro por año.

Tipo de documento	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total general
Artículo	1	1	3	3		3	9	8	3	2	33
Artículo Metaanálisis						1		2	1		4
Tesis Doctoral			1								1
Tesis Maestría	1			1	1	1	1	5	2		12
Total general	2	1	4	4	1	5	10	15	6	2	50

Nota: elaboración propia

En este caso se utiliza la definición de básica secundaria y media, en el contexto colombiano, para los grados que empiezan después de la educación básica primaria, es decir, sexto a noveno y media para los grados décimo y once, antes de entrar a la universidad según MEN (2021). Y los términos Middle y High School según Cambridge University Press & Assessment. (2024), para la educación en niños en el contexto de Estados Unidos de 11 a 18 años.

Discusión

Herramientas tecnológicas y recursos educativos en la implementación del AI y la resolución de problemas

Para realizar un análisis de los recursos tecnológicos mencionados se considerarán los siguientes aspectos: disponibilidad, colaboración, accesibilidad y el efecto en las habilidades de los estudiantes en relación con la resolución de problemas.

Tabla 6. Descripción de recursos tecnológicos, caracterización de los encontrados en los estudios rastreados.

Recurso tecnológico y estudios	Disponibilidad	Colaboración	Accesibilidad	Habilidades favorecidas
Moodle, Google Classroom y Blackboard Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Araya, et al., (2021). - Ribeirinha, & Silva (2021) - Bond (2020)	Se caracterizan por ser plataformas de gestión de aprendizaje. Disponibles en línea. Moodle es una plataforma de código abierto. Google Classroom se encuentra en la plataforma Google es gratuita. La plataforma Blackboard, tiene costos	Colaboración a través de: foros, tareas colaborativas y herramientas integradas	Moodle y Google Classroom disponibles sin costo. Blackboard, requiere pago por suscripción. Google Classroom diseño simple y accesible	Fomentan: 1. autogestión del aprendizaje, 2. habilidades de comunicación 3. colaboración, 4. organización y la responsabilidad en los estudiantes
EDpuzzle y ShowMe Interactive Whiteboard Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Evangelista et al., (2018) - Peña et al., (2020).	EDpuzzle está disponible en línea y ofrece tanto versiones gratuitas como de pago con más características. ShowMe Interactive Whiteboard es una herramienta para crear lecciones interactivas, aunque no se especifica su modelo de precios en los resultados de búsqueda.	EDpuzzle permite a los docentes crear videos interactivos y puede ser utilizado para trabajos colaborativos	Ambas herramientas son accesibles en sus versiones básicas gratuitas, pero ofrecen más funcionalidades en sus versiones de pago	Estas herramientas promueven la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de síntesis. También mejoran la comprensión audiovisual y la colaboración
Tinkercad y Arduino IDE Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Castro & Sánchez (2021) - Alzate (2022)	Tinkercad es una plataforma gratuita en línea para la simulación de circuitos y diseño 3D Arduino IDE es un entorno de desarrollo gratuito para programar placas Arduino	Tinkercad permite la colaboración en proyectos de diseño, aunque no se menciona la colaboración en tiempo real	Ambas herramientas son gratuitas y de fácil acceso para los usuarios	Fomentan el pensamiento computacional, la resolución de problemas, la creatividad y las habilidades de diseño y programación
Zoom y Google Meet Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Araya et al., (2021) - Lepe & Cortes (2023)	Zoom y Google Meet son plataformas de videoconferencia.	Colaboración en tiempo real. Zoom cuenta con salas de trabajo en la misma sesión	Google Meet es accesible de forma gratuita para usuarios de Google, y Zoom tiene una versión gratuita con limitaciones de tiempo y número de participantes	Mejoran: 1. Comunicación, 2. Colaboración 3. Capacidad de participar en entornos virtuales

Recurso tecnológico y estudios	Disponibilidad	Colaboración	Accesibilidad	Habilidades favorecidas
Khan Academy MOOCs (Cursos en línea masivos y abiertos) Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Winthrop <i>et al.</i> , (2016) - Cipamocha Guayacán (2019). - Hu <i>et al.</i> , (2021)	Khan Academy es una plataforma educativa gratuita que ofrece una amplia gama de cursos.	1. Aprendizaje individual 2. Incluyen foros 3. Gestión de proyectos grupales	Khan Academy es gratuita. Algunos son accesibles sin costo. Algunos MOOCs cuentan con opciones de pago para certificación.	Promueven 1. Aprendizaje autodirigido, 2. Gestión del tiempo 3. Mejoran la comprensión en áreas del conocimiento
Exelearning Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Benítez (2023)	Creación de contenidos educativos interactivos	En Exelearning, los materiales creados pueden ser utilizados en entornos colaborativos	Código abierto. Es de acceso gratuito.	Desarrolla habilidades como: 1. Creación de contenido digital 2. Aprendizaje autónomo 3. Alfabetización digital
YouTube Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Gutiérrez Carvajal (2022) - Macale <i>et al.</i> , (2021) - Ceylan (2017) - Peña <i>et al.</i> , (2020) - Castellanos (2020) - Gutiérrez (2022) - Macale (2021)	YouTube es una plataforma de videos ampliamente accesible y utilizada en todo el mundo	YouTube permite la colaboración en el sentido de que los estudiantes y docentes pueden compartir y comentar videos, pero no ofrece herramientas de colaboración en tiempo real	Es una plataforma gratuita, aunque ofrece servicios premium como YouTube Premium. Pago: El acceso a los contenidos de YouTube es gratuito, aunque hay opciones de pago para servicios adicionales	Favorece habilidades como la comprensión audiovisual, el pensamiento crítico y la capacidad de búsqueda y selección de información relevante
GeoGebra Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Giraldo <i>et al.</i> , (2018) - Castellanos (2020)	Es un software de matemáticas interactivo disponible en línea	Ofrece herramientas para la enseñanza y el aprendizaje colaborativo de las matemáticas	GeoGebra es gratuito y accesible para todos los usuarios. No se requiere pago para utilizar GeoGebra	Mejora la comprensión matemática y la visualización de conceptos abstractos, así como la resolución de problemas
Vex.code Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: - Alzate (2022)	Es una plataforma utilizada para la programación en el contexto de la robótica educativa	No se especifica directamente la colaboración, pero se asume que puede ser utilizada en entornos de aprendizaje colaborativo	No se proporciona información sobre el costo o la necesidad de pago para acceder a Vex.code	Desarrolla habilidades de programación y pensamiento computacional

Recurso tecnológico y estudios	Disponibilidad	Colaboración	Accesibilidad	Habilidades favorecidas
Simulador Phet. colorado.edu Estudios que utilizaron o mencionan el recurso tecnológico: Raissouni <i>et al.</i> , (2023)	Ofrece simulaciones interactivas para la enseñanza de la ciencia	Las simulaciones pueden ser utilizadas en entornos colaborativos, aunque la plataforma en sí no está diseñada específicamente para la colaboración	Las simulaciones son gratuitas y accesibles en línea. Pago: No se requiere pago para utilizar las simulaciones de Phet.colorado.edu	Favorece la comprensión de conceptos científicos y matemáticos y el aprendizaje interactivo

Nota: elaboración propia

En síntesis, las herramientas y recursos tecnológicos examinados en la revisión sistemática brindan a docentes y estudiantes acceso abierto y versiones gratuitas, de manera que facilitan su uso en diversos contextos educativos. Plataformas como Moodle, Google Classroom, Khan Academy, Tinkercad, Arduino IDE, Exelearning, GeoGebra y Phet. colorado.edu no tienen costos, mientras que otras como Blackboard, Zoom y algunos MOOCs requieren pagos o cuentan con versiones limitadas. Estas herramientas fomentan habilidades esenciales como la colaboración, el pensamiento crítico, la creatividad, la autogestión del aprendizaje y la comunicación, adaptándose a diferentes enfoques pedagógicos y objetivos de aprendizaje (Salmerón-Gutiérrez, 2015; Winthrop *et al.*, 2016; Ceylan, & Kesici, 2017; Mancillas, 2017; Kaufman *et al.*, 2017; Sezer, 2017; Lo *et al.*, 2018; Giraldo Villadiego *et al.*, 2018; Evangelista *et al.*, 2018; Slemmons *et al.*, 2018).

Por otra parte, Cipamocha Guayacán (2019), afirma que existen diversas herramientas tecnológicas disponibles para el aula invertida, pero su uso efectivo puede verse obstaculizado por la falta de conocimiento o habilidades técnicas de los docentes para integrarlas en sus prácticas pedagógicas***.

La elección de una herramienta específica dependerá de las necesidades particulares del curso, la institución educativa y los

*** Asistencia en redacción de texto realizado con Inteligencia Artificial generativa, de acuerdo a los hallazgos de la tabla 5. Cita: Perplexity AI, Inc (2024). Perplexity (Versión 3.2.0.) [Large language model]. <https://www.perplexity.ai/>

objetivos de aprendizaje establecidos. Algunas plataformas, como Moodle, Google Classroom, Zoom y Google Meet, se centran en facilitar la colaboración en tiempo real y la comunicación efectiva. Otras, como Tinkercad y Arduino IDE, estimulan la creatividad y el diseño, como es el caso de Exelearning en la creación de contenido digital. Esta diversidad permite a los educadores seleccionar las herramientas más adecuadas para potenciar las habilidades específicas que desean desarrollar en sus estudiantes, creando así un entorno de aprendizaje más enriquecedor y adaptado a las demandas educativas actuales.

Evaluación de la efectividad del AI en relación con la resolución de problemas

La evaluación de la efectividad del AI ha sido discutida por varios autores mediante herramientas y enfoques específicos lo que ayuda a la comprensión del impacto en el proceso educativo. Se hace necesario entonces hablar de diversidad de métodos para evaluar el modelo educativo (IA) y al hacerlo considerar múltiples factores.

En términos de análisis estadístico y diseño cuasiexperimental, se han demostrado resultados positivos. Martínez (2014) concluye que la implementación del IA tiene un impacto significativo en los resultados de aprendizaje, en tanto, Hinojo *et al.* (2019) encuentran un efecto positivo en el rendimiento académico. Hallazgos que son consistentes con los de Satparam y Apps (2022), que mencionan el uso de diseños cuasiexperimentales, preexperimentales y experimentales para comparar el enfoque del aula invertida con las aulas tradicionales.

El desarrollo de competencias, tanto en estudiantes como en docentes, es otro aspecto crucial en la evaluación del AI. Gutiérrez (2022) se enfoca en la evaluación de competencias digitales en el contexto del AI, mientras que Benítez (2023) destaca la importancia del desarrollo de competencias en docentes para la implementación efectiva del AI. Estos estudios subrayan la necesidad de considerar

no solo los resultados de aprendizaje, sino también las habilidades y capacidades desarrolladas en el proceso por los profesores y los estudiantes.***

En relación con el componente de enseñanza varios estudios han evaluado la efectividad del aula invertida desde la perspectiva de la enseñanza. Sezer (2017) encontró que este modelo permite a los docentes aprovechar mejor el tiempo en clase para actividades prácticas y de resolución de problemas, facilitando una enseñanza más personalizada. Hu *et al.* (2021) destacaron que el aula invertida promueve una mayor interacción entre docentes y estudiantes, permitiendo a los profesores ofrecer una orientación más específica. Raissouni *et al.* (2023) señalaron que este enfoque ayuda a los docentes a superar limitaciones como la falta de materiales didácticos, especialmente en temas abstractos como la electricidad. Evangelista *et al.* (2018) observaron que el uso de tecnología en el aula invertida, como videos y plataformas interactivas, permite a los profesores proporcionar retroalimentación más inmediata y personalizada. Finalmente, Lepe-Salazar y Cortes-Álvarez (2023) enfatizaron que este modelo requiere que los docentes desarrollen habilidades digitales y adapten sus estrategias de enseñanza para aprovechar al máximo los recursos tecnológicos disponibles.

La efectividad del modelo de aula invertida en el rendimiento académico se evalúa principalmente a través de estudios comparativos entre grupos que utilizan este modelo y grupos que siguen métodos tradicionales. Varios autores como Alzate (2022) y Salmerón-Gutiérrez (2015) han examinado este aspecto. Algunas de las investigaciones reportan un impacto positivo en el rendimiento académico tales como: Boateng, A. *et al.* (2022); Ceylan, V. K., & Kesici, A. E. (2017); Sezer (2017); Shana, Z., & Alwaely, S. (2021). En relación con el mejoramiento en las habilidades de pensamiento crítico, la

***Asistencia en: redacción de texto y apoyo en el análisis de datos cuantitativos y cualitativos realizado con Inteligencia Artificial generativa. Cita: Perplexity AI, Inc (2024). Perplexity (Versión 3.2.0,) [Large language model]. <https://www.perplexity.ai/>

resolución de problemas y la motivación de los estudiantes se encuentran autores como: Kong (2015); Sezer (2017); Lo *et al.*, (2018); Slemmons, *et al.* (2018). Se utilizan diversos métodos de evaluación, incluyendo pruebas de rendimiento, cuestionarios, entrevistas y observaciones. Autores como Martínez (2018); Hinojo *et al.*, (2019) y Manera (2018) encontraron mejoras significativas en las calificaciones y habilidades específicas. Sin embargo, también se reportan algunos autores como: Winthrop *et al.* (2016); Lo *et al.*, (2018); Kaufman *et al.* (2017); Slemmons *et al.*, (2018); cuyos resultados son mixtos o no concluyentes en cuanto a la mejora del desempeño académico, ya que no son uniformemente positivos o evidentes en diversos contextos. Además, Evangelista *et al.*, (2018); Kaufman *et al.*, (2017); Ceylan, V. K., & Kesici, A. E. (2017); Mancillas (2017); Giraldo Villadiego et al (2018); señalan factores como la calidad de los materiales y la motivación de los estudiantes influyen en la efectividad del modelo.

Es importante notar que varios estudios adoptan un enfoque de métodos mixtos (Kong, 2015; Ceylan & Kesici, 2017; Mancillas, 2017; Kaufman *et al.*, 2017; Winthrop *et al.*, 2016) combinando datos cuantitativos y cualitativos lo cual permite aprovechar las fortalezas de ambos métodos para lograr una visión más integral del tema investigado, triangular los hallazgos, y proporcionar tanto datos estadísticos como perspectivas detalladas de los participantes ya que en algunos casos los estudios no son concluyentes en relación con la motivación de los estudiantes hacia el modelo de AI, las herramientas utilizadas o el mejoramiento de la competencia de resolución de problemas o confrontar las perspectivas de los maestros y estudiantes en relación con el modelo.

Por lo que se refiere a la motivación hacia la AI por parte de los estudiantes Sezer (2017) dice que bajas habilidades en el aprendizaje autónomo en los estudiantes dificulta la adaptación del modelo de AI. Así mismo, Lo *et al.* (2018) encuentran que la falta de motivación para las tareas previas en el AI es uno de los principales desafíos en el

modelo. Por su parte Slemmons *et al.* (2018) mencionan que los videos demasiado largos permean negativamente el compromiso y enfoque estudiantil. Adicionalmente, Evangelista *et al.* (2018) describen que algunos estudiantes perciben el AI como herramienta para aprobar exámenes, subvalorando lo benéfico del autoestudio. Los hallazgos dejan ver la necesidad de implementar estrategias para motivar a los estudiantes en términos de aprovechar el potencial del AI en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas. Así mismo, los hallazgos relacionados con la motivación en estudiantes y el AI no se perciben concluyentes.

Al respecto, Haoxi Deng (2023) señala que es fundamental abordar estas evaluaciones con prudencia y considerar las posibles distorsiones metodológicas que podrían influir en los resultados. Así mismo, menciona que se requieren investigaciones más exhaustivas para determinar la efectividad del modelo de AI, teniendo en cuenta no solo los resultados inmediatos, sino también los impactos a largo plazo y la viabilidad sostenible del modelo en diversos entornos educativos, en este caso la básica secundaria.

En otro orden de ideas, estudios respaldan el impacto positivo del modelo de AI en el desarrollo de competencias destacando: 1. La importancia de la metodología STEAM, según, Sandoval y Borrero (2020), junto con herramientas como Arduino y Tinkercad, para potenciar el pensamiento computacional y habilidades de resolución de problemas en contextos tecnológicos y profesionales. 2. La utilidad del AI y de Exelearning para mejorar la autonomía y la capacidad de comprensión y aplicación de conocimientos según Benítez (2023), aspectos que son fundamentales para la resolución de problemas. 3. Mejoras en la capacidad de enfrentar y resolver problemas complejos en Robótica educativa mediante el uso de plataformas como VEX. code y Bitbloq, según Alzate (2022). 4. La plataforma BeChallenge fomentando el aprendizaje basado en retos y mejora las habilidades de resolución de problemas y razonamiento lógico en estudiantes de

Educación Básica, según lo mencionado por Erazo (2022). 5. Giraldo *et al.* (2019) la discusión del impacto positivo del modelo de AI en la resolución de problemas geométricos. 6. Finalmente, Satparam (2022) resalta la continuidad de los estudiantes en actividades de resolución de problemas incluso más allá del tiempo de clase.

Los antecedentes mencionados subrayan la relevancia de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y las metodologías activas, como el AI, para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas.

Desafíos en la implementación del AI

Autores como Evangelista *et al.*, (2018); Fallah *et al.*, (2022); Katauhi *et al.*, (2022), indican que el modelo de AI tiene el potencial de transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, aún cuando, la implementación de dicho modelo merece un análisis debido a los obstáculos que enfrenta.

Mencionaremos aquí el primer desafío en la revisión sistemática que consiste en la brecha digital, la cual tiene su origen en la falta de acceso equitativo a dispositivos electrónicos y el acceso a internet. En primera instancia Erazo (2022), señala que esta brecha se ve aumentada en contextos socioeconómicos desfavorecidos lo que incrementa las desigualdades educativas existentes. En igual forma, la brecha se ve agravada en zonas rurales y comunidades marginadas, donde la infraestructura tecnológica es limitada o inexistente (Giraldo Villadiego *et al.*, 2018).

Ahora bien, cuando se alude a la brecha digital esta no solo hace referencia al acceso físico a la tecnología y sus plataformas digitales, sino del mismo modo, a las habilidades necesarias y suficientes para utilizarlas de manera eficaz. Es así como Cipamocha Guayacán (2019) destaca la importancia de la alfabetización digital tanto para docentes

como para estudiantes, señalando que la falta de estas competencias puede obstaculizar la implementación efectiva de modelos como el aula invertida. En adición a lo anterior, Kaufman *et al.* (2017) exponen que las inequidades en el acceso y uso de la tecnología pueden traer consecuencias de largo plazo en el avance y desarrollo de habilidades cruciales para el buen desempeño académico y profesional de los estudiantes. Finalmente, Slemmons *et al.* (2018) sugieren que la implementación de estrategias de aprendizaje flexibles, como el uso de videos educativos de corta duración, puede ayudar a mitigar algunas de las desventajas asociadas con la brecha digital, al hacer el contenido más accesible para estudiantes con recursos limitados.

El segundo desafío trata de la capacitación docente en el componente del modelo de AI, que emerge como otro reto crucial (Salmerón-Gutiérrez, 2015). Por su parte, Giraldo *et al.*, (2019) destacan que la falta de formación adecuada en tecnologías de la información y comunicación (TIC) y en modelo específico del AI constituye un obstáculo para su adopción de forma generalizada. Esta carencia de habilidades técnicas y pedagógicas puede limitar la eficacia de la implementación del modelo AI.

En tercer lugar, se encuentra la resistencia al cambio, tanto por parte de docentes como de estudiantes, según Herrera *et al.* (2022). Esta resistencia puede originarse en la comodidad con los métodos tradicionales o el temor a lo desconocido, dificultando la transición hacia el modelo de AI.

Un cuarto aspecto desafiante lo esboza Satparam (2022), identificando la complejidad en la evaluación de competencias como otro obstáculo significativo. Medir efectivamente el impacto del AI en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas presenta dificultades metodológicas considerables. Así mismo, identifican la escasez de estudios que examinen conjuntamente el AI y la resolución de problemas, así como

las limitaciones en el acceso tecnológico y la dificultad para evaluar resultados. En ese mismo sentido, Haoxi (2023) enfatiza la necesidad de desarrollar metodologías más rigurosas para evaluar el impacto real del AI en el desarrollo de competencias estudiantiles.

En tal sentido y para abordar estos desafíos de manera efectiva, Bergmann y Sams (2012) proponen un enfoque holístico que incluye varios elementos clave: 1. Inversión en infraestructura tecnológica, 2. Formación docente continua, 3. Diseño cuidadoso de contenidos y estrategias pedagógicas, y 4. Evaluación sistemática del impacto del AI. Es conveniente, entonces, la colaboración entre educadores, investigadores y técnicos, como sugiere Haoxi (2023), lo cual es esencial para desarrollar entornos de aprendizaje que faciliten una implementación exitosa del AI. Por lo dicho anteriormente, futuras investigaciones deberían centrarse en desarrollar soluciones prácticas para estos desafíos, considerando la diversidad de contextos educativos y las necesidades específicas de diferentes grupos de estudiantes.

Por otra parte, Lo, Chung Kwan, Lie, Chi & Hew, Khe (2018) mencionan que uno de los desafíos de implementar el aula invertida es el considerable esfuerzo inicial requerido tanto por profesores como por estudiantes. Esto sugiere que puede haber un aumento en la carga laboral docente, al menos en las etapas iniciales de implementación. En el estudio se indica que los profesores necesitan dedicar tiempo adicional a preparar materiales de aprendizaje adecuados para el estudio independiente de los estudiantes, diseñar actividades de aprendizaje interactivas para el tiempo de clase, aprender a utilizar nuevas tecnologías y plataformas para crear y distribuir contenido, y adaptar sus métodos de enseñanza al nuevo formato del aula invertida. Aunque el aumento de la carga laboral no se menciona explícitamente como un obstáculo principal, estos factores sugieren que implementar el aula invertida puede requerir una inversión significativa de tiempo y esfuerzo por parte de los docentes.

Vacíos en la literatura y proponer líneas futuras de investigación

Existen varios vacíos en la literatura sobre aula invertida y resolución de problemas en secundaria, especialmente la prevalencia de enfoques cuasiexperimentales y metodologías poco robustas, lo que dificulta la obtención de conclusiones generalizables sobre su efectividad (Martínez, 2014; Satparam & Apps, 2022). Asimismo, persiste la brecha digital y la falta de competencias digitales tanto en estudiantes como docentes, aspectos que condicionan la implementación equitativa del modelo, en coincidencia con hallazgos previos de Slemmons *et al.* (2018) y Cipamocha Guayacán (2019). Además, existe escasez de estudios longitudinales y poca investigación sobre la aplicación transversal del aula invertida en diversas disciplinas o contextos fuera de ciencias y tecnología (Lo *et al.*, 2018).

Entre las líneas futuras, se propone desarrollar investigaciones de corte longitudinal y comparativo, que exploren el impacto sostenido del aula invertida en el desarrollo del pensamiento crítico, la motivación y la autonomía estudiantil (Haoxi, 2023; Kong, 2015). Se recomienda también diseñar y probar modelos de formación docente enfocados en el uso pedagógico de nuevas tecnologías y metodologías activas, y analizar estrategias para disminuir la brecha digital y aumentar la motivación en estudiantes, como sugieren Salmerón-Gutiérrez (2015) y Kaufman *et al.* (2017).

Conclusiones

Una vez realizado el análisis de los artículos, que comprendió un periodo entre 2015 a 2024, la conclusión significativa que se identifica es el efecto favorable del modelo de AI en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas en educación secundaria

Llama la atención en esta revisión sistemática el incremento notable de publicaciones que iniciaron en el 2015 que se concentran en América Latina y Asia, destacando países como Colombia, Ecuador, España, y Hong Kong. En estas regiones y países se ve un interés sostenido por estudiar, desde la fecha descrita, las vertientes de la competencia de resolución de problemas el modelo de AI.

Así mismo, la revisión sistemática revela una variedad de plataformas digitales y aplicaciones en línea utilizadas en la implementación del AI, que van desde plataformas de gestión de aprendizaje como Moodle y Google Classroom hasta Tinkercad para diseño y programación. Se identifica así la variedad de recursos disponibles los cuales permiten una adaptación flexible a diferentes realidades institucionales y objetivos pedagógicos. Con todo, esta diversidad también plantea desafíos en términos de accesibilidad y comprensión de las herramientas. Mientras que las plataformas descritas en esta revisión sistemática ofrecen versiones gratuitas, algunas requieren suscripciones o tienen limitaciones en sus funcionalidades, lo que puede afectar su adopción generalizada. Además, la curva de aprendizaje asociada con estas herramientas varía significativamente, lo que subraya la importancia de la formación docente y el apoyo técnico continuo para garantizar una implementación efectiva.

Por lo que se refiere a la eficacia del AI no se limita únicamente a la mejora del rendimiento académico, sino que abarca una serie de criterios pedagógicos, didácticos, técnicos y disciplinares. Los estudios analizados sugieren que el AI, cuando se implementa adecuadamente, puede desarrollar la competencia de resolución de problemas, fomentar el aprendizaje autónomo y habilidades de pensamiento crítico. Un aspecto relacionado con la eficacia son los estudios relacionados con la motivación de los estudiantes, los cuales no son del todo concluyentes ya que algunos estudios han identificado desafíos motivacionales en el aula invertida, como

dificultades con el aprendizaje autónomo, falta de compromiso con actividades previas a clase, videos demasiado largos y percepción limitada de sus beneficios.

Ante todo, la eficacia del AI y el desarrollo de la competencia de resolución de problemas están ligados a la calidad del diseño instruccional y a la alineación con los objetivos de aprendizaje específicos de cada disciplina. Además, llevar el modelo de AI a los estudiantes implica una considerable dedicación inicial de recursos por parte del profesorado, particularmente durante las fases tempranas de su incorporación, debido a la preparación de los momentos asincrónicos y sincrónicos de clases, en otras palabras, el antes, el durante y después de clases. Según los hallazgos un educador debe invertir en tiempo y energía para adaptar sus métodos de enseñanza, desarrollar nuevos materiales y familiarizarse con las tecnologías necesarias para este modelo pedagógico y los objetivos en el desarrollo de la competencia en mención.

El cambio de paradigma en la educación secundaria tiene un aliado en el AI con su potencial de desarrollar competencias, sin embargo, la brecha digital y el acceso a recursos de software y hardware con su adecuada conectividad a internet siguen siendo los motivos por los cuales se exacerbaban las brechas digitales en la educación con sus consecuentes desigualdades, esto último requiere atención. Y no se debe dejar de lado la formación docente que emerge como otro reto en la aplicación del modelo, ya que el docente requiere del desarrollo de habilidades técnicas y competencias pedagógicas específicas para diseñar e implementar experiencias de aprendizaje invertido efectivas.

Otro aspecto es el compromiso activo de los estudiantes en lo que se refiere a las actividades fuera del aula, necesitando así, estrategias de motivación y apoyo en el aprendizaje autónomo y la atención a las necesidades y estilos de aprendizaje autónomo. Consecuentemente con lo anterior, un reto metodológico en relación con la evaluación

y medición del AI es la competencia de resolución de problemas como aquello que se convierte en uno de los fines de la enseñanza y aprendizaje en cátedras como la tecnología e informática en las aulas de básica secundaria

Estos desafíos subrayan la necesidad de un enfoque holístico y contextualizado en la implementación del AI, que considere no solo los aspectos tecnológicos sino también los pedagógicos, sociales y evaluativos. La superación de estos retos requiere una colaboración estrecha entre educadores, investigadores y responsables de políticas educativas para desarrollar soluciones y adaptadas a las realidades específicas de cada contexto educativo.

En suma, mientras que el AI ofrece un potencial significativo para transformar la educación secundaria, su implementación efectiva requiere un enfoque sistemático que aborde estos desafíos de manera integral. Las investigaciones futuras deberían enfocarse en el diseño de estrategias innovadoras para superar estos obstáculos, teniendo en cuenta la heterogeneidad de los entornos educativos y las necesidades dinámicas de los estudiantes en el contexto de la sociedad digital.

Referencias

- Alvarracín Alvarez, A. M., Guanopatín Jinéz, J. P., & Benavides Herrera, P. V. (2022). Aula Invertida y Trabajo Cooperativo para promover Habilidades Cognitivas Superiores. *Actualidades Investigativas En Educación*, 22(2), 1–31. <https://doi.org/10.15517/aie.v22i2.48865>
- Alzate, Y. (2022). *VEX.code y Bitbloq para el fortalecimiento de la Robótica educativa y el pensamiento computacional en estudiantes del grado décimo, Instituto San Carlos la Salle Medellín*. [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/8519>

Araya Moya, S. M., Rodríguez Gutiérrez, A. L., Badilla Cárdenas, N. F., y Marchena Parrita, K. C. (2021). El aula invertida como recurso didáctico en el contexto costarricense: estudio de caso sobre su implementación en una institución educativa de secundaria. *Revista Educación*, 46(1), 103–119. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.44333>

Ayunda, A., D., Hasanah, H., y Ariyanti, N., A. (2024). Development of a flipped classroom-based e-module to improve problem-solving abilities and learning independence of high school students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 453-466. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.32183>

Benítez, D. (2023). *Motivación en los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje mediadas por Exelearning*. [Tesis de maestría, Universidad del Norte]. <http://hdl.handle.net/10584/11688>

Boateng, A., Barton, E., Vlachopoulos, D., Johnson, E., y Okpattah, V. (2022). Flipping the Classroom in Senior High School Textile Education to Enhance Students' Learning Achievement and Self-Efficacy, *Education Sciences* 12(2), 131. <https://doi.org/10.3390/educsci12020131>

Bond, M. (2020). *Facilitating student engagement through the flipped learning approach in K-12: A systematic review - Data Extraction Coding Tool*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33956.22402>.

Booth, A., Sutton, A., y Papaioannou, D. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review* (second edition). London, UK: SAGE Publications

Bruner, J. (1996). Culture, Mind, and Education. En: J. Bruner "*The Culture of Education*" (pp. 1–43). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv136c601.4>

Cambridge University Press & Assessment. (2024). Diccionario. Dictionary cambridge. <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-espanol/middle-school>

Castellanos, L. (2020). *Gamificación como estrategia didáctica en los procesos de enseñanza aprendizaje de la geometría para estudiantes de noveno grado*. [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6556>

Castro, D. & Sánchez, C. (2021). *Implementación de ARDUINO para desarrollar pensamiento computacional con metodología STEAM a través de la electrónica en informática en estudiantes de undécimo en Barranquilla-Atlántico*. [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6599>

Ceylan, V. K., y Kesici, A. E. (2017). Effect of blended learning to academic achievement. *Journal of Human Sciences*, 14(1), 308-320. <https://doi.org/10.14687/jhs.v14i1.4141>

Chalmers, I., Hedges, L. V., y Cooper, H. (2002). A brief history of research synthesis. *Evaluations and the Health Professions*, 25(1), 12-37. <https://doi.org/10.1177/0163278702025001003>

Chiappe, A., Ternent De Samper, A. M., Wills, A. E., & Restrepo Uribe, I. (2020). La educación del siglo XXI y el despertar de las bellas durmientes: una revisión sistemática de la literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 15. <https://doi.org/10.14201/eks.22483>

Cipamocha Guayacán, L. Y. (2019). *Análisis de los planes de estudio con referencia a las TIC en los programas de formación complementaria de las Escuelas Normales de Tunja*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3149>

Clemente, T., y Violeta, J. (2023). *El aula invertida y la ejecución curricular para los estudiantes dentro de una institución educativa, ciudad Guayaquil*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/126329>

Erazo Navarrete, W. S. (2022). *Plataforma BeChallenge para el aprendizaje basado en retos en los estudiantes de Educación Básica*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/20068>

Escudero, A., & Mercado, E. P. (2020). Uso del análisis de aprendizajes en el aula invertida: una revisión sistemática. *Apertura Guadalajara, Jal.*, 11(2), 72-85. <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura//index.php/apertura/article/view/1546>

Evangelista, I., Nardoni, F., y Cadierno, M. (2018). Flipping the High-School Classroom: Contributions for Learning in a Case Study. In *2018 World Engineering Education Forum-Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1177/0735633116671325>

Fallah, T., Hafezi, F., Makvandi, B., & Bavi, S. (2022). The Effectiveness of Flipped Classroom and Cooperative Teaching Methods on the Creativity of Students. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*, 13(1), 34-42. <https://doi.org/10.30476/ijvlms.2022.92658.1116>

Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía*. Siglo XXI.

Gardner, H., y Sánchez, G. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas: Lo que todos los estudiantes deberían comprender*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica.

Giraldo Villadiego, M., González Rodríguez, M. G., & Posso Aldana, L. C. (2018). *Aula invertida para la resolución de problemas Geométrico-Métrico en tres instituciones educativas del municipio de Sahagún, Córdoba*. [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4762>.

GLASS, G. V. (1976). Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. *Educational Researcher*, 5(10), 3–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X005010003>

Gorozabel Lucas, K. J., Véliz Briones, V. F., & Mendoza Bravo, K. L. (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>

Gough,D., Oliver, S. y Thomas, J. (2012). Una introducción a las revisiones sistemáticas. Obtenido de <https://goo.gl/ol0dYM>

Gutiérrez Carvajal, A. P. (2022). *Guía metodológica para mejorar las competencias digitales en docentes de bachillerato*. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2954>.

Graham, S. (2008). Strategy instruction and the teaching of writing. A meta-analysis. En: C. MacArthur, S. Graham y J. Fitzgerald (Eds.), *Handbook of writing research* (pp. 187-207). The Guilford Press.

Gyeong-Geon, L., Young-Eun J., y Hun-Gi H. (2021). The effects of cooperative flipped learning on science achievement and motivation in high school students, *International Journal of Science Education*, 43(9), 1381-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1917788>

Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>

Haoxi, D. (2023). Rethinking the innovation, effectiveness and perceptions of flipped classroom (Repensar la innovación, la eficacia y las percepciones del aula invertida), *Journal for the Study of Education and Development*, 46(2), 322-351. <https://doi.org/10.1080/02103702.2023.2170109>

Herrera Gil, Y., & Rueda Bolaños, J. H. (2022). *La enseñanza de la capacidad de resolución de problemas a través de la modalidad de aula invertida*. [Tesis de maestría, Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1771&context=maest_docencia.

Hu, F., Wang, X., y Jiang, P. (2021). Research on Flipped Classroom Model of Information Technology Based on Online Teaching System. In 2021 IEEE 3rd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI) (pp. 14-17). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSEI51395.2021.9477645>

Katauhi, R. C. ., Widodo, W. ., y Sari, D. A. P. . (2022). Implementation of the science e-module based on guided inquiry with the flipped classroom strategy to improve students science process skills. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(5), 657–665. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i5.3701>

Kaufman, J., Highfield, K., Guy, J., Leung, S., y Wallis, K. (2017). *Research and evaluation of screen time and digital technology: Report to the Australian Government Department of Education and Training*. Melbourne, Australia: Swinburne University of Technology. <https://www.education.gov.au/download/4483/final-report-screen-time-and-digital-technology/6662/document/docx>

Kay, A. (2010). *Discursos pronunciados en el Acto de Investidura del profesor D. Alan C. Kay*. Universidad de Murcia Servicio de Publicaciones.

- Kong, Siu-cheung. (2015). An Experience of a Three-Year Study on the Development of Critical Thinking Skills in Flipped Secondary Classrooms with Pedagogical and Technological Support. *Computers & Education*. 89. 16-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.017>.
- Koray, Ö., Çakar, V., y Koray, A. (2023). The effect of the flipped classroom model on students' achievement, problem-solving skills and attitudes towards physics lesson. *Psycho-Educational Research Reviews*, 12(1), 289-305. https://doi.org/10.52963/PERR_Biruni_V12.N1.18
- Lage, M., Platt, G., y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Lam, Y. W., Hew, K. F., y Jia, C. (2022). Toward a flipped 5E model for teaching problemsolution writing in ESL courses: A two-year longitudinal experiment. *Language Learning & Technology*, 26(1), 1-40. <http://hdl.handle.net/10125/73467>
- Lepe-Salazar, F., & Cortes-Alvarez, T. (2023). FORTAGONO: A model for the technological mediation of the teaching and learning processes. *IEEE Access*, 11, 64294-64323. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3254441>
- Lo, C. K. & Lie, C., y Hew, K. (2018). Applying "First Principles of Instruction" as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Computers & Education*. 118. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.12.003>
- López, A., Méndez, D., Paz, A., & Arboleda, H. (2016). Desarrollo e Instrumentación de un Proceso de Vigilancia Tecnológica basado en Protocolos de Revisión Sistemática de la Literatura. *Información Tecnológica*, 27(4), 155–164. doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000400017>
- Lortie, D. (1975). Schoolteacher: A sociological study. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Macale, A., Lacsamana, M., Quimbo, M. A., & Centeno, E. (2021). Enhancing the performance of students in chemistry through flipped classroom with peer instruction teaching strategy. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 717–747. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1598>

Mancillas, M. (octubre 2017). *Prácticas educativas de apropiación tecnológica en docentes de Educación Media Superior*. [Tesis doctoral, Instituto tecnológico de sonora]. <https://www.uv.mx/veracruz/dsae/files/2018/05/tesis-massiel-mancinas.pdf>.

MEN. (2016). *Plan decenal de educación 2016 2026.pdf*.

MEN. (2021). *Niveles de la educación básica y media*. Educación. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-de-educacion-basica-y-media/233834:Niveles-de-la-educacion-basica-y-media>

Mendoza, J. H. (2020). Aula invertida como herramienta tecnológica en la prevención de la deserción escolar de educación básica secundaria. sinopsis educativa. *Revista venezolana de investigación*, 20(1), 88-96. http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/sinopsis_educativa/article/view/8323

Mohammadi, A., Mohammadi, M., Keshvari, N. Z., Mojtahedzadeh, R., Asadzandi, S., y Rahimifar Tehrani, B. (2022). Does teaching metacognitive skills through peer-conducted flipped classroom improve high school students' self-regulation?. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 18(1), 94-100. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135489>

Moreno-Guerrero, A., Soler-Costa, R., Marín-Marín, J., y López-Belmonte, J. (2021). Flipped learning and good teaching practices in secondary education. [Flipped learning y buenas prácticas docentes en educación secundaria]. *Comunicar*, 68, 107-117. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-09>

Moreno Maldonado de Sierra, Y. L. (2022). Aula invertida y aprendizaje significativo en los estudiantes del nivel secundario de un colegio de la provincia de Huancayo, 2022. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92957>

Newell, H. & Newell, S. (1972). *Human Problem Solving*. Prantice Hall.

Ortiz, L. A. B. (2019). ATE para la Identificación de Problemas Tecnológicos.

Peña Martínez, J., Gómez Gómez, B., y Rosales Conrado, N. (2020). Clase invertida de espectroscopía: una experiencia en el marco de un Programa de Excelencia para Bachillerato. *Educación química*, 31(3), 27-44. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.72609>

Pham, N. T., Tran, D., Nguyen, A. T. T., & Huynh, B. T. (2024). High School Students' Statistical Literacy Changes in a Flipped Classroom Environment: A Quasi-Experimental Study. *Vietnam Journal of Education*, 8(2), 91–101. <https://doi.org/10.52296/vje.2024.365>

Polya, G. (1965 (Reimp. 2002)). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Raissouni, Mohammed & Abid, Mohammed & Chakir, E. (2023). Design and implementation of a new teaching-learning model of electricity concepts in middle school. *International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering"* 14(4), 92-100. https://www.academia.edu/109516336/DESIGN_AND_IMPLEMENTATION_OF_A_NEW_TEACHING_LEARNING_MODEL_OF_ELECTRICITY_CONCEPTS_IN_MIDDLE_SCHOOL?uc-sb-sw=4568579

Ranoptri, D., Mustaji, M., & Bachri, B. (2022). Development of Web Bases Inquiry Learning with the Flipped Classroom Model in Science Learning for 7th Grade of Junior High School. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 10(2), 316-326. doi:<https://doi.org/10.33394/j-ps.v10i2.4942>

Razm, F., Hafezi, F., Marashian, F. S., Naderi, F., y Dashtbozorgi, Z. (2021). Effectiveness of flipped teaching and problem-solving methods on problem-solving ability and sense of responsibility among female high school students. *Iranian Journal of Learning & Memory*, 3(12), 31-38. <https://doi.org/10.22034/iepa.2021.281955.1264>

Ribeirinha, T., y Silva, B. (2021). A convivência entre a aprendizagem online e presencial no processo de formação dos alunos: Um estudo de investigação-ação sobre a operacionalização da “Sala de aula invertida” no ensino secundário português. *Revista Portuguesa de Educação*, 34(2), 161-182. 2022. <https://doi.org/10.21814/rpe.21345>

Salmerón-Gutiérrez, F. J. (2015). *Aplicación de metodología Flipped Classroom en Tecnologías de 1º de ESO*. [Tesis de maestría, Universidad Internacional de la Rioja]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3304>.

Satparam, J., & Apps, T. (2022). A Systematic Review of the Flipped Classroom Research in K-12: Implementation, Challenges and Effectiveness. *Journal of Education, Management and Development Studies*, 2(1), 35–51. <https://doi.org/10.52631/jemds.v2i1.71>

Say, F.S. & Yıldırım, F.S (2020). Flipped Classroom Implementation in Science Teaching. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(2), 606-620. <http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/759>

Sezer, B. (2017). The Effectiveness of a Technology-Enhanced Flipped Science Classroom. *Journal of Educational Computing Research*, 55(4), 471-494. <https://doi.org/10.1177/0735633116671325>

Shana, Z., y Alwaely, S. (2021). Does the flipped classroom boost student science learning and satisfaction? A pilot study from the UAE. *International Journal of Instruction*, 14(4), 607-626. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14435a>

Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American Psychologist*, 26(2), 145–159. <https://doi.org/10.1037/h0030806>

Slemmons, K., Anyanwu, K., Hames, J., Grabski, D., Mlsna, J., Simkins, E., y Cook, P. (2018). The Impact of Video Length on Learning in a Middle-Level Flipped Science Setting: Implications for Diversity Inclusion. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 469-479. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9736-2>

Solórzano Alcívar, E. (2022). Aula invertida para mejorar la fluidez en estudiantes de secundaria de una escuela pública. *Revista Ecos De La Academia*, 8(15), 57–65. <https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v8i15.708>

Vidal, M., Rivera, N., Nolla, N., Morales, I. R., y Vialart, M. N. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*, 30(3).

Winthrop, R., McGivney, E., Williams, T. P., y Shankar, P. (2016). Innovation and Technology to Accelerate Progress in EducationInstitution. <https://eric.ed.gov/?id=ED583020>

Yao Tung, Khoe & Alissa, A. (2021). Flipperentiated Learning in Biology Class to Improve Cognitive Learning Outcomes, Problem-Solving Skill, and Motivation. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 9(1), 183-190. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.9n.1p.183>

