DOI: https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0254

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DEL APRENDIZAJE ADAPTATIVO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF ADAPTIVE LEARNING IN MATHEMATICS EDUCATION

Naranjo-Sagñay William Cristóbal [1]; Allán-Baño Gladys Mariana [2];
Guillen-Morales Freddy Humberto Sebastián [3]; Vera-Pisco Dimas [4]

[1] Unidad Educativa Pedro Carbo. Ecuador.
Correo: cristobal.naranjo@educacion.gob.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-1318-7589

[2] Unidad Educativa Pedro Carbo. Ecuador.
Correo: gladys.allan@educacion.gob.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2450-0569

[3] Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
Correo: humberto.guillen@unesum.edu.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1463-7032

[4] Universidad Estatal del Sur de Manabí, Universidad Especialidades Espíritu Santo. Ecuador.
Correo: dimas.vera@unesum.edu.ec. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3524-0907

Resumen

Este estudio examina los desafíos y oportunidades del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas mediante una revisión sistemática de la literatura reciente. La investigación analiza las principales barreras para la implementación efectiva de sistemas adaptativos, incluyendo el diseño de contenido personalizado, la capacitación docente, la infraestructura tecnológica y la evaluación del impacto. Se identifican oportunidades significativas en términos de personalización del aprendizaje, mejora del compromiso estudiantil y desarrollo de habilidades del siglo XXI. Los resultados sugieren que el aprendizaje adaptativo tiene el potencial de transformar la enseñanza de matemáticas al abordar la ansiedad matemática y mejorar la motivación de los estudiantes. Sin embargo, su éxito depende de factores como la formación adecuada del profesorado, el acceso equitativo a recursos tecnológicos y la implementación de marcos éticos para la gestión de datos. La investigación destaca la necesidad de desarrollar métricas más sofisticadas para evaluar el impacto del aprendizaje adaptativo, considerando no solo el rendimiento académico sino también factores como la motivación y el desarrollo de habilidades transversales. Se concluye que, a pesar de los desafíos existentes, el aprendizaje adaptativo representa una evolución significativa en la educación matemática, justificando la inversión continua en su desarrollo e implementación.

Palabras clave: Sistemas Tutoriales Inteligentes, Diferencias Individuales, Retroalimentación Inmediata, Competencias del Siglo XXI, Evaluación Formativa.

Abstract

This study examines the challenges and opportunities of adaptive learning in mathematics education through a systematic review of recent literature. The research analyzes the main barriers to effective implementation of adaptive systems, including personalized content design, teacher training, technological infrastructure, and impact assessment. Significant opportunities are identified in terms of learning personalization, improved student engagement, and development of 21st-century skills. Results suggest that adaptive learning has the potential to transform mathematics teaching by addressing math anxiety and improving student motivation. However, its success depends on factors such as adequate teacher training, equitable access to technological resources, and implementation of ethical frameworks for data management. The research highlights the need to develop more sophisticated metrics to evaluate the impact of adaptive learning, considering not only academic performance but also factors such as motivation

Información del manuscrito:
Fecha de recepción: 12 de enero de 2025.
Fecha de aceptación: 13 de marzo de 2025.
Fecha de publicación: 10 de abril de 2025.

and the development of transversal skills. It concludes that, despite existing challenges, adaptive learning represents a significant evolution in mathematics education, justifying continued investment in its development and implementation.

Keywords: Intelligent Tutoring Systems, Individual Differences, Immediate Feedback, 21st Century Skills, Formative Evaluation.

1. Introducción

1.1 Contexto del aprendizaje adaptativo en la educación

El aprendizaje adaptativo ha emergido como un enfoque pedagógico fundamental en la educación contemporánea, caracterizándose por su capacidad para personalizar la experiencia de aprendizaje de acuerdo con las necesidades individuales de los estudiantes. Este enfoque se basa en la premisa de que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje único y que, al adaptar el contenido y las estrategias de enseñanza, se puede mejorar significativamente el rendimiento académico y la motivación (Peng et al., 2019).

A lo largo de los años, el aprendizaje adaptativo ha evolucionado desde métodos tradicionales de enseñanza hacia el uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el análisis de datos, que permiten una personalización más efectiva y en tiempo real (Adiguzel et al., 2023; Zhao, 2024). Este cambio ha sido impulsado por la creciente necesidad de preparar a los estudiantes para un mundo laboral en constante cambio, donde las habilidades de adaptación y aprendizaje continuo son esenciales (Toktarova, 2022).

La personalización del aprendizaje se ha convertido en un aspecto crítico en la educación actual, especialmente en un contexto donde la diversidad de estudiantes en términos de habilidades, intereses y antecedentes culturales es cada vez más pronunciada. La capacidad de adaptar el aprendizaje no solo mejora la comprensión del contenido, sino que también fomenta un ambiente de aprendizaje más inclusivo y equitativo (Drigas & Karyotaki, 2014; Zhiyenbayeva et al., 2021).

En este sentido, el aprendizaje adaptativo no solo se limita a la

modificación del contenido, sino que también implica la implementación de estrategias que promuevan la participación activa de los estudiantes, permitiéndoles asumir un papel más proactivo en su proceso educativo (Sharma, 2024). La enseñanza de matemáticas, en particular, se beneficia enormemente del aprendizaje adaptativo. Las matemáticas son una disciplina que a menudo presenta desafíos significativos para los estudiantes, incluyendo la ansiedad matemática y la falta de motivación (Chen, 2019).

La personalización del aprendizaje en matemáticas permite abordar estos desafíos de manera más efectiva, adaptando el contenido y las estrategias de enseñanza a las necesidades específicas de cada estudiante. Esto no solo mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye a desarrollar una actitud positiva hacia la materia, lo que es clave para el éxito a largo plazo en el aprendizaje de matemáticas (Tokanov et al., 2024). Además, el enfoque en el aprendizaje adaptativo en matemáticas se justifica por la importancia de esta disciplina en el desarrollo de competencias clave para el siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración (Pylypenko & Kramarenko, 2024).

La integración de tecnologías adaptativas en la enseñanza de matemáticas no solo facilita la personalización del aprendizaje, sino que también permite a los educadores implementar métodos de enseñanza más innovadores y efectivos, como el aprendizaje basado en proyectos y el uso de juegos educativos (Wang et al., 2023). Estos métodos no solo hacen que el aprendizaje sea más atractivo, sino que también ayudan a los estudiantes a conectar conceptos matemáticos con situaciones de la vida real, promoviendo un aprendizaje más significativo y duradero (Vintere, 2018).

1.2 Relevancia del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas

La enseñanza de matemáticas enfrenta una serie de desafíos específicos que afectan tanto el rendimiento académico como la motivación de los estudiantes. Uno de los problemas más destacados es la ansiedad matemática, que se ha

identificado como un factor que perjudica el aprendizaje y el rendimiento en esta disciplina. La ansiedad matemática no solo afecta a los estudiantes, sino que también puede ser transmitida intergeneracionalmente, ya que los padres con alta ansiedad en matemáticas tienden a influir negativamente en las actitudes y el rendimiento de sus hijos (Maloney et al., 2015). Este fenómeno puede resultar en una disminución de la autoeficacia y la motivación de los estudiantes, lo que a su vez impacta su disposición a invertir esfuerzo en el aprendizaje de matemáticas (Pizzie & Kraemer, 2023). Por lo tanto, es importante abordar la ansiedad matemática y otros factores que contribuyen a la falta de motivación en el contexto de la enseñanza de matemáticas. Además, el contexto educativo actual, marcado por la pandemia de COVID-19, ha exacerbado las brechas en el rendimiento académico, especialmente en matemáticas. Los estudiantes de entornos de bajos ingresos han enfrentado desafíos adicionales, como el acceso limitado a recursos tecnológicos y apoyo educativo, lo que ha afectado su capacidad para aprender matemáticas de manera efectiva (Kuhfeld et al., 2022). La implementación de un aprendizaje adaptativo puede ofrecer soluciones a estos problemas, permitiendo que los educadores personalicen el contenido y las estrategias de enseñanza para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes. Esto es especialmente relevante en el caso de estudiantes que experimentan ansiedad matemática, ya que un enfoque adaptativo puede ayudar a mitigar sus preocupaciones y mejorar su rendimiento (Pizzie & Kraemer, 2023). El aprendizaje adaptativo también se presenta como una oportunidad para mejorar el compromiso y la motivación de los estudiantes en matemáticas. Al permitir que los estudiantes avancen a su propio ritmo y reciban retroalimentación personalizada, se fomenta un ambiente de aprendizaje más positivo y motivador (Wu et al., 2012). Por ejemplo, el uso de juegos y actividades interactivas en el aula ha demostrado ser efectivo para aumentar el interés y la participación de los estudiantes en matemáticas, lo que puede ser particularmente beneficioso para aquellos que luchan con la ansiedad matemática (Ramani

et al., 2012, p. 20; Ramirez et al., 2016). La personalización del aprendizaje no solo mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye a desarrollar una actitud más positiva hacia las matemáticas, lo que es esencial para el éxito a largo plazo en esta materia (Hilz et al., 2023). Además, el aprendizaje adaptativo en matemáticas puede facilitar el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Estas habilidades son fundamentales para preparar a los estudiantes para un futuro en un mundo cada vez más impulsado por la tecnología (Zhang et al., 2023). Al integrar tecnologías adaptativas en la enseñanza de matemáticas, los educadores pueden implementar métodos de enseñanza más innovadores que no solo se centran en la memorización de fórmulas, sino que también promueven la comprensión profunda y la aplicación práctica de conceptos matemáticos en situaciones de la vida real (Zain et al., 2022). Esto es especialmente relevante en un contexto educativo donde se espera que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos matemáticos en diversas disciplinas y situaciones.

En este contexto, el objetivo principal de este artículo es realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas para identificar los desafíos, explorar las oportunidades y proponer futuras direcciones de investigación en este campo. Específicamente, se busca analizar cómo el aprendizaje adaptativo puede abordar las necesidades específicas de los estudiantes en matemáticas, mejorar su compromiso y motivación, y contribuir al desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI. Los hallazgos de esta revisión proporcionarán información valiosa para educadores, diseñadores de software y responsables de la formulación de políticas que buscan implementar el aprendizaje adaptativo de manera efectiva en la enseñanza de matemáticas.

2. Metodología

Para llevar a cabo esta revisión sobre el aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas, se

utilizó una estrategia de búsqueda sistemática en diversas bases de datos académicas y motores de búsqueda especializados. Las bases de datos seleccionadas incluyeron Google Scholar, Scopus, Web of Science y ERIC, que son reconocidas por su amplia cobertura en literatura educativa y tecnológica. La búsqueda se centró en identificar artículos, revisiones y estudios de caso que abordaran el aprendizaje adaptativo en el contexto de la enseñanza de matemáticas, así como sus implicaciones y resultados en el rendimiento estudiantil. Las palabras clave y términos de búsqueda empleados incluyeron "aprendizaje adaptativo", "enseñanza de matemáticas", "personalización del aprendizaje", "tecnologías educativas", "motivación en matemáticas" y "estrategias de enseñanza adaptativa". Se realizaron combinaciones de estos términos utilizando operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados y asegurar la relevancia de los artículos seleccionados (Carvajal Rivadeneira et al., 2023). Esta metodología de búsqueda permitió identificar una variedad de estudios que abordan tanto los desafíos como las oportunidades del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas.

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en varias etapas, comenzando con la revisión de títulos y resúmenes para determinar la relevancia de cada artículo en relación con los objetivos de la revisión. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para guiar esta selección. Los criterios de inclusión abarcaban estudios publicados en los últimos diez años, que se centraran en el aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas y que presentaran resultados empíricos o revisiones sistemáticas.

Por otro lado, se excluyeron artículos que no estuvieran disponibles en inglés o español, así como aquellos que no abordaran específicamente el contexto educativo. El proceso de selección se documentó mediante un diagrama de flujo que ilustra las etapas de identificación, selección y elegibilidad de los estudios.

En total, se identificaron 150 artículos en la búsqueda inicial. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se

seleccionaron 52 estudios que cumplían con los requisitos establecidos. Estos estudios abarcan una variedad de enfoques metodológicos, incluyendo investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas, así como revisiones sistemáticas que ofrecen una visión integral sobre el aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas.

La descripción de las características de los estudios seleccionados incluye el tipo de estudio, la población objetivo, las intervenciones implementadas y los resultados obtenidos. La mayoría de los estudios se centraron en estudiantes de educación primaria y secundaria, aunque también se incluyeron investigaciones en contextos universitarios (Parrales Poveda et al., 2023). Las intervenciones variaron desde el uso de plataformas de aprendizaje en línea hasta la implementación de estrategias pedagógicas adaptativas en el aula. Esta diversidad en los enfoques metodológicos y contextuales proporciona una base sólida para el análisis de los desafíos y oportunidades del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas.

3. Resultados y discusión

3.1 Desafíos del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas

3.1.1 Diseño y desarrollo de sistemas de aprendizaje adaptativo efectivos

El diseño y desarrollo de sistemas de aprendizaje adaptativo efectivos en el ámbito de las matemáticas presenta una serie de desafíos significativos que deben ser abordados para garantizar su éxito.

En primer lugar, la creación de contenido adaptativo de alta calidad es fundamental. Esto implica no solo la elaboración de materiales didácticos que se ajusten a los diferentes niveles de habilidad de los estudiantes, sino también la implementación de algoritmos que puedan analizar el rendimiento de los estudiantes en tiempo real y ajustar el contenido en consecuencia (Martín-Núñez et al., 2023; Parra-Rojas, 2023). Sin embargo, la complejidad de los conceptos matemáticos y la diversidad de

estilos de aprendizaje entre los estudiantes complican este proceso.

Es esencial que los sistemas de aprendizaje adaptativo sean capaces de identificar y responder a estas diferencias, proporcionando un enfoque verdaderamente personalizado que se adapte a las necesidades individuales de cada estudiante (Giler-Medina & Medina-Gorozabel, 2023). Además, la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el diseño de estos sistemas es fundamental.

Las TIC no solo facilitan la entrega de contenido adaptativo, sino que también permiten la recopilación y análisis de datos sobre el rendimiento de los estudiantes, lo que es vital para la personalización del aprendizaje (Correa-Fajardo et al., 2024). Sin embargo, la implementación efectiva de estas tecnologías requiere una infraestructura adecuada y capacitación para los docentes, quienes deben estar preparados para utilizar estas herramientas de manera efectiva en el aula (Godino, 2021; Martín-Núñez et al., 2023). Sin el apoyo técnico y la formación adecuada, los docentes pueden sentirse abrumados por la tecnología, lo que puede llevar a una resistencia a su uso y, en última instancia, a una implementación ineficaz del aprendizaje adaptativo (Calle Chacón et al., 2020).

Otro desafío importante es la necesidad de desarrollar métricas y métodos de evaluación adecuados para medir el impacto del aprendizaje adaptativo en el rendimiento de los estudiantes. La evaluación formativa, que se centra en el proceso de aprendizaje en lugar de solo en los resultados finales, puede ser una herramienta valiosa en este contexto (Bizarro Flores et al., 2021). Sin embargo, es esencial que estas evaluaciones sean diseñadas de manera que reflejen con precisión las habilidades y conocimientos adquiridos por los estudiantes a través de un aprendizaje adaptativo.

Esto requiere una colaboración estrecha entre educadores, diseñadores de contenido y expertos en evaluación para crear herramientas de evaluación que sean efectivas y significativas (Almache Delgado et al., 2024). Además, es importante considerar las implicaciones éticas y de

privacidad en el uso de datos de los estudiantes. A medida que los sistemas de aprendizaje adaptativo recopilan y analizan datos sobre el rendimiento y las interacciones de los estudiantes, surge la necesidad de garantizar que estos datos sean manejados de manera responsable y que se protejan la privacidad y la seguridad de los estudiantes (Enríquez Vázquez & Navarro Perales, 2024).

Esto implica establecer políticas claras sobre el uso de datos y asegurar que los estudiantes y sus familias estén informados sobre cómo se utilizarán sus datos en el contexto del aprendizaje adaptativo. Finalmente, el diseño de sistemas de aprendizaje adaptativo efectivos debe incluir un enfoque en la motivación y el compromiso de los estudiantes. La personalización del aprendizaje no solo debe centrarse en el contenido académico, sino también en crear un entorno de aprendizaje que fomente la participación activa y la curiosidad de los estudiantes (Morocho Palacios et al., 2023; Ortiz Diaz & Cutimbo Lozano, 2022).

Esto puede lograrse a través de la incorporación de elementos de gamificación y actividades interactivas que hagan que el aprendizaje de las matemáticas sea más atractivo y relevante para los estudiantes (Mendoza-Lozano et al., 2024). Al abordar estos desafíos de manera integral, los educadores pueden desarrollar sistemas de aprendizaje adaptativo que no solo mejoren el rendimiento académico en matemáticas, sino que también fomenten una actitud positiva hacia el aprendizaje en general.

3.1.2 Implementación y uso en el aula

La implementación y uso de sistemas de aprendizaje adaptativo en el aula de matemáticas presentan una serie de retos que deben ser abordados para maximizar su efectividad. Uno de los principales desafíos es la capacitación de los docentes.

La integración de tecnologías adaptativas en la enseñanza requiere que los educadores comprendan cómo funcionan estas herramientas y sean capaces de utilizarlas de manera efectiva para personalizar la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes (Machado Pico et al., 2024;

Valbuena-Duarte et al., 2021). Sin embargo, muchos docentes pueden sentirse inseguros o poco preparados para adoptar estas nuevas tecnologías, lo que puede llevar a una resistencia a su uso en el aula. Por lo tanto, es fundamental proporcionar formación continua y recursos adecuados para que los educadores se sientan cómodos y competentes al implementar el aprendizaje adaptativo.

Otro aspecto crítico es la disponibilidad de recursos tecnológicos en las escuelas. La implementación exitosa de sistemas de aprendizaje adaptativo depende en gran medida de la infraestructura tecnológica existente (Machado Pico et al., 2024). En muchas instituciones educativas, especialmente en áreas de bajos ingresos, el acceso a computadoras, tabletas y conexión a internet puede ser limitado.

Esta falta de recursos puede dificultar la implementación de programas de aprendizaje adaptativo y limitar la capacidad de los estudiantes para beneficiarse de estas herramientas. Por lo tanto, es esencial que las políticas educativas aborden estas disparidades y trabajen para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología necesaria para participar en un aprendizaje adaptativo efectivo (Vera Pisco et al., 2023). Además, la integración de la tecnología en el aula no solo implica la disponibilidad de dispositivos, sino también la creación de un entorno de aprendizaje que fomente la interacción y la colaboración entre los estudiantes.

Los sistemas de aprendizaje adaptativo deben ser diseñados de manera que promuevan la participación activa de los estudiantes y faciliten la colaboración entre ellos (Valbuena-Duarte et al., 2021). Esto puede incluir la incorporación de actividades grupales, discusiones en clase y proyectos colaborativos que utilicen las herramientas adaptativas para enriquecer la experiencia de aprendizaje.

Al fomentar un ambiente colaborativo, se puede aumentar el compromiso de los estudiantes y mejorar su motivación para aprender matemáticas (Giler-Medina & Medina-Gorozabel, 2023). La evaluación del impacto del aprendizaje adaptativo en el aula

también presenta desafíos. Es elemental desarrollar métricas y métodos de evaluación que permitan a los educadores medir la efectividad de estas herramientas en el rendimiento académico de los estudiantes.

La evaluación formativa, que se centra en el proceso de aprendizaje y proporciona retroalimentación continua, puede ser especialmente útil en este contexto. Sin embargo, los educadores deben estar capacitados para utilizar estas evaluaciones de manera efectiva y para interpretar los datos que generan (Bizarro Flores et al., 2021).

Esto requiere un enfoque colaborativo entre educadores, administradores y expertos en evaluación para garantizar que se utilicen métodos de evaluación adecuados y significativos. Por último, es importante considerar las implicaciones éticas y de privacidad asociadas con el uso de datos de los estudiantes en sistemas de aprendizaje adaptativo.

A medida que se recopilan y analizan datos sobre el rendimiento y las interacciones de los estudiantes, surge la necesidad de garantizar que estos datos sean manejados de manera responsable y que se protejan la privacidad de los estudiantes (Valbuena-Duarte et al., 2021). Esto implica establecer políticas claras sobre el uso de datos y asegurar que los estudiantes y sus familias estén informados sobre cómo se utilizarán sus datos en el contexto del aprendizaje adaptativo. La transparencia en el manejo de datos es esencial para construir la confianza entre los educadores, los estudiantes y sus familias, lo que a su vez puede facilitar la aceptación y el uso de tecnologías adaptativas en el aula.

3.1.3 Evaluación y seguimiento del impacto

La evaluación y seguimiento del impacto del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas son componentes esenciales para garantizar la efectividad de este enfoque pedagógico. Sin embargo, existen múltiples desafíos asociados con la medición de su efectividad. En primer lugar, la necesidad de desarrollar métricas adecuadas para evaluar el rendimiento de los estudiantes en entornos de aprendizaje adaptativo es fundamental (Giler-Medina &

Medina-Gorozabel, 2023). Las evaluaciones tradicionales, que a menudo se centran en exámenes estandarizados, pueden no capturar adecuadamente las habilidades y conocimientos adquiridos a través de un aprendizaje personalizado. Por lo tanto, es necesario implementar métodos de evaluación formativa que se centren en el proceso de aprendizaje y que proporcionen retroalimentación continua a los estudiantes.

Además, la evaluación del impacto del aprendizaje adaptativo debe considerar no solo el rendimiento académico, sino también factores como la motivación y la autoeficacia de los estudiantes (Pin Flores et al., 2024). La investigación ha demostrado que el aprendizaje adaptativo puede mejorar la motivación y la confianza de los estudiantes en sus habilidades matemáticas, lo que a su vez puede influir en su rendimiento (Ortiz Diaz & Cutimbo Lozano, 2022). Por lo tanto, es importante que las evaluaciones incluyan medidas de estos aspectos, utilizando herramientas como encuestas y entrevistas para obtener una comprensión más completa del impacto del aprendizaje adaptativo en la experiencia del estudiante.

Otro desafío significativo es la necesidad de establecer un marco ético para el uso de datos de los estudiantes en la evaluación del aprendizaje adaptativo. A medida que se recopilan y analizan datos sobre el rendimiento y las interacciones de los estudiantes, surge la preocupación por la privacidad y la seguridad de estos datos (Flores Abreu, 2023). Es esencial que las instituciones educativas implementen políticas claras sobre el manejo de datos y que se aseguren de que los estudiantes y sus familias estén informados sobre cómo se utilizarán sus datos. La transparencia en el uso de datos es fundamental para construir la confianza entre los educadores, los estudiantes y sus familias, lo que puede facilitar la aceptación y el uso de tecnologías adaptativas en el aula.

Además, el seguimiento del impacto del aprendizaje adaptativo debe ser un proceso continuo. Esto implica no solo la recopilación de datos a lo largo del tiempo, sino también la capacidad de ajustar y mejorar los sistemas de aprendizaje adaptativo

en función de los resultados obtenidos (Vera Pisco et al., 2024). La retroalimentación de los docentes y estudiantes es básica en este proceso, ya que puede proporcionar información valiosa sobre la efectividad de las herramientas y estrategias utilizadas.

La colaboración entre educadores, investigadores y diseñadores de tecnología educativa es esencial para garantizar que los sistemas de aprendizaje adaptativo se mantengan actualizados y sean relevantes para las necesidades cambiantes de los estudiantes (Mejía et al., 2024). Finalmente, es importante reconocer que la evaluación y el seguimiento del impacto del aprendizaje adaptativo no son solo responsabilidades de los educadores, sino que también deben involucrar a los administradores y responsables de la formulación de políticas educativas. La implementación efectiva de un aprendizaje adaptativo requiere un compromiso institucional para proporcionar los recursos y el apoyo necesarios para su éxito.

Esto incluye la inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación de docentes y la creación de un entorno de aprendizaje que fomente la innovación y la experimentación. Al abordar estos desafíos de manera integral, las instituciones educativas pueden maximizar el impacto positivo del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas y, en última instancia, mejorar el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

3.2 Oportunidades del aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas

3.2.1 Personalización del aprendizaje

El aprendizaje adaptativo se presenta como una metodología innovadora que permite la personalización del proceso educativo, especialmente en la enseñanza de matemáticas. Esta personalización implica la adaptación del contenido, la dificultad y el ritmo de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que resulta en una experiencia educativa más efectiva y motivadora.

Según Zenteno Ruiz et al. (2023), el uso de plataformas como Khan

Academy ha demostrado ser eficaz en la mejora del aprendizaje de matemáticas, ya que permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y recibir retroalimentación inmediata sobre su desempeño. Esta capacidad de personalización es fundamental, dado que los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje y niveles de habilidad, lo que puede influir significativamente en su comprensión de conceptos matemáticos.

Además, el aprendizaje adaptativo facilita la identificación de las fortalezas y debilidades de los estudiantes mediante el uso de algoritmos y análisis de datos. Esto permite a los educadores ofrecer recursos y actividades que se alineen con las necesidades específicas de cada alumno, promoviendo así un aprendizaje más significativo (Martín-Núñez et al., 2023). Por ejemplo, en un entorno de aprendizaje adaptativo, un estudiante que lucha con la comprensión de fracciones puede recibir ejercicios adicionales y explicaciones más detalladas, mientras que otro que muestra competencia en esta área puede ser desafiado con problemas más complejos (Naranjo Sagñay et al., 2024; Parra-Rojas, 2023).

Este enfoque no solo mejora la comprensión de los conceptos matemáticos, sino que también fomenta la confianza y la motivación del estudiante al permitirles experimentar el éxito en su aprendizaje. La retroalimentación individualizada es otro componente esencial del aprendizaje adaptativo. Al proporcionar comentarios específicos y oportunos, los educadores pueden guiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, ayudándoles a identificar áreas de mejora y a celebrar sus logros. La investigación de Morocho Palacios et al. (2023) destaca que la gamificación, una estrategia que puede integrarse en entornos de aprendizaje adaptativo, tiene el potencial de aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes hacia las matemáticas, al hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo.

Al incorporar elementos lúdicos y desafíos, se crea un ambiente que no solo incentiva la participación, sino que también permite a los estudiantes experimentar el

aprendizaje de manera más efectiva. La personalización del aprendizaje también se extiende a la creación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA), que han demostrado ser herramientas valiosas en la enseñanza de matemáticas. González y Granera (2021) afirman que la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula puede mejorar significativamente la comprensión de los estudiantes, al ofrecer recursos interactivos que se adaptan a sus necesidades.

Estos entornos permiten a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera más profunda y a su propio ritmo, lo que puede resultar en una mayor retención del conocimiento y una mejor preparación para desafíos académicos futuros. Finalmente, el aprendizaje adaptativo no solo se centra en la personalización del contenido, sino que también promueve la autonomía y la autogestión del aprendizaje.

Al permitir que los estudiantes tomen decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje, se fomenta un sentido de responsabilidad y compromiso con su educación. Esta autonomía es fundamental en la enseñanza de matemáticas, donde la resolución de problemas y el pensamiento crítico son habilidades esenciales (Azúa Menéndez et al., 2018). La investigación de Giler-Medina y Medina-Gorozabel resalta la importancia de un aprendizaje colaborativo que promueva la confianza y la motivación en el aula, lo que puede ser potenciado aún más a través de enfoques adaptativos (Giler-Medina & Medina-Gorozabel, 2023).

3.2.2 Mejora del compromiso y la motivación

El aprendizaje adaptativo no solo se centra en la personalización del contenido, sino que también tiene un impacto significativo en el compromiso y la motivación de los estudiantes en el ámbito de las matemáticas. La incorporación de elementos interactivos y estrategias de gamificación en entornos de aprendizaje adaptativo ha demostrado ser efectiva para aumentar el interés y la participación de los estudiantes. Según Dabingaya (2022), las plataformas de aprendizaje adaptativo impulsadas por inteligencia artificial (IA) han mostrado mejoras notables

en las habilidades matemáticas de los estudiantes, lo que sugiere que estas herramientas pueden influir positivamente en su motivación y compromiso.

La capacidad de estas plataformas para ofrecer retroalimentación inmediata y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes fomenta un entorno de aprendizaje más atractivo y dinámico. La gamificación, en particular, se ha convertido en una estrategia clave para mejorar el compromiso de los estudiantes. Peng et al. (2019) destacan que la gamificación no solo hace que el aprendizaje sea más divertido, sino que también promueve la competencia saludable y la colaboración entre los estudiantes, lo que puede resultar en un aumento de la motivación intrínseca hacia las matemáticas.

Al integrar elementos de juego, como recompensas, niveles y desafíos, los estudiantes se sienten más motivados para participar activamente en su aprendizaje, lo que puede llevar a una mayor retención de conceptos matemáticos y un mejor rendimiento académico (Mejía et al., 2024). Además, el uso de entornos de aprendizaje inteligentes (SLE) permite a los educadores crear experiencias de aprendizaje más personalizadas y atractivas.

Estos entornos pueden adaptarse a las preferencias y estilos de aprendizaje de los estudiantes, lo que resulta en un enfoque más centrado en el estudiante. Rachmadtullah et al. (2022) sugieren que la tecnología del metaverso puede transformar los medios de aprendizaje interactivos, proporcionando experiencias educativas más inmersivas que superan las limitaciones del aprendizaje tradicional. Esta flexibilidad y adaptabilidad en el aprendizaje contribuyen a un mayor compromiso por parte de los estudiantes, quienes pueden explorar conceptos matemáticos en un entorno que se siente más relevante y accesible.

La mejora del compromiso también se relaciona con la capacidad de los estudiantes para auto-regular su aprendizaje. Luo (2024) señala que los modelos de mejora cognitiva adaptativa pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de auto-regulación, lo que les

permite tomar el control de su proceso de aprendizaje y establecer metas personales. Esta autonomía no solo aumenta la motivación, sino que también fomenta una mentalidad de crecimiento, donde los estudiantes ven los desafíos como oportunidades para aprender y mejorar en lugar de obstáculos insuperables.

La creación de un entorno de aprendizaje positivo y motivador es esencial para el éxito en la enseñanza de matemáticas. Díez-Fonnegra y Losada enfatizan que un enfoque adaptativo en la educación matemática puede facilitar el desarrollo del pensamiento matemático al proporcionar un contexto en el que los estudiantes se sientan seguros y apoyados (Chuchuca Tocto et al., 2025; Díez-Fonnegra & Losada, 2022). Al fomentar un ambiente donde se valoran los esfuerzos y se celebra el progreso, se puede aumentar la motivación de los estudiantes y su disposición para enfrentar desafíos matemáticos. El aprendizaje adaptativo, a través de la gamificación, la personalización y el fomento de la auto-regulación, ofrece oportunidades significativas para mejorar el compromiso y la motivación de los estudiantes en la enseñanza de matemáticas.

3.2.3 Desarrollo de habilidades del siglo XXI

El aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas no solo se centra en la adquisición de conocimientos matemáticos, sino que también influye en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración. Estas habilidades son esenciales para preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más complejo y tecnológico, donde la capacidad de adaptarse y aprender de manera continua es fundamental. Según Rachmadtullah et al. (2022), la integración de tecnologías emergentes, como el metaverso, en la educación puede transformar la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido, fomentando un aprendizaje más colaborativo y participativo.

Esta transformación permite a los estudiantes trabajar juntos en entornos virtuales, desarrollando no solo sus habilidades matemáticas,

sino también su capacidad para colaborar y comunicarse efectivamente. El uso de plataformas de aprendizaje adaptativo también promueve el desarrollo del pensamiento crítico. Dabingaya (2022) destaca que estas plataformas, al ofrecer retroalimentación inmediata y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, fomentan un entorno en el que los estudiantes pueden reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y tomar decisiones informadas sobre cómo abordar problemas matemáticos.

Este enfoque no solo mejora la comprensión de los conceptos matemáticos, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico que son transferibles a otras áreas de su vida académica y profesional. Además, el aprendizaje adaptativo permite a los estudiantes enfrentarse a problemas del mundo real a través de la resolución de problemas contextualizados. Luo (2024) menciona que los modelos de aprendizaje adaptativo pueden incorporar situaciones de la vida real en el currículo, lo que permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos matemáticos en contextos prácticos.

Esta aplicación de habilidades matemáticas en situaciones del mundo real no solo aumenta la relevancia del aprendizaje, sino que también motiva a los estudiantes al ver el impacto de lo que están aprendiendo en su vida cotidiana. La colaboración es otra habilidad crítica que se fomenta a través del aprendizaje adaptativo. Las plataformas de aprendizaje en línea a menudo incluyen características que permiten a los estudiantes trabajar en grupos, compartir ideas y resolver problemas juntos. Según el estudio de Harun et al. (2021), la colaboración en entornos de aprendizaje adaptativo puede mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos y aumentar la motivación de los estudiantes al trabajar juntos hacia un objetivo común.

Este enfoque colaborativo no solo mejora el aprendizaje de las matemáticas, sino que también prepara a los estudiantes para el trabajo en equipo en sus futuras carreras. El aprendizaje adaptativo también puede contribuir al

desarrollo de la autogestión y la responsabilidad en el aprendizaje. A medida que los estudiantes toman decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje y establecen metas personales, desarrollan habilidades de autogestión que son esenciales para su éxito académico y profesional. Según Díez-Fonnegra y Losada (2022), un enfoque adaptativo en la educación matemática puede facilitar el desarrollo de estas habilidades al proporcionar un contexto en el que los estudiantes se sientan seguros y apoyados.

4. Conclusiones

El análisis realizado sobre el aprendizaje adaptativo en la enseñanza de matemáticas revela tanto desafíos significativos como oportunidades prometedoras para transformar la educación matemática. La revisión de la literatura muestra que la implementación efectiva del aprendizaje adaptativo requiere un enfoque integral que considere aspectos tecnológicos, pedagógicos y humanos.

Los principales desafíos identificados incluyen el diseño de sistemas adaptativos efectivos, la necesidad de infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación docente y la gestión ética de los datos de los estudiantes. La brecha digital y las disparidades en el acceso a recursos tecnológicos continúan siendo obstáculos significativos para la implementación equitativa del aprendizaje adaptativo, especialmente en contextos de bajos recursos.

Sin embargo, las oportunidades que presenta el aprendizaje adaptativo son considerables. La personalización del aprendizaje permite atender las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando su comprensión de conceptos matemáticos y reduciendo la ansiedad matemática. La integración de elementos de gamificación y tecnologías emergentes ha demostrado aumentar significativamente el compromiso y la motivación de los estudiantes, transformando su percepción de las matemáticas de una materia intimidante a una experiencia de aprendizaje más accesible y atractiva.

Un hallazgo particularmente relevante es el papel del aprendizaje adaptativo en el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Más allá del dominio de conceptos matemáticos, estos sistemas promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la autogestión del aprendizaje. Estas competencias son fundamentales para preparar a los estudiantes para un futuro laboral cada vez más dinámico y tecnológico.

La evaluación y el seguimiento del impacto del aprendizaje adaptativo emergen como aspectos decisivos que requieren mayor atención. Es necesario desarrollar métricas más sofisticadas que no solo midan el rendimiento académico, sino que también consideren factores como la motivación, la autoeficacia y el desarrollo de habilidades transversales.

Bibliografía

Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. Contemporary Educational Technology, 15(3), ep429. https://doi.org/10.30935/cedtech/13152

Almache Delgado, V. J., Jiménez Añazco, A. M., Calderón González, D. E., & Vásquez Romero, S. F. (2024). Transformación digital en los procesos de aprendizaje de la educación superior. Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación, 9(2), 47–67. https://doi.org/10.33262/rmc.v9i2.3103

Azúa Menéndez, M., Pincay Pilay, M., & Sornoza- Parrales, D. (2018). El constructivismo y la enseñanza de las matemáticas en el estudiante universitario de salud. Revista Científica Ciencia y Tecnología, 18(19).

Bizarro Flores, W. H., Paucar Miranda, P. J., & Chambi Mescco, E. (2021). Evaluación formativa: Una revisión sistemática de estudios en aula. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 5(19), 872–891. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.244

Calle Chacón, L. P., Garcia-Herrera, D. G., Ochoa-Encalada, S. C., & Erazo-Álvarez, J. C. (2020). La motivación en el aprendizaje de la matemática: Perspectiva de estudiantes de básica superior. Revista Arbitrada Interdisciplinaria

Koinonía, 5(1), 488. https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.794

Carvajal Rivadeneira, D. D., Ponce Reyes, F. S., Sornoza-Parrales, D., Pincay Pilay, M., Antonio, Q. S., & Miller Zavala, J. H. (2023). Elementos básicos de la investigación científica: ISBN: 978-9942-846-51-8. EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1–75.

Chen, Y. (2019). Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course. Journal of Educational Computing Research, 57(7), 1695–1722. https://doi.org/10.1177/0735633119854036

Chuchuca Tocto, L. D., Vera Pisco, D. G., & Sornoza-Parrales, D. (2025). Estrategias de gamificación aplicadas en matemáticas al desarrollo de competencias digitales a los estudiantes. UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 9(1), 16–29. https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n1.2025.16-29

Correa-Fajardo, A. P., Gómez-Pato, J. Á., & Guzmán-Hernández, R. (2024). La salida profesional de los contenidos de matemática en el bachillerato técnico en la figura profesional de Electromecánica Automotriz. MQRInvestigar, 8(3), 3447–3474. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3447-3474

Dabingaya, M. (2022). Analyzing the Effectiveness of AI-Powered Adaptive Learning Platforms in Mathematics Education. Interdisciplinary Journal Papier Human Review, 3(1), 1–7. https://doi.org/10.47667/ijphr.v3i1.226

Díez-Fonnegra, C. A., & Losada, M. F. D. (2022). THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THINKING THROUGH ADAPTIVE EDUCATION: THE CASE OF A LINEAR ALGEBRA COURSE. Vidya, 42(2), 1–23. https://doi.org/10.37781/vidya.v42i2.4205

Drigas, A., & Karyotaki, M. (2014). Learning Tools and Applications for Cognitive Improvement. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 4(3), 71. https://doi.org/10.3991/ijep.v4i3.3665

Enríquez Vázquez, L., & Navarro Perales, J. (2024). Explorar los matices: Aprendizaje personalizado y adaptativo en la educación digital. Revista Digital Universitaria, 25(1). https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.1.10

Flores Abreu, M. A. (2023). Estudios bibliométricos en educación en la base de datos Web of Science: Una mirada cienciométrica. Dialogos Abiertos, 2(2), 9–25. https://doi.org/10.32654/DialogosAbiertos.2-2.2

Giler-Medina, P., & Medina-Gorozabel, G. (2023). Evaluación formativa y aprendizaje colaborativo en Matemática en Básica Superior. Simbiosis Educativa, 2(1), 78–89. https://doi.org/10.60085/se.v2n1a5

Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática. Revemop, 3, e202129. https://doi.org/10.33532/revemop.e202129

González, J. I., & Granera, J. (2021). Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) para la enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Revista Científica de FAREM-Estelí, 49–62. https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11607

Harun, H., Kartowagiran, B., & Manaf, A. (2021). Student Attitude and Mathematics Learning Success: A Meta-Analysis. International Journal of Instruction, 14(4), 209–222. https://doi.org/10.29333/iji.2021.14413a

Hilz, A., Guill, K., Roloff, J., Aldrup, K., & Köller, O. (2023). The relationship between individual characteristics and practice behaviour within an adaptive arithmetic learning program. Journal of Computer Assisted Learning, 39(3), 970–983. https://doi.org/10.1111/jcal.12780

Kuhfeld, M., Soland, J., & Lewis, K. (2022). Test Score Patterns Across Three COVID-19-Impacted School Years. Educational Researcher, 51(7), 500–506. https://doi.org/10.3102/0013189X221109178

Luo, Y. (2024). Revolutionizing education with AI: The adaptive cognitive enhancement model (ACEM) for personalized cognitive development. Applied and Computational Engineering, 82(1), 71–76. https://doi.org/10.54254/2755-2721/82/20240929

Machado Pico, H. A., Sagnay Alvarado, E., Vera Pisco, D. G., & Sornoza-Parrales, D. (2024). Integración Efectiva De Aplicaciones Informáticas Para Potenciar El Aprendizaje De Las Matemáticas En Bachillerato. Revista Científica Sinapsis, 25(2). https://doi.org/10.37117/s.v25i2.1108

Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational Effects of Parents’ Math Anxiety on Children’s Math Achievement and Anxiety. Psychological Science, 26(9), 1480–1488. https://doi.org/10.1177/0956797615592630

Martín-Núñez, J. L., Fidalgo-Blanco, Á., García Ruesgas, L., & Sein-Echaluce, M. L. (2023). Modelo flexible de aula invertida adaptativa—[Flexible Adaptive flipped classroom model]. Innovación educativa en los tiempos de la inteligencia artificial. Innovación educativa en los tiempos de la inteligencia artificial. Actas del VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación, CINAIC 2023, Zaragoza, Spain. https://doi.org/10.26754/CINAIC.2023.0124

Mejía, F. J., Valladolid, M. J. C., Parrales, D. R. S., & Pisco, D. G. V. (2024). Gamificación como estrategia didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de ecuaciones e inecuaciones: Gamificación como estrategia didáctica. Revista Científica Sinapsis, 25(2).

Mendoza-Lozano, F.-A., Pico-Bonilla, C.-M., & Arias-Velandia, N. (2024). Entorno socioeconómico y resiliencia académica en la educación superior colombiana. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 123–140. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2024.43.1781

Morocho Palacios, H. F., Cuenca Cumbicos, K. M., & Tapia Peralta, S. R. (2023). El impacto de la gamificación en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes de matemáticas de educación básica superior. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 6494–6505. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6650

Naranjo Sagñay, W. C., Contreras Sánchez, E. P., Sornoza-Parrales, D., & Vera Pisco, D. G. (2024). El aprendizaje basado en problemas como estratega didáctica para la enseñanza de límite de función. Revista Científica Sinapsis, 25(2).

Ortiz Diaz, J. A., & Cutimbo Lozano, G. F. (2022). Aprendizaje basado en problemas: Una metodología aplicada a la asignatura universitaria Matemática Básica. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, 155–172. https://doi.org/10.51302/tce.2022.820

Parrales Poveda, M. L., Rodríguez Gutiérrez, K. G., Sornoza-

Parrales, D. R., & Fienco Parrales, M. J. (2023). Clima Laboral. Factores a considerar en una Institución de Educación Superior.

Parra-Rojas, B. A. (2023). Metodología de aprendizaje adaptativo en el área de las matemáticas. Revista Docencia Universitaria, 24(2). https://doi.org/10.18273/revdu.v24n2-2023003

Peng, H., Ma, S., & Spector, J. M. (2019). Personalized adaptive learning: An emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment. Smart Learning Environments, 6(1), 9. https://doi.org/10.1186/s40561-019-0089-y

Pin Flores, Á. M., Sornoza-Parrales, D., Orejuela Mendoza, I., & Vera Pisco, D. (2024). Uso de Padlet en la Motivación y el Aprendizaje Colaborativo en Ciencias Naturales: Un Estudio Descriptivo en la Educación Básica Superior. Arandu UTIC, 11(2), 1878–1899.

Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. M. (2023). Strategies for remediating the impact of math anxiety on high school math performance. Npj Science of Learning, 8(1), 44. https://doi.org/10.1038/s41539-023-00188-5

Pylypenko, O. S., & Kramarenko, T. H. (2024). Structural and functional model of formation of STEM-competencies of students of professional higher education institutions in mathematics teaching. Journal of Physics: Conference Series, 2871(1), 012004. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2871/1/012004

Rachmadtullah, R., Setiawan, B., Wasesa, A. J. A., & Wicaksono, J. W. (2022). Elementary school teachers' perceptions of the potential of metaverse technology as a transformation of interactive learning media in Indonesia. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 6(1), 128–136. https://doi.org/10.53894/ijirss.v6i1.1119

Ramani, G. B., Siegler, R. S., & Hitti, A. (2012). Taking it to the classroom: Number board games as a small group learning activity. Journal of Educational Psychology, 104(3), 661–672. https://doi.org/10.1037/a0028995

Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of

problem solving strategies. Journal of Experimental Child Psychology, 141, 83–100. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014

Sharma, P. (2024). Revolutionizing Math Education: The Power of Personalized Learning. International Journal For Multidisciplinary Research, 6(2), 16508. https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.16508

Tokanov, M., Smagulov, Y., & Temerbekova, A. (2024). DEFINING THE ROLE OF EDUCATIONAL PLATFORMS IN MATHEMATICS IN THE EFFECTIVE TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS. National Center for Higher Education Development, 3(47). https://doi.org/10.59787/2413-5488-2024-47-3-31-37

Toktarova, V. (2022). Model of Adaptive System for Mathematical Training of Students within eLearning Environment. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 17(20), 99–117. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.32923

Valbuena-Duarte, S., Tamara-Gutiérrez, Y., & Berrio-Valbuena, J. D. (2021). Intervención didáctica tecnológica para el estudio de las secciones cónicas basada en el potencial semiótico. Formación Universitaria, 14(1), 181–194. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000100181

Vera Pisco, D., Choez, A. d, & Parraga, A. (2023). Desafíos de la educación matemática en estudiantes universitarios. Revista peruana de investigación e innovación educativa, 3(1), e23643–e23643.

Vera Pisco, D., Sornoza-Parrales, D., Murillo Baque, D. S., & Cobeña Macías, F. M. (2024). Aplicación de las matemáticas en la vida cotidiana con la aplicación del Programa Lingo. Revista peruana de investigación e innovación educativa, 4(1), e26921–e26921.

Vintere, A. (2018). A Constructivist Approach to the Teaching of Mathematics to Boost Competences Needed for Sustainable Development. Rural Sustainability Research, 39(334), 1–7. https://doi.org/10.2478/plua-2018-0001

Wang, I., Wang, A., & Morris, J. (2023). Designing an Educational Online 3D Escape Room: Motivating Learning through Engaging Gameplay. Software Engineering and Applications, 175–183.

https://doi.org/10.5121/csit.2023.131716

Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math Anxiety in Second and Third Graders and Its Relation to Mathematics Achievement. Frontiers in Psychology, 3. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162

Zain, F. M., Sailin, S. N., Kasim, M., Abdul Karim, A. M., & Zameri, N. N. (2022). Developing an Augmented Reality Immersive Learning Design (AILeaD) Framework: A Fuzzy Delphi Approach. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 16(11), 65–90. https://doi.org/10.3991/ijim.v16i11.30063

Zenteno Ruiz, F. A., Malpartida Lovatón, R., Albornoz Dávila, V. L., & Rojas, W. (2023). PLATAFORMA KHAN ACADEMY PARA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE MATEMÁTICA BÁSICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. Llimpi, 3(1), 30–38. https://doi.org/10.54943/lree.v3i1.243

Zhang, Y., Li, Y., Chu, Z., Pu, J., Zhang, L., & Chen, T. (2023). Learning Mathematics from Examples and by Doing: Enhancing Learning Engagement and Self-efficacy. Advances in Education, Humanities and Social Science Research, 8(1), 58. https://doi.org/10.56028/aehssr.8.1.58.2023

Zhao, C. (2024). Application and Prospect of Artificial Intelligence in Personalized Learning. Journal of Innovation and Development, 8(3), 24–27. https://doi.org/10.54097/nzxx6z36

Zhiyenbayeva, N., Belyanova, E., Petunina, I., Dmitrichenkova, S., & Dolzhich, E. (2021). Personalized Computer Support of Performance Rates and Education Process in High School: Case Study of Engineering Students. International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 11(2), 135. https://doi.org/10.3991/ijep.v11i2.19451