

Metodologías Activas con Inteligencia Artificial y su relación con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile. Estado del arte

Active Methodologies with Artificial Intelligence and its relationship with mathematics teaching in higher education in Chile. State of the art

Maritza Silva¹, Rodrigo Correa¹, Pamela Mc-Guire¹

¹Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile

msilva@ucsh.cl, rcorrear@ucsh.cl, pmcguire@ucsh.cl

Recibido: 23/01/2024 | Aceptado: 21/02/2024

Cita sugerida: M. Silva, R. Correa, P. Mc-Guire, "Metodologías Activas con Inteligencia Artificial y su relación con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile. Estado del arte," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 37, pp. 20-29, 2024. doi:10.24215/18509959.37.e2.

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

El siguiente artículo presenta una revisión del estado del arte de las metodologías activas con inteligencia artificial y su relación con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile. La investigación se realizó con el propósito de conocer la implicancia de la inteligencia artificial en conjunto con las metodologías activas y como estas aportan de manera positiva en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Se utiliza un enfoque cualitativo y de modalidad no experimental, acudiendo a la revisión documental, a través del método Prisma, específicamente en publicaciones de artículos y revistas científicas relacionadas con el tema presente desde el año 2019 a la fecha. La investigación se dividió en tres etapas, la primera consistió en la búsqueda de publicaciones académicas. En la segunda etapa se

desarrolló un proceso de inclusión y exclusión de los artículos académicos e investigaciones. Y como etapa final, se consideró aquellas investigaciones que cumplieron los criterios establecidos en la etapa anterior. Los resultados evidencian que la combinación de la inteligencia artificial con metodologías activas puede transformar significativamente la forma en que se aprende, trabaja y colabora mejorando la eficiencia, la personalización y la calidad de la experiencia educativa en la educación matemática.

Palabras claves: Metodologías activas; Inteligencia artificial; Matemática; Educación superior.

Abstract

The following article presents a review of the state of the art of active methodologies with artificial intelligence and its

relationship with the teaching of mathematics in higher education in Chile. The research was carried out with the purpose of knowing the implication of artificial intelligence in conjunction with active methodologies and how these contribute positively to the teaching and learning of mathematics. A qualitative and non-experimental approach is used, resorting to documentary review, through the Prisma method, specifically in publications of articles and scientific journals related to the current topic from 2019 to date. The research was divided into three stages, the first consisted of searching for academic publications. In the second stage, a process of inclusion and exclusion of academic articles and research was developed. And as a final stage, those investigations that met the criteria established in the previous stage were considered. The results show that the combination of artificial intelligence with active methodologies can significantly transform the way we learn, work and collaborate, improving the efficiency, personalization and quality of the educational experience in mathematics teaching.

Keywords: Active methodologies; Artificial intelligence; mathematics; Higher education.

1. Introducción

Nos encontramos en una era en la que surgen nuevos términos en el ámbito educativo, y aunque algunos de estos conceptos han sido aplicados durante un tiempo considerable, hoy adquieren una relevancia sin precedentes, como es el caso de la Inteligencia Artificial (IA). Esta introduce consigo diversos desafíos, entre los cuales se destaca la necesidad de innovar en las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Según [21], "La IA en la educación tiene el potencial de mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza, al posibilitar una mayor personalización y adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes. No obstante, también se presentan desafíos y preocupaciones éticas asociadas con su implementación". De lo anterior se desprende que la integración de la IA en el entorno educativo se vislumbra como un proceso complejo que requiere una cuidadosa consideración de sus implicaciones éticas y una adaptación continua de las prácticas educativas. En este contexto, es esencial que la comunidad educativa aborde no solo los beneficios sino también los desafíos, trabajando en conjunto para garantizar que la IA contribuya de manera efectiva y ética al desarrollo de un aprendizaje más personalizado y adaptado a las necesidades cambiantes de los estudiantes.

Chile a nivel regional lidera en IA, ya que fue uno de los primeros países de América Latina en contar con una Política Nacional de IA, publicada en 2020 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e

Innovación. Esta política se fundamenta en cuatro principios transversales: a) IA con centro en el bienestar de las personas, respeto a los derechos humanos y la seguridad; b) IA para el desarrollo sostenible; c) IA inclusiva y d) IA globalizada. Además, esta hoja de ruta está construida en torno a tres ejes: Factores Habilitantes, Uso y Desarrollo de IA en Chile y el último eje, Aspectos de Ética y Seguridad [24]. Con esta política, Chile busca fomentar nuevas capacidades en diversas áreas, una de ellas es la educación, y así contribuir al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida.

En la política antes señalada se define a la IA como "el conjunto de técnicas informáticas que permiten a una máquina (por ejemplo, un ordenador, un teléfono) realizar tareas que, por lo común, requieren inteligencia tales como el razonamiento o el aprendizaje" [24]. También incorporan la definición que establece la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) quien señala una definición en la misma línea: "un sistema computacional que puede, para un determinado conjunto de objetivos definidos por humanos, hacer predicciones y recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Los sistemas de IA están diseñados para operar con distintos niveles de autonomía" [24].

En lo que respecta a las metodologías activas en educación se centran en el desarrollo de habilidades y competencias, fomentando la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La IA puede complementar estas metodologías al proporcionar herramientas y recursos que facilitan la personalización, la automatización y la evaluación auténtica [8].

1.1 Modelos Pedagógicos y Práctica en el Aula

El modelo pedagógico surge como un método de aprender y enseñar que a lo largo del tiempo ha ido evolucionado. Se manifiestan diversas maneras de enseñar que se adecuan a las necesidades de los estudiantes. A continuación, luego de una revisión bibliográfica sobre la definición de modelo pedagógico, se presenta la de [30], que se ajusta a las nuevas exigencias en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de forma clara y evidente:

"Entendido como un marco orientador que debe cumplir con la misión, la visión y los principios estratégicos de la institución, a partir del cual el profesor toma decisiones en su labor docente en lo que respecta a la metodología, contenidos y enfoque. Eminentemente dinámico que va sufriendo transformaciones en la medida en que la praxis pedagógica se realiza; por lo tanto, su formulación es una hoja de ruta que debe ser creativamente interpretada y aplicada, donde se articulan teoría y práctica del profesor..." [30].

Entonces, un modelo pedagógico se estructura a partir de la articulación de los componentes: teórico, metodológico y práctico, todo esto basado en los procesos de enseñanza y de

aprendizaje. Asimismo, hay que señalar que el modelo pedagógico se significa en la práctica del docente.

Por su parte, hay numerosas definiciones de práctica pedagógica, dependiendo del enfoque pedagógico, incluso se encuentran diferentes calificativos para la práctica, como práctica pedagógica, práctica educativa, práctica de enseñanza y práctica docente. Además, esta puede ser aplicada en distintos ámbitos, uno es el trabajo profesional del profesor y la otra, la que hace un estudiante de pedagogía al realizar su práctica profesional.

Rescatando definiciones de distintos autores, podemos decir que práctica pedagógica es:

"Un conjunto de acciones y actividades realizadas por el docente en el aula que se debe adecuar a las transformaciones de los tiempos actuales y del sistema educativo, en torno a propiciar los tipos de interacción entre estudiante y profesor, con el propósito consciente de producir aprendizajes, con los cuales se reflexiona respecto de sus resultados en comunidad. Estas interacciones se dan en función de los contenidos, en el que se distinguen la selección y preparación de estos, la elección de las estrategias metodológicas y los recursos didácticos con la finalidad de producir aprendizajes, y así, contribuir en la formación profesional de los estudiantes..." [30].

Una definición que está concebida desde las formas de hacer del profesor y su interacción con los demás y donde el modelo pedagógico define la práctica docente. Por lo tanto, un modelo pedagógico, se va redefiniendo con la práctica docente, por ende, éste sería un marco orientador dinámico que se transforma con la práctica pedagógica.

De acuerdo con lo anterior podemos establecer que los modelos pedagógicos establecen los fundamentos teóricos de la educación, para que así las metodologías de enseñanza, derivadas de estos modelos que se aplican en el entorno educativo, logren los objetivos de aprendizaje.

2. Metodologías Activas en la Educación

La enseñanza es un proceso complejo que implica la transmisión de conocimientos, habilidades y valores de un educador a un estudiante. La metodología de enseñanza engloba el conjunto de procedimientos didácticos, manifestado a través de sus métodos y técnicas de enseñanza, que implementan la acción didáctica con el fin de lograr los objetivos educativos [12].

Existen diferentes tipos de metodologías, entre las cuales se encuentran las activas que representan enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, donde el aprendizaje se construye a través de la participación activa, fomentando la colaboración y la experimentación

entre los aprendices, mientras el docente actúa como facilitador [17]. Estas metodologías buscan distanciarse de la enseñanza tradicional, donde el profesor es el eje y el principal transmisor de conocimiento [31].

Las metodologías activas son un enfoque educativo que involucra una serie de estrategias y técnicas que buscan el aprendizaje efectivo y fomentan la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje [1]. En consecuencia, representan un enfoque pertinente para impulsar un proceso de enseñanza donde el estudiante se enfrenta a experiencias contextualizadas que enriquecen y dan sentido a su conocimiento. Algunas de las características de estas metodologías son; centrada en el estudiante, enfoque en la práctica, aprendizaje basado en problemas y proyectos, aprendizaje colaborativo, promoción del pensamiento crítico y la resolución de problemas, uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el aprendizaje, retroalimentación y evaluación continua del proceso de aprendizaje [20]. Por lo tanto, estas metodologías transforman la dinámica educativa, otorgando nuevos roles a los participantes involucrados, definiendo las funciones del estudiante y del docente [19]. Por ende, se propicia una mayor comprensión, motivación y participación del estudiante, permitiendo ser coautor de su propio aprendizaje.

Entre las metodologías activas más utilizadas se pueden mencionar: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP); Aprendizaje Basado en Problemas (ABPP); Aprendizaje Colaborativo; Aprendizaje Servicio (A+S) y Aula Invertida. Estas, se centran en aumentar la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes. Asimismo, persiguen el desarrollo de habilidades cruciales como la colaboración y la autonomía en el proceso de aprendizaje [11].

El proceso de adquirir conocimiento surge de la interacción del estudiante, desafiando la idea errónea de que sólo se aprende escuchando al docente. Es crucial comprender que las metodologías tradicionales pueden no ser las más efectivas. Por lo tanto, es fundamental usar estrategias que permitan al estudiante tener una participación activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que pueda construir sus propios conocimientos [25]. Es así, que las metodologías activas empoderan al docente promoviendo la comunicación, el intercambio de opiniones y experiencias significativas de aprendizaje en los docentes y en el contexto educativo [1].

Por consiguiente, las metodologías activas se caracterizan por diversos aspectos, como: 1) el estudiante es el centro del aprendizaje, 2) Aprendizaje constructivo, 3) Trabajo en equipo, 4) Visión compleja de la realidad, 5) Educación más sensible y humana, 6) Integración de las TIC y 7) Pensamiento crítico [1].

En el presente, el uso de la IA abre la posibilidad de examinar de manera fascinante la dinámica del aprendizaje en el contexto de la enseñanza personalizada. Es así como los enfoques como el de la IA, vienen siendo utilizados para

enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, y se crean en una de sus líneas, espacios de trabajos personalizados, que tienen como base los estilos de aprendizaje de cada estudiante [26].

En lo que respecta al ámbito de la matemática universitaria, se observa que ciertos estudiantes que optan por cursos autoguiados muestran una mayor persistencia y continuidad en sus estudios en comparación con aquellos que siguen enfoques tradicionales [28]. Es crucial identificar las competencias genéricas con las que los estudiantes ingresan a la educación superior para comprender a fondo este fenómeno. Es relevante señalar que, en los enfoques de personalización, una variable fundamental se vincula estrechamente con los estilos de aprendizaje. Estos estilos reflejan la manera en que los estudiantes comprenden y asimilan el mundo, así como la forma en que adquieren conocimientos [28].

La aplicación de la IA en la educación superior simplifica la disponibilidad de información en diversos formatos y de manera asincrónica, superando las limitaciones de espacio y tiempo. No obstante, es esencial que el docente adquiera un conocimiento adecuado y competente sobre la IA, comprenda cómo utilizarla eficazmente en su enseñanza de la matemática, así como sus ventajas y desventajas, para lograr los mejores resultados educativos [6], (figura 1).

- Colaboración entre investigadores, educadores y desarrolladores.
- Personalización del aprendizaje.
- Acceso a información instantánea.
- Tutorial Virtual.
- Aprendizaje Adaptativo
- Automatización de tareas administrativas
- Retroalimentación instantánea.
- Acceso a recursos educativos.
- Detección temprana de problemas de aprendizaje
- Mejora de la evaluación.
- Análisis de datos

Figura 1. Las ventajas del uso de la IA en el entorno universitario. Fuente: [2]

3. Paradigmas entre IA y quien Aprende

La IA en la educación ha experimentado varios cambios paradigmáticos que se caracterizan en tres: la IA se utiliza para representar y dirigir el aprendizaje cognitivo, mientras que los estudiantes son receptores; el estudiante

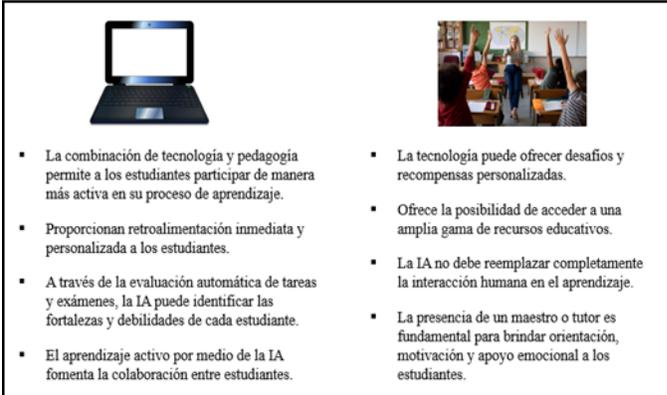
como colaborador apoyado por la IA; y finalmente, el alumno como líder potenciado por la IA [22].

En general, la IA puede ser un complemento para las metodologías activas en la educación, permitiendo abordar desafíos de alto nivel de complejidad, encontrar información con más facilidad, trabajar con ella y producir artefactos digitales para intentar afrontar el desafío inicial de manera satisfactoria. Además, los paradigmas mencionados por [22], dan a entender la relación entre la IA y el aprendizaje, en los cuales se destaca la importancia de empoderar al estudiante y permitirle asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje.

3.1. El aprendizaje activo por medio de la IA

En la novena edición del congreso Internacional para la difusión de la producción e Innovación a cerca de las metodologías activas de la IA aplicadas a la enseñanza Universitaria [2], se mostró un cuadro que señala ocho aspectos del aprendizaje activo a través de la IA.

Como se muestra en la figura 2, la IA en el aprendizaje activo, no solo mejora la eficiencia del proceso enseñanza y aprendizaje, sino que también transforma la educación de matemática en una experiencia más personalizada, interactiva y enriquecedora, tanto para los estudiantes como para los educadores. La colaboración y la interactividad se ven favorecidas mediante la implementación de entornos virtuales y herramientas colaborativas respaldadas por IA. Estas plataformas no solo permiten la comunicación eficiente entre estudiantes, sino que también fomentan la participación activa y el intercambio de ideas. Las IA en las metodologías activas de enseñanza universitaria de matemática no solo modernizan la educación, sino que también contribuyen a la formación de estudiantes más autónomos, críticos y preparados para los desafíos del siglo XXI.



- La combinación de tecnología y pedagogía permite a los estudiantes participar de manera más activa en su proceso de aprendizaje.
- Proporcionan retroalimentación inmediata y personalizada a los estudiantes.
- A través de la evaluación automática de tareas y exámenes, la IA puede identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante.
- El aprendizaje activo por medio de la IA fomenta la colaboración entre estudiantes.
- La tecnología puede ofrecer desafíos y recompensas personalizadas.
- Ofrece la posibilidad de acceder a una amplia gama de recursos educativos.
- La IA no debe reemplazar completamente la interacción humana en el aprendizaje.
- La presencia de un maestro o tutor es fundamental para brindar orientación, motivación y apoyo emocional a los estudiantes.

Figura 2. El aprendizaje activo por medio de la IA Fuente: [2]

3.2. La IA en la enseñanza de la matemática

La IA ha surgido como una herramienta fundamental en la educación matemática contemporánea, ofreciendo soluciones innovadoras para personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes [15]. Estos desarrollos recientes han permitido que los sistemas de tutoría inteligente ofrezcan retroalimentación adaptativa, guiando a los estudiantes a través de conceptos matemáticos de manera individualizada y precisa [15]. Además, el uso de simulaciones y entornos virtuales impulsados por IA ha logrado relevancia, proporcionando a los estudiantes oportunidades inmersivas para explorar conceptos abstractos de manera concreta y visual [36].

La IA puede ayudar a los estudiantes a identificar sus fortalezas y debilidades en matemática y proporcionar recomendaciones de aprendizaje personalizadas [38]. Además, la IA también puede ayudar a los docentes a evaluar el progreso de los estudiantes de manera más eficiente y precisa. Según un estudio realizado por [18], la IA puede analizar los datos de aprendizaje de los estudiantes y proporcionar información valiosa sobre su progreso y desempeño en matemática.

El desarrollo de aplicaciones de IA diseñadas para la educación, en específico para las personas a cargo de formular políticas en este ámbito, proponen un conjunto de 4 categorías de aplicaciones emergentes y potenciales basadas en las necesidades: (i) gestión e impartición de la educación; (ii) aprendizaje y evaluación (iii) empoderamiento de los docentes y mejora de la enseñanza; y (iv) aprendizaje a lo largo de la vida [32].

Por su parte, la IA y su uso ha tomado como dirección a los estudiantes, quienes han recibido mayor atención por parte de los investigadores, desarrolladores, educadores y personas a cargo de formular políticas. Estas aplicaciones, anunciadas como una 'cuarta revolución educativa', tienen como objetivo brindar a cada estudiante, en cualquier lugar del mundo, acceso a un aprendizaje a lo largo de la vida de alta calidad, personalizado y ubicuo (formal, informal y no formal) [32].

Señala [34] que la IA puede personalizar el aprendizaje de la matemática al analizar los datos generados por las interacciones de los estudiantes con las aplicaciones de IA y hacer ajustes en tiempo real. Por su parte, [37] han propuesto la creación de una plataforma asistida por la IA para la construcción de objetos de aprendizaje de matemática, que hace uso de programación intuitiva. Además, [4] han explorado cómo la IA puede ser introducida en la enseñanza secundaria para mejorar el aprendizaje de la matemática.

3.3. Ventajas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática con IA

El uso de la IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática tiene varias ventajas. Puede personalizar el aprendizaje al analizar los datos generados por las interacciones de los estudiantes con la herramienta y hacer ajustes en tiempo real, lo que permite que los estudiantes avancen a su propio ritmo y reciban una retroalimentación más personalizada y adaptativa [34].

La IA puede mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al proporcionar una experiencia más interactiva y atractiva, ayudando a visualizar conceptos matemáticos abstractos y complejos de una manera más clara y comprensible [37]. Además, la IA puede ayudar a los profesores a evaluar el progreso de los estudiantes de manera más eficiente y precisa [13]. Otro aspecto importante es que mejora la eficiencia y efectividad del proceso educativo, a través de la automatización de tareas administrativas y rutinarias a través de la IA liberando tiempos y recursos para que los docentes se enfoquen en actividades pedagógicas que generen valor agregado [35]. También se encuentra el acceso a recursos de aprendizajes avanzados, ofreciendo plataformas de aprendizaje en línea con contenidos interactivos, simulaciones y herramientas de aprendizaje basada en datos y así colaborar con los estudiantes otorgando oportunidades de explorar y aplicar el conocimiento de manera práctica [35]. Además, la IA mejora la retención y finalización de programas educativos identificando patrones y señales tempranas de desafíos académicos deficientes o de deserción y así poder entregar intervenciones personalizadas a los estudiantes, como apoyo académico, tutorías en línea, retroalimentación individualizada para que ellos logren tener éxito en su proceso de enseñanza y aprendizaje [35].

De acuerdo a lo señalado anteriormente, se cuenta con diversas aplicaciones de IA para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje y dentro de las más usadas e investigadas están los sistemas de tutorías inteligentes [32].

4. Sistemas de Tutorías Inteligentes (STI)

En términos generales, los STI operan brindando tutorías personalizadas y detalladas para cada estudiante, centrándose en materias estructuradas como matemática o física. Estos sistemas determinan una ruta óptima a través de los materiales y actividades de aprendizaje, apoyándose en el conocimiento de expertos en la materia y en las ciencias cognitivas. Asimismo, responden de manera específica al bajo rendimiento de los logros individuales de cada estudiante. Este enfoque se implementa ocasionalmente en sistemas de gestión de aprendizaje, como Moodle y Open edX, así como en plataformas educativas como Khan Academy.

A medida que el estudiante participa en las actividades de aprendizaje, el sistema utiliza el seguimiento del conocimiento y el aprendizaje automático para ajustar de manera dinámica el nivel de dificultad, proporcionando pistas y orientación en función de las fortalezas y debilidades de cada estudiante. El objetivo principal es garantizar que el estudiante pueda asimilar de manera efectiva cualquier tema en el contexto académico de la matemática. Cabe destacar que algunos STI también recopilan y analizan datos sobre el estado emocional del estudiante, incluso monitoreando su atención mediante el seguimiento de la mirada para inferir su nivel de concentración [32].

5. Integración de Metodologías Activas e IA

La sinergia entre las metodologías activas y la inteligencia artificial es evidente en enfoques como el aprendizaje activo asistido por tecnología [10]. Los profesores pueden aprovechar plataformas educativas que incorporan algoritmos de IA para personalizar la experiencia de aprendizaje, adaptando el contenido según el progreso individual de cada estudiante [7]. Esta personalización facilita el acceso equitativo a la educación matemática y aborda las diversas necesidades de los estudiantes.

Ejemplos de Implementación Exitosa

1. *Sistemas de Tutoría Inteligente*: Plataformas como Khan Academy y DreamBox han implementado sistemas de tutoría inteligente que evalúan continuamente el desempeño de los estudiantes, ofreciendo sugerencias y explicaciones adicionales según sus necesidades específicas [16].
2. *Simulaciones Interactivas*: Aplicaciones como GeoGebra utilizan simulaciones interactivas impulsadas por IA para permitir a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera visual, fomentando la comprensión conceptual [36].
3. *Aprendizaje Basado en Proyectos con IA*: Proyectos que involucran la resolución de problemas del mundo real, utilizando herramientas basadas en IA, permiten a los estudiantes aplicar conceptos matemáticos en situaciones auténticas, fortaleciendo la transferencia de conocimiento [3].

La combinación de metodologías activas en la enseñanza de la matemática con el poder de la inteligencia artificial presenta una oportunidad emocionante para mejorar la calidad y la eficacia de la educación matemática [10], (ver tabla 1).

Aspecto	Inteligencia Artificial (IA)	Metodologías Activas
Personalización del Aprendizaje	Adapta el contenido según el progreso individual de cada estudiante (Jackson & Lee, 2020)	Fomenta la participación de los estudiantes para adaptarse a sus necesidades (Johnson & Smith, 2019).
Retroalimentación	Proporciona retroalimentación adaptativa y precisa (Jackson & Lee, 2020)	Incluye la retroalimentación en tiempo real durante actividades participativas (Robert & Smith, 2021).
Exploración Visual de Conceptos	Utiliza simulaciones y entornos virtuales impulsados por IA para explorar conceptos abstractos (Wang et al., 2020)	Incorpora herramientas visuales y actividades prácticas en el aprendizaje (Johnson & Smith, 2019).
Equidad Educativa	Facilita la personalización, abordando diferentes estilos de aprendizaje (Li et al., 2018).	Promueve un aprendizaje inclusivo al adaptarse a las diversas necesidades de los estudiantes (Roberts & Smith, 2021).

6. Desafíos y consideraciones éticas de la IA en la educación

A pesar de las oportunidades que ofrece la IA, su implementación plantea desafíos y consideraciones éticas. Es esencial monitorear y evaluar continuamente el impacto del uso de la inteligencia artificial en las clases, analizando datos y obteniendo retroalimentación de los estudiantes para identificar áreas de mejora y ajustar la integración de la IA en consecuencia [35].

El informe [33] titulado "Inteligencia Artificial y Futuro de la Enseñanza y el Aprendizaje: Ideas y Recomendaciones" proporciona una serie de recomendaciones para la integración de la IA en la educación. Entre ellas, se destaca la importancia de la personalización del aprendizaje, adaptando el contenido y la metodología de enseñanza a las necesidades y preferencias de cada estudiante. Además, se recomienda el uso de sistemas de tutoría inteligente que brindan retroalimentación personalizada a los estudiantes, identificando áreas de dificultad y adaptando el contenido de acuerdo con las necesidades individuales. El informe también destaca la importancia de la ética y la responsabilidad en el uso de la IA en la educación, asegurándose de que se estén utilizando herramientas de manera ética. Además, se recomienda la formación de docentes en habilidades analíticas para interpretar datos generados por sistemas de IA y adaptar sus enfoques pedagógicos según las necesidades individuales de los estudiantes.

Tabla 1. Cuadro comparativo IA vs Metodologías Activas

7. Materiales y métodos

7.1 Pregunta de Investigación

¿Cómo las metodologías activas con inteligencia artificial se relacionan con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile?

7.2 Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo el enfoque cualitativo, de modalidad no experimental, basada en la revisión de literatura especializada en el tema. Cabe señalar que, en la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

La revisión sistemática que se realizó siguió el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Este método establece directrices que facilitan la lectura, búsqueda, selección y manejo de datos que proporcionan una síntesis del estado de la IA con metodologías activas y como están impactan en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Algunas de las ventajas de PRISMA son: mejora la calidad, consistencia y transparencia de las revisiones sistemáticas y los metaanálisis, fortaleciendo así la evidencia científica y su utilidad en la toma de decisiones [29].

Este estudio sistemático bibliográfico se dividió en tres etapas, la primera consistió en la búsqueda de publicaciones académicas que contenían conceptos asociados con la IA, enseñanza y aprendizaje de la matemática y metodologías activas. En la segunda etapa se desarrolló un proceso de inclusión y exclusión de los artículos académicos e investigaciones que se ajustaron al objetivo de esta y se discriminaron aquellos que no concordaban con los requerimientos de este estudio. Y como etapa final, el apartado de resultados y discusión contiene aquellas investigaciones que cumplieron los criterios establecidos en la etapa anterior.

8. Resultados y Discusión

A continuación, se realiza la etapa del análisis y discusión de los trabajos de artículos e investigaciones encontrados relacionados directamente con temáticas de la IA y las metodologías activas en la enseñanza de la matemática.

8.1 Bases de Datos

Para esta investigación se revisaron bases de datos académicas como Redalyc, Scielo, Scopus y WoS, el límite seleccionado para la búsqueda considero una antigüedad máxima de cinco años. Los términos de búsqueda se enfocaron en artículos originales relacionados

con la temática de investigación. Se definieron criterios de inclusión y exclusión para orientar el proceso de búsqueda y procesamiento de la información, tales como tipos de metodologías activa, enseñanza de la matemática, tecnologías de IA y contexto educativo. Se excluyeron artículos duplicados, informes y conferencias. Además, el filtro utilizado para la selección de la información en esta publicación consideró solamente el nivel de educación superior.

8.2 Términos de Búsqueda

Los términos de búsqueda ocupados incluyeron operadores booleanos (AND y OR) relacionados principalmente con las palabras claves: metodologías activas, inteligencia artificial, matemática y educación superior. Con esto se logró acotar la búsqueda y optimizar la obtención de los resultados.

8.3 Búsqueda en la base de datos

La estrategia contempló la búsqueda de información disponible en las bases de datos en repositorios académicos de los últimos cinco años, con la siguiente fórmula de búsqueda: "metodologías activas OR active methodologies AND inteligencia artificial OR artificial intelligence AND matemática OR mathematic". Los datos encontrados se aprecian en la tabla 2, la cual, arrojan un total de 130 resultados que cumplen los criterios y servirán de apoyo para la siguiente fase de análisis y discusión.

Tabla 2. Resultados Búsqueda repositorios motores de búsqueda.

Base de datos buscada	Tipo de contenido	Intervalo de búsqueda	Resultados
Wos	Artículo, libre acceso.	2019-2023	23
Scopus	Artículo, libre acceso.	2019-2023	24
Dialnet	Artículo, libre acceso.	2019-2023	10
EBSCO	Artículo, libre acceso.	2019-2023	18
DOAJ	Artículo, libre acceso.	2019-2023	25
Latindex	Artículo, libre acceso	2019-2023	30
		Total:	130

De los resultados encontrados, para luego consultar la literatura y conformar el estado del arte de la IA con metodologías activas y como estas impactan en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, se presentan las siguientes tendencias en la Tabla 3.

Tabla 3. Tendencias en Investigaciones de IA con metodologías activas en proceso de enseñanza de matemática.

Temas	Autores
Inteligencia Artificial en matemática	Chen & Liu, (2019) Escuela y Pedagogía, (2023) IESPE, (2023) Jackson & Lee, (2020) Liu et al., (2020) Núñez-Michuy et al., (2023) Ouyang, & Jiao, (2021) Política Nacional de Inteligencia Artificial (2020) UNESCO, (2021) Wang et al., (2020) Zhang et al., (2020)
Ventajas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática con IA	Calabuig et al, (2021) IESPE, 2023 UNESCO, (2021) Vásquez, (2023) Vera, (2023) Zatti et al., (2022)
Sistemas de Tutorías Inteligentes (STI)	UNESCO, (2021) Rivero et al., (2019)
Integración de Metodologías Activas e Inteligencia Artificial	Asunción, (2019) Brown & Chen, (2021) Cornejo et al., (2020) García & Gómez, (2023) García-Saiz & Li, (2023) Granja, (2020) Ibarra & Bernal, (2018) Illescas-Cárdenas et al, (2020) Jackson & Lee, (2020) Johnson & Smith, (2019) López-Meneses, (2020) Robert & Smith, (2021) Sánchez & Abarca, (2023) Solórzano, (2022) Wang et al., (2020)
Desafíos y Consideraciones Éticas	U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, (2023) Vera, (2023)
Enseñanza de matemática en la educación superior	Cedeño et al, (2020) Sanchez et al., (2023) Roberts & Smith, (2021)
Aprendizaje, perspectivas y técnicas	Joya-Bonilla, (2023) Quevedo-Álava et al., (2020)
Método y/o Metodologías	Marín & Pino-Juste, (2022) Serrano et al., (2022) Silva, (2020)

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La integración de metodologías activas respaldadas por la IA en la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile representa una oportunidad significativa

para mejorar la calidad y la efectividad del aprendizaje. Estas metodologías buscan involucrar de manera activa a los estudiantes, fomentando su participación activa y proporcionando experiencias de aprendizaje más personalizadas.

La IA puede adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, identificando áreas de fortaleza y debilidad, y ofreciendo retroalimentación personalizada. Además, puede facilitar el acceso a recursos educativos en línea, herramientas interactivas y entornos virtuales que enriquecen la comprensión matemática. Las metodologías activas, respaldadas por la IA, también pueden promover la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración entre los estudiantes, elementos esenciales en el aprendizaje de la matemática.

La IA ha transformado el panorama educativo al ofrecer un enfoque dinámico y participativo. La combinación de estrategias pedagógicas activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la resolución colaborativa de problemas, con el poder adaptativo de la IA ha creado un entorno educativo que no solo fomenta la comprensión profunda de los conceptos matemáticos, sino que también promueve habilidades prácticas y aplicadas.

Este enfoque holístico no sólo se trata de transmitir conocimientos, sino de cultivar habilidades como la colaboración y la creatividad, fundamentales en un mundo que demanda habilidades más allá de la mera memorización de fórmulas matemáticas. La IA, al analizar de manera inteligente los patrones de aprendizaje de los estudiantes, proporciona una retroalimentación personalizada que se adapta a sus necesidades individuales, permitiendo un progreso más eficiente y significativo.

La implementación exitosa de estas metodologías en Chile requeriría un enfoque integral que considere la capacitación docente, la infraestructura tecnológica y la adaptación de contenidos curriculares. Al hacerlo, se podría aprovechar el potencial transformador de la IA para elevar el nivel de educación matemática en la educación superior, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos matemáticos contemporáneos y fomentando un mayor interés y participación en esta disciplina.

Referencias

- [1] Asunción, S. (2019). Metodologías activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista docentes 2.0*, 7(1), 65-80.
- [2] Barceló Sánchez, J. M., & Mateos Abarca, J. P. (2023). Metodologías activas de la inteligencia artificial aplicadas a la enseñanza universitaria. Universidad Complutense de Madrid.
- [3] Brown, A., & Chen, L. (2021). Enhancing Math Education: Integrating Project-Based Learning with Artificial

- Intelligence. *Journal of Mathematics Education*, 10(2), 145-160.
- [4] Calabuig, J. M., García-Raffi, L. M., & Sánchez-García, E. A. (2021). Aprender como una máquina: introduciendo la Inteligencia Artificial en la enseñanza secundaria. *Modelling in Science Education and Learning - PoliPapers*.
- [5] Cedeño Mendoza, F., Jarre Cedeño, G., Macías Cedeño, R., & Jarre Vera, G. (2020). La enseñanza de la matemática y su incidencia en la calidad de graduados en la educación superior. *Revista Científica Sinapsis*, 1(16). <https://doi.org/10.37117/s.v1i16.243>
- [6] Cornejo, M. A. N., Desiderio, S. V. E., & Agreda, O. E. O. (2020). Estilos de aprendizajes e inteligencia artificial. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(9), 222-253.
- [7] Chen, L.-T. & Liu, L. (2019). Content analysis of statistical power in educational technology research: Sample size matters. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 15(1), 49-75.
- [8] Escuela y Pedagogía. (2023). Recuperado de <http://escuelaypedagogia.educacionbogota.edu.co/pensar/a-inteligencia-artificial-en-el-campo-educativo>.
- [9] García, J. A., & Gómez, J. A. (2023). Personalización de recursos para la enseñanza de matemáticas universitarias usando inteligencia artificial. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*.
- [10] García-Saiz, J., & Li, Y. (2023). Active Learning and Artificial Intelligence: A Synergistic Approach in Mathematics Education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 25.
- [11] Granja Cueva, S. M. (2020). Las metodologías activas orientadas a la investigación para el aprendizaje en los docentes de la Unidad Educativa 19 de septiembre del cantón Salcedo (Master's thesis, Ecuador: Latacunga. Universidad Técnica de Cotopaxi; UTC.).
- [12] Ibarra, G., & Bernal, A. (2018). Análisis documental de las Metodologías de Enseñanza. *Revista Electrónica Desafíos Educativos-Redeci*, 2(4), 38-53.
- [13] IESPE. (2023). 3 ideas sobre cómo la IA puede ayudar a profesores y alumnos en matemáticas. Recuperado de <https://www.iespe.mx/post/3-ideas-sobre-como-la-ia-puede-ayudar-a-profesores-y-alumnos-en-matematicas>
- [14] Illescas-Cárdenas, R., García-Herrera, D., Erazo-Álvarez, C., & Erazo-Álvarez, J. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos como estrategia de enseñanza de la Matemática. *CIENCIAMATRIA*, 6(1), 533-552. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.345>
- [15] Jackson, R., & Lee, S. (2020). Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education: A Review. *Educational Psychology Review*, 32(4), 983-1007.
- [16] Johnson, M., & Smith, P. (2019). Active Learning Strategies for Mathematics: A Comprehensive Approach. *Mathematics Education Research Journal*, 31(3), 295-314.
- [17] Joya-Bonilla, B. (2023). El aprendizaje abordado desde diferentes perspectivas y técnicas. *Investigación & praxis en CS Sociales*. 2(3). Recuperado de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/ripes>
- [18] Liu, Y., Li, Y., & Liu, Y. (2020). Evaluación inteligente del aprendizaje matemático basada en machine learning. *Revista de Física: Serie de Conferencias*, 1637(1), 012032.
- [19] López-Meneses, E. (2020). Las tecnologías de la información y la comunicación en la praxis universitaria. Ediciones Octaedro.
- [20] Marín Marín, J. A., & Pino-Juste, M. (2022). Innovación educativa para una educación transformadora.
- [21] Núñez-Michuy, C., Agualongo-Chela, L., Vistin, J., & Lopez, M. (2023). La Inteligencia Artificial en la pedagogía como modelo de enseñanza. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(2), 120-135.
- [22] Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- [23] Parra Sanchez, J. S., Torres Pardo, I. D., & Martinez de Merino, C. Y. (2023). Personalización de recursos para la enseñanza de matemáticas universitarias usando inteligencia artificial. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 16(1), 319-340. <https://doi.org/10.15332/25005421.7904>
- [24] Política Nacional de Inteligencia Artificial. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Ciencia e Innovación de Chile, pp. 8, 2020.
- [25] Quevedo-Álava, R., Corrales-Moreno, L., Palma-Delgado, G., & Mendoza-Suárez, G. (2020). Psicopedagogía y TIC en período de COVID-19. Una reflexión para el aprendizaje significativo. [Psychopedagogy and ICT in the COVID-19 period. A Reflection for Meaningful Learning]. *EPISTEME KOINONIA*, 3(5), 202-220. <http://dx.doi.org/10.35381/e.k.v3i5.769>
- [26] Rivero, D., Ulloa, N., Guerra, L., Arellano, B., y Arciniegas, S. (2019). Agente adaptativo para la enseñanza en ambientes inteligentes. *RISTI*, 694-707.
- [27] Roberts, H., & Smith, J. (2021). Active Learning Approaches in Mathematics: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*, 30, 100383.

- [28] Sánchez, J. M. B., & Abarca, J. P. M. (2023). Metodologías activas de la inteligencia artificial aplicadas a la enseñanza universitaria.
- [29] Serrano, S. S., Navarro, I. P., & González, M. D. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA?: Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón: Revista de pedagogía*, 74(3), 51-66.
- [30] Silva, M. Modelo pedagógico para los docentes de matemática que dictan clases en carreras de la salud en universidades privadas no selectivas de la Región Metropolitana: un estudio de caso (Doctoral dissertation, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación), pp. 43-73, 2020.
- [31] Solórzano, Á. E. (2022). La educación virtual: logros, desafíos pendientes, búsqueda de un balance. El rol de los docentes. Nuevos perfiles. *En Líneas Generales*, 8(008), 8-20.
<https://doi.org/10.26439/en.lineas.generales2022.n008.6001>
- [32] UNESCO (2021). *Inteligencia Artificial y educación. Guía a cargo de formular políticas*. UNESCO
- [33] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial Intelligence and Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations*. Recuperado de <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>
- [34] Vásquez Silva, J. C. (2023). Inteligencia artificial para personalizar el aprendizaje de las matemáticas. *Educación Cuántica*. Recuperado de <https://www.educacioncuantica.com/post/inteligencia-artificial-para-personalizar-el-aprendizaje-de-las-matematicas>
- [35] Vera, F. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17–34. Recuperado de <https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/84>
- [36] Wang, Q., et al. (2020). Enhancing Conceptual Understanding through AI-Driven Simulations: A Case Study in Geometry. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2307-2328.
- [37] Zatti, E. A., Balbino, R., Mattos, S. G. de, & Kalinke, M. A. (2022). Una Propuesta para la Creación de una Plataforma Asistida por la Inteligencia Artificial para la Construcción de Objetos de Aprendizaje de Matemática. *PARADIGMA*, 43(2), 259-281. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2022.p259-281.id1226>
- [38] Zhang, Y., Li, Y., & Wang, Y. (2020). Investigación sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Física: Serie de Conferencias*, 1637(1), 012030.

Información de Contacto de los Autores:

Maritza Silva Acuña

Avenida Cristóbal Colón, 4958
Las Condes
Chile

msilva@ucsh.cl

<https://www.linkedin.com/in/dra-maritza-silva-2717b94a/>

<https://orcid.org/0000-0002-0275-5859>

Rodrigo Correa Rojas

Félix de Amesti, 991
Las Condes
Chile

rcorrear@ucsh.cl

<https://www.linkedin.com/in/rodrigo-correa-rojas-3679a022/>

<https://orcid.org/0000-0003-1611-8516>

Pamela Mc-Guire Campos

Pasaje Luis Sigall 1434
Maipú
Chile

pmcguire@ucsh.cl

<https://www.linkedin.com/in/pamela-mc-guire-campos-b4337749/>

<https://orcid.org/0009-0007-4729-1254>

Maritza Silva Acuña

Profesor de Estado en Matemática y Computación, Universidad de Santiago de Chile; Licenciado en Educación Matemática y Computación, Universidad de Santiago de Chile; Ingeniera en Informática, Universidad de Los Lagos de Chile; Magíster en Docencia Universitaria, Universidad Andrés Bello de Chile; Doctora en Educación, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile.

Rodrigo Correa Rojas

Ingeniero en Informática, Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile, Magister en Gestión Educacional, Universidad Diego Portales de Chile. Doctor en Ciencias de la Administración y Negocios de la Universidad Santander, México.

Pamela Mc-Guire Campos

Profesor de Estado en Matemática y Computación, Universidad de Santiago de Chile. Licenciado en Educación Matemática y Computación, Universidad de Santiago de Chile; Magister en Educación Matemática, Universidad Católica Silva Henríquez de Chile.