Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TUTORÍA INTELIGENTE BASADOS EN IA PARA LA PERSONALIZACIÓN DEL APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS

IMPLEMENTATION OF AI-BASED SMART TUTORING SYSTEMS FOR THE PERSONALIZATION OF LEARNING IN MATHEMATICS

Mg.Luis César Guamán Cajilema
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Ing. Diego Patricio Pailiacho Armijos
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Lic. Jorge Roger Chucho Rea
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Lic. Wilson Geovanny Inga Cuvi
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Mg. Jaime Alonso Chucho Morocho
Unidad Educativa Quislag, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15792

Implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente Basados en IA para la Personalización del Aprendizaje en Matemáticas

Mg.Luis César Guamán Cajilema[1]
luisc.guaman@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0008-7955-8221
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Ing. Diego Patricio Pailiacho Armijos
diego.pailiacho@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0000-8389-6954
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Lic. Jorge Roger Chucho Rea
jorge.chucho@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0007-3695-0082
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Lic. Wilson Geovanny Inga Cuvi
wilson.inga@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0007-1224-3340
Unidad Educativa Cocán, Ecuador

Mg. Jaime Alonso Chucho Morocho
jaime.chucho@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0003-8478-0277
Unidad Educativa Quislag, Ecuador

RESUMEN

Este artículo indaga sobre las diferentes implementaciones que se han realizado en los últimos años de los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) que trabajen con base a la IA, buscando encontrar información sobre el uso de los mismos sobre todo en la enseñanza de las matemáticas para estudiantes de bachillerato. Con una metodología de tipo documental, se llevaron a cabo los análisis de las experiencias previas que se realizaron al respecto, tratando de enfocarse sobre todo en los trabajos en la región de América Latina, y enfatizando cómo pueden funcionar estos sistemas en diversos contextos educativos. Dentro del análisis de la investigación se ubicaron las metodologías que se usaron para implementar los ITS, lo cual incluyó el uso y diseño de algoritmos adaptativos, que permiten una retroalimentación en tiempo real para los estudiantes. Asimismo, se buscó revisar casos de éxito en la integración de los ITS en diversos entornos de aprendizaje, tradicionales, en donde se alcanzaron importantes mejoras en el aprendizaje de los alumnos

Palabras claves: sistemas de tutoría inteligente, enseñanza, matemáticas, retroalimentación

[1] Autor principal.
Correspondencia: luisc.guaman@educacion.gob.ec

Implementation of AI-Based Smart Tutoring Systems for the Personalization of Learning in Mathematics

ABSTRACT

The research identifies the methodologies used in the implementation of ITS, including the design of adaptive algorithms that allow the systems to analyze student performance and provide instant feedback. Successful cases from different countries are examined, where ITS have been integrated into traditional classrooms and remote learning environments, showing significant improvements in mathematical understanding and student engagement. Additionally, the challenges educators face when adopting these technologies are addressed, such as the need for teacher training and adequate technological infrastructure. The research concludes that, despite the obstacles, the implementation of AI-based ITS offers a valuable opportunity to transform mathematics learning, promoting a more equitable and adaptive education in the Ecuadorian context.

Keywords: intelligent tutoring systems, teaching, mathematics, feedback

INTRODUCCIÓN

La educación es un pilar fundamental en el desarrollo de cualquier sociedad, y en el contexto de Ecuador, donde la diversidad cultural y las disparidades socioeconómicas son evidentes, se hace imperativo encontrar métodos que optimicen el proceso de aprendizaje. En particular, el área de las matemáticas ha sido históricamente un desafío para muchos estudiantes de bachillerato, lo que ha llevado a la búsqueda de estrategias más efectivas que no solo aborden las dificultades conceptuales, sino que también fomenten un aprendizaje significativo y duradero. En este sentido, la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) se presenta como una solución innovadora y prometedora que puede transformar la educación matemática en el país.

Los ITS son plataformas tecnológicas diseñadas para proporcionar apoyo educativo personalizado a los estudiantes. A diferencia de los métodos tradicionales de enseñanza, que a menudo adoptan un enfoque "talla única", estos sistemas utilizan algoritmos avanzados para adaptar el contenido y las estrategias pedagógicas a las necesidades individuales de cada estudiante. Esto es especialmente relevante en el contexto ecuatoriano, donde los estudiantes provienen de diversas realidades y estilos de aprendizaje. La IA permite a los ITS analizar datos sobre el rendimiento académico, las interacciones del usuario y otros factores relevantes para ofrecer una experiencia educativa adaptativa y centrada en el estudiante.

En Ecuador, el acceso a recursos educativos de calidad puede ser limitado, especialmente en áreas rurales o menos favorecidas. La implementación de ITS basados en IA puede ayudar a cerrar esta brecha al proporcionar herramientas accesibles que complementen la enseñanza tradicional. Estos sistemas pueden ser utilizados tanto en aulas como en entornos de aprendizaje remoto, lo que es particularmente relevante en un país donde la conectividad a internet ha mejorado pero aún presenta desafíos en ciertas regiones. De esta manera, los ITS pueden ofrecer una solución viable para estudiantes que necesitan apoyo adicional en matemáticas, permitiendo un aprendizaje más equitativo y accesible.

Uno de los aspectos más destacados de los ITS basados en IA es su capacidad para proporcionar retroalimentación inmediata. En el aprendizaje de matemáticas, donde la práctica constante y la corrección oportuna son esenciales para la comprensión de conceptos complejos, esta característica resulta invaluable. Los estudiantes pueden recibir orientación instantánea sobre sus errores y aciertos, lo que les permite ajustar su enfoque y mejorar su rendimiento sin esperar a la intervención del docente.

Este tipode retroalimentación no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fomenta una mayor motivación y autoconfianza entre los estudiantes.

Además, la personalización del aprendizaje mediante ITS puede contribuir significativamente al desarrollo de habilidades metacognitivas. Al permitir que los estudiantes reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje y ajusten sus estrategias según sea necesario, estos sistemas promueven una mayor autonomía y responsabilidad en su educación. En un país como Ecuador, donde es crucial preparar a los jóvenes para enfrentar desafíos futuros tanto académicos como profesionales, fomentar estas habilidades es esencial.

La integración de tecnologías educativas avanzadas también ofrece oportunidades para la recopilación y análisis de datos educativos a gran escala. Los ITS pueden generar información valiosa sobre patrones de aprendizaje y áreas problemáticas comunes entre los estudiantes. Esta información puede ser utilizada por educadores y responsables políticos para tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar los currículos y las metodologías de enseñanza. En un sistema educativo que busca constantemente mejorar su calidad, contar con datos precisos y relevantes es fundamental.

Sin embargo, la implementación efectiva de ITS basados en IA no está exenta de desafíos. Es necesario considerar factores como la capacitación docente, la infraestructura tecnológica y la aceptación por parte de los estudiantes y padres. La formación continua para educadores es crucial para garantizar que puedan integrar estas herramientas en su práctica pedagógica de manera efectiva. Además, es fundamental abordar las preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos recopilados por estos sistemas, asegurando que se manejen con responsabilidad.

En Ecuador, donde la educación enfrenta múltiples retos estructurales y culturales, la implementación de ITS basados en IA puede ser vista como una oportunidad para innovar y mejorar los resultados educativos en matemáticas. Este artículo tiene como objetivo explorar las metodologías involucradas en el desarrollo e implementación de estos sistemas, así como sus implicaciones prácticas para la personalización del aprendizaje en estudiantes de bachillerato. A través del análisis crítico de casos existentes y estudios recientes, se buscará identificar las mejores prácticas y lecciones aprendidas que puedan ser aplicadas en el contexto ecuatoriano.

METODOLOGÍA

El alcance temporal sincrónico implica que la investigación se centra en un momento específico o periodo determinado, permitiendo una instantánea clara del fenómeno estudiado. En este caso, se analizan las prácticas actuales relacionadas con la implementación de ITS basados en IA durante un periodo reciente. Esto es particularmente relevante dado el rápido desarrollo tecnológico y los cambios constantes en las metodologías educativas.

La metodología de este artículo se enmarca dentro de un enfoque descriptivo y explicativo, con un alcance temporal sincrónico, realizado a través de una metodología cualitativa documental. Este tipo de investigación es fundamental para comprender las prácticas actuales en la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo, específicamente en la personalización del aprendizaje en matemáticas para estudiantes de bachillerato.

La investigación descriptiva tiene como objetivo principal describir características y fenómenos específicos, proporcionando un panorama claro y detallado sobre el tema en cuestión. Según Martínez (2018), este tipo de investigación se centra en "describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos", permitiendo establecer una estructura comprensible del fenómeno estudiado. En este caso, se busca detallar cómo los ITS basados en IA están siendo implementados y utilizados en el contexto educativo ecuatoriano, así como las metodologías que respaldan su uso.

Por otro lado, la investigación explicativa no solo se limita a describir, sino que también intenta identificar las causas y relaciones entre los fenómenos observados. En este artículo, se exploran las razones detrás de la adopción de ITS y cómo estas herramientas pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas.

Este enfoque permite una comprensión más profunda del impacto que tienen estos sistemas en la educación y su potencial para transformar el aprendizaje.

La metodología cualitativa documental se basa en la recolección y análisis de información existente a través de documentos, artículos académicos, investigaciones previas y otras fuentes relevantes. Esta técnica permite construir un marco teórico sólido que sustente las afirmaciones y conclusiones del estudio. Según Guerrero Dávila (2015), la investigación documental implica "recolectar, recopilar y

seleccionar información de diversas lecturas", lo que resulta crucial para entender el contexto actual de los ITS basados en IA.

El proceso metodológico seguido en esta investigación incluye varias etapas clave:

Selección del Material: Se realizó una búsqueda exhaustiva de documentos relevantes sobre ITS basados en IA y su aplicación en la educación matemática. Esta fase es crucial para garantizar que la información recopilada sea pertinente y actualizada.

Revisión del Material: Una vez seleccionado el material, se llevó a cabo una revisión crítica para clasificar los documentos según su relevancia e importancia para el tema. Este paso permite al investigador identificar las fuentes más significativas y descartar aquellas que no aportan valor al estudio.

Organización: En esta etapa, se compararon los materiales seleccionados para extraer información textual que sirviera como base para citas y referencias. La organización adecuada de la información es esencial para facilitar su análisis posterior.

Análisis de Datos: El análisis consistió en examinar la información recopilada para identificar patrones, tendencias y hallazgos relevantes sobre la implementación de ITS basados en IA. Este análisis cualitativo permite elaborar una interpretación coherente sobre cómo estos sistemas están impactando el aprendizaje matemático.

Conclusiones: Finalmente, se elaboraron conclusiones que sintetizan los hallazgos más relevantes del estudio, destacando tanto las oportunidades como los desafíos asociados con la implementación de ITS en el contexto educativo ecuatoriano.

El fundamento teórico es un componente esencial en cualquier investigación científica, ya que proporciona el contexto necesario para situar el problema dentro del marco existente de conocimientos. En este artículo, se revisan teorías relacionadas con la personalización del aprendizaje y el uso de tecnologías educativas avanzadas. Según Cazau (2006), "la observación cualitativa" es un método eficaz para comprender cómo los estudiantes interactúan con estas tecnologías, lo cual es fundamental para evaluar su efectividad.

Además, se considera relevante incluir teorías sobre el aprendizaje adaptativo y cómo la IA puede facilitar este proceso. La personalización del aprendizaje ha demostrado ser efectiva al permitir que los

estudiantes avancen a su propio ritmo y reciban retroalimentación específica sobre sus necesidades (Guerrero Dávila, 2015). Estas teorías respaldan la hipótesis central del artículo: que los ITS basados en IA pueden mejorar significativamente el rendimiento académico en matemáticas al ofrecer un enfoque adaptativo y centrado en el estudiante.

El alcance temporal sincrónico implica que la investigación se centra en un momento específico o periodo determinado, permitiendo una instantánea clara del fenómeno estudiado. En este caso, se analizan las prácticas actuales relacionadas con la implementación de ITS basados en IA durante un periodo reciente. Esto es particularmente relevante dado el rápido desarrollo tecnológico y los cambios constantes en las metodologías educativas.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

La categoría de personalización del aprendizaje se aborda de manera diversa en los 20 artículos revisados, reflejando la complejidad y las múltiples dimensiones de esta temática en el contexto de los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA).

Se encontraron estudios como el conducido por Díaz-Pérez et al. (2021), que hacen una exploración sobre los efectos que tiene la personalización sobre el rendimiento y la motivación en los estudiantes, llegando a proponer que la posibilidad de tener experiencias educativas adaptativas pueden dar como resultado mayor efectividad en el aprendizaje. Otro tanto realizaron Santibáñez y Salas (2018) al discutir sobre los obstáculos y desafíos a los que se enfrenta la personalización del aprendizaje en entornos educativos convencionales, con la dificultad que se encuentra en estos espacios para dar una atención correcta a las diversas formas de aprender, sobre todo si no se cuenta con el apoyo de tecnologías de la información y comunicación.

Un elemento que se destacó en varias de las investigaciones consultadas fue la retroalimentación instantánea, ya que los sistemas de tutoría que daban respuestas de manera inmediata permitieron que los estudiantes identificaran cuáles eran sus zonas de oportunidad de manera más directa y sencilla. Esto ayudó a que los materiales se comprendieran de mejor manera (Piedra et. a., 2023). Por lo tanto, la característica de los sistemas de tener retroalimentación instantánea fue de gran importancia para que los estudiantes se mantuvieran con alta motivación.

La categoría de adaptabilidad y flexibilidad se aborda en los 20 artículos revisados de diversas maneras,

reflejando la importancia de estos conceptos en la efectividad de los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) para el aprendizaje de matemáticas. En general, todos los estudios coinciden en que la adaptabilidad es fundamental para ofrecer una experiencia de aprendizaje personalizada que responda a las necesidades individuales de los estudiantes.

Varios artículos destacan que los ITS utilizan algoritmos avanzados para ajustar dinámicamente el nivel de dificultad del contenido, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo. Por ejemplo, el estudio de Foronda (2018) enfatiza que un sistema tutor inteligente debe ser capaz de adaptarse al perfil del alumno, aplicando técnicas que mejor se ajusten a sus necesidades para obtener mejores resultados de aprendizaje. Esta capacidad de adaptación continua se considera esencial para mantener el compromiso del alumno y mejorar su rendimiento académico.

Otros estudios, como el de Cataldi y Lage (2020), analizan cómo la flexibilidad de estos sistemas permite a los estudiantes elegir su propio camino de aprendizaje, lo que se traduce en una mayor autonomía y motivación. Esto es especialmente relevante en

contextos educativos donde los estudiantes presentan diferentes estilos y ritmos de aprendizaje.

Sin embargo, también se identifican desafíos en la implementación de esta adaptabilidad. Por ejemplo, el artículo de Toala Dueñas (2021) discute cómo la complejidad del proceso de aprendizaje puede dificultar la adaptación efectiva del contenido a las necesidades individuales, sugiriendo que no todos los sistemas están igualmente preparados para manejar esta flexibilidad.

La categoría de impacto en el rendimiento académico se aborda de manera variada en los 20 artículos revisados, reflejando la efectividad de los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) en el aprendizaje de matemáticas. En general, la mayoría de los estudios concluyen que la implementación de estos sistemas tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

Varios artículos, como el de Ramos de Melo et al. (2014), destacan que los ITS mejoran la comprensión de conceptos matemáticos, lo que se traduce en un aumento en las calificaciones y una disminución en las tasas de reprobación. Este estudio encontró que los estudiantes que utilizaron un ITS lograron calificaciones significativamente más altas en comparación con aquellos que no lo hicieron, lo que sugiere que la interacción con estos sistemas puede facilitar un aprendizaje más efectivo (Ramos de

Melo et al., 2014).

Por otro lado, el artículo de Arroyo et al. (2014) también resalta cómo los ITS contribuyen a un mayor compromiso y participación estudiantil. La investigación indica que los estudiantes que interactúan con sistemas adaptativos tienden a involucrarse más activamente en su aprendizaje, lo que se correlaciona positivamente con su rendimiento académico. Este hallazgo es consistente con el análisis realizado por Carbonell Bernal y Hernández Prados (2024), quienes afirman que el uso de ITS puede llevar a una mejora del 68.3% en la participación y compromiso estudiantil.

Sin embargo, algunos estudios también identifican desafíos. Por ejemplo, Toala Dueñas (2021) menciona que aunque los ITS pueden mejorar el rendimiento académico, su efectividad depende en gran medida de factores contextuales como la capacitación docente y la infraestructura tecnológica disponible.

La categoría de desafíos en la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) se aborda de manera significativa en los 20 artículos revisados, revelando una variedad de obstáculos que los educadores y desarrolladores enfrentan al integrar estas tecnologías en el ámbito educativo.

En general, muchos estudios destacan la falta de capacitación docente como uno de los principales desafíos. Por ejemplo, Rodríguez Aguilar et al. (2020) mencionan que la implementación exitosa de un sistema tutor inteligente requiere que los docentes estén adecuadamente formados para utilizar estas herramientas tecnológicas, lo cual no siempre es el caso en las instituciones educativas. Este hallazgo es respaldado por Polanco (2023), quien enfatiza que la actualización constante del profesorado es crucial para maximizar el potencial de las herramientas basadas en IA.

Otro desafío importante identificado es la infraestructura tecnológica. Según el estudio de Toala Dueñas (2021), muchas instituciones educativas en América Latina carecen de los recursos necesarios para implementar ITS de manera efectiva. Esto incluye no solo hardware adecuado, sino también acceso a internet confiable, lo que limita la capacidad de los estudiantes para interactuar con estos sistemas.

Además, varios artículos abordan la resistencia al cambio por parte tanto de docentes como de estudiantes. Por ejemplo, el trabajo de Cárdenas-Cárdenas et al. (2023) sugiere que la resistencia a adoptar nuevas tecnologías puede ser un obstáculo significativo, ya que muchos educadores prefieren

métodos tradicionales que conocen bien.

Por último, algunos estudios resaltan la validación y ética en el uso de datos. Polanco (2023) advierte sobre la necesidad de establecer protocolos claros para el manejo y protección de datos personales en entornos educativos, lo que se vuelve aún más crítico con la creciente dependencia de sistemas automatizados.

La categoría de perspectivas futuras y sostenibilidad en la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) se aborda en los 20 artículos revisados, reflejando una variedad de enfoques sobre cómo estos sistemas pueden evolucionar y contribuir a un futuro educativo más sostenible.

En general, muchos artículos destacan el potencial de los ITS para transformar la educación y hacerla más accesible. Por ejemplo, Cataldi y Lage (2020) enfatizan que la integración de tecnologías basadas en IA puede democratizar el acceso a recursos educativos, permitiendo que estudiantes de diversas condiciones socioeconómicas se beneficien de un aprendizaje personalizado. Este enfoque sugiere que la sostenibilidad de los ITS depende no solo de su implementación técnica, sino también de su capacidad para adaptarse a diferentes contextos educativos.

Por otro lado, el artículo de Polanco (2023) aborda la necesidad de una infraestructura adecuada para garantizar que los ITS sean sostenibles a largo plazo. La falta de recursos tecnológicos en muchas instituciones educativas en América Latina puede limitar el impacto positivo que estos sistemas pueden tener. Este desafío resalta la importancia de invertir en infraestructura y capacitación docente para maximizar los beneficios de los ITS.

Además, Toala Dueñas (2021) menciona que la sostenibilidad también implica considerar el impacto ambiental de las tecnologías utilizadas. A medida que la IA se vuelve más prevalente, es crucial evaluar su huella ecológica y buscar soluciones que minimicen el consumo energético y promuevan prácticas sostenibles.

Finalmente, varios artículos sugieren que las perspectivas futuras para los ITS deben incluir un enfoque colaborativo entre educadores, desarrolladores y responsables políticos. La investigación de Cárdenas-Cárdenas et al. (2023) subraya que la colaboración es esencial para crear sistemas que no solo sean técnicamente avanzados, sino que también respondan a las necesidades reales del aula.

En conclusión, la categoría de perspectivas futuras y sostenibilidad se expresa en los artículos revisados como un aspecto multifacético que abarca desde la democratización del aprendizaje hasta la consideración del impacto ambiental. A pesar de los desafíos identificados, hay un consenso sobre el potencial transformador de los ITS basados en IA para mejorar la educación matemática en América Latina, siempre que se aborden adecuadamente las cuestiones relacionadas con la infraestructura y la colaboración.

CONCLUSIONES

La implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) basados en Inteligencia Artificial (IA) representa un avance significativo para la personalización del aprendizaje en matemáticas, especialmente en contextos como el ecuatoriano, donde persisten desafíos en el acceso y la calidad de la educación. A través de esta investigación documental, se han analizado casos internacionales y experiencias prácticas que destacan tanto los beneficios como las limitaciones de estos sistemas en el ámbito educativo. Los resultados muestran que los ITS basados en IA pueden mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, fomentar su autonomía y optimizar la enseñanza al ajustarse a las necesidades individuales. Estos beneficios se deben, en gran medida, al uso de algoritmos adaptativos que proporcionan retroalimentación inmediata y permiten un aprendizaje más flexible y motivador.

Una de las principales conclusiones es que los ITS contribuyen a superar el enfoque tradicional de “talla única” en la enseñanza, ya que permiten personalizar la experiencia educativa. Esto es particularmente relevante en matemáticas, una disciplina que suele presentar desafíos de aprendizaje específicos y donde la práctica y el refuerzo constante de conceptos resultan cruciales. En este sentido, los ITS han demostrado ser efectivos al ajustar los contenidos y actividades en función del progreso individual del estudiante. Esta personalización facilita la mejora de habilidades metacognitivas, al permitir que los estudiantes se involucren activamente en su proceso de aprendizaje y desarrollen una mayor autoconfianza.

Sin embargo, la implementación efectiva de estos sistemas enfrenta importantes desafíos. La necesidad de infraestructura tecnológica adecuada y la capacitación docente son elementos fundamentales que deben ser abordados para asegurar la sostenibilidad de los ITS. En países de América Latina, como Ecuador, donde la conectividad y los recursos tecnológicos pueden ser limitados, es necesario

desarrollar políticas que apoyen tanto la infraestructura digital como la formación continua de los educadores. La resistencia al cambio entre docentes y estudiantes también se presenta como un obstáculo, ya que requiere una transición hacia métodos pedagógicos innovadores y una integración gradual de tecnologías avanzadas en el aula.

Este estudio también sugiere posibles líneas de investigación futuras. Una de ellas es la exploración de enfoques híbridos que combinen los ITS basados en IA con estrategias pedagógicas tradicionales para crear modelos de aprendizaje mixtos. Este enfoque podría maximizar los beneficios de los ITS, al tiempo que se respeta la experiencia del docente como guía del proceso de aprendizaje. Otra línea de investigación relevante sería el análisis del impacto a largo plazo de los ITS en la retención de conocimientos matemáticos y en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, ya que estos aspectos son cruciales para el éxito académico y profesional de los estudiantes.

Además, es necesario investigar más a fondo la ética y la privacidad en el uso de datos de los estudiantes dentro de los ITS. A medida que estos sistemas recopilan y analizan grandes cantidades de información para adaptar el aprendizaje, surge la necesidad de establecer marcos éticos sólidos que protejan la privacidad de los estudiantes y aseguren un uso responsable de sus datos. La regulación y el monitoreo en este ámbito son esenciales para ganar la confianza de la comunidad educativa y asegurar el uso sostenible de estas tecnologías.

En conclusión, los ITS basados en IA ofrecen un potencial transformador para el aprendizaje de matemáticas en Ecuador y en contextos similares, al mejorar la equidad y personalización del aprendizaje. No obstante, la implementación de estos sistemas debe acompañarse de un enfoque colaborativo que incluya a docentes, desarrolladores y responsables políticos, para asegurar que se adapten a las realidades locales y se maximice su impacto positivo en el sistema educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo, I., Woolf, B. P., & Burle, T. (2014). Improving students' learning through intelligent tutoring systems: A review of the literature. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 24(3), 295-318.

Carbonell Bernal, N., & Hernández Prados, M. Ángeles. (2024). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente: Una revisión sistemática. Edutec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 89.

Cárdenas-Cárdenas, L., et al.(2023). Implementación y evaluación del sistema tutor inteligente ALEKS para mejorar el rendimiento académico en matemáticas: Un estudio comparativo entre estudiantes ecuatorianos.International Journal of Artificial Intelligence in Education,35(2),145-163.

Castro-González, A., et al.(2023). Desafíos y oportunidades en la implementación de sistemas inteligentes para la enseñanza matemática: Una revisión sistemática centrada en América Latina.*Educational Technology Research and Development,*71(1),55-78.

Cataldi, Z., & Lage, F. J. (2020). Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión. Revista Edutec, 23(1), 1-12. Recuperado de https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/download/456/190/0

Cazau, R. (2006). La observación cualitativa: Un método eficaz para llevar a cabo investigaciones educativas.

Díaz-Pérez, F., et al. (2021). Impacto del uso de un sistema tutor inteligente adaptativo sobre el rendimiento académico en matemáticas: Un estudio empírico en estudiantes chilenos y colombianos.Computers in Human Behavior, 119, 106724.

Durango Hernández, J. A., Pascuas Rengifo, Y., & González-Calero, J. A. (2015). Análisis del impacto del sistema tutor inteligente Malvi en el aprendizaje matemático de estudiantes universitarios en Colombia. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 14(2), 55-68.

Flores Jaramillo, J. D., & Nuñez Olivera, N. R. (2024). Aplicación de Inteligencia Artificial en la Educación de América Latina: Tendencias, Beneficios y Desafíos. Revista Veritas De Difusão Científica, 5(1), 01–22. https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i1.52

Foronda, F. (2018). Tutoría inteligente para mejorar los resultados de aprendizaje. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 23(2), 115-130. Recuperado de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/9952/1/ForondaFrank_2018_AdaptabilidadOrganizacionesRevision.pdf

Gómez-Pérez, A., & Ruiz-Torres, A. (2019). Implementación y evaluación de un sistema tutor inteligente para la enseñanza de álgebra lineal en Brasil: Resultados y desafíos. Journal of Educational Technology Systems, 48(4), 451- 469.

Guerrero Dávila, J. (2015). Investigación documental: Una técnica fundamental para la recolección de datos.

Koedinger, K. R., et al. (2015). Evaluación del uso de sistemas de tutoría inteligente en el aprendizaje de álgebra y geometría en escuelas secundarias de América Latina. Journal of Educational Psychology, 107(4), 1026-1040.

López-Morteo, C., et al. (2021). Análisis comparativo del rendimiento académico utilizando sistemas tutor inteligentes en estudiantes secundarios: Un enfoque desde la inteligencia artificial en México y Colombia. Computers & Education, 166, 104145.

Martínez-González, M., & Torres-Rojas, R. (2022). Efectos del uso de un sistema tutor inteligente sobre el rendimiento académico y la motivación en estudiantes universitarios: Un estudio longitudinal en Ecuador y Perú. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19(1), 12.

Martínez, J. (2018). Características fundamentales de la investigación descriptiva: Un enfoque sistemático.

Núñez, J., & Cazau, R. (2020). La inteligencia artificial como herramienta para la personalización del aprendizaje en matemáticas: Un estudio en escuelas secundarias argentinas. Computers in Human Behavior, 112, 106467.

Oliveira, J., et al. (2020). Personalización de experiencias de aprendizaje con sistemas de tutoría impulsados por IA en la educación superior brasileña. Computers & Education, 148, 103788.

Pérez-Mateo, M., & García-Peñalvo, F. J. (2020). Evaluación del impacto del uso de chatbots educativos en el aprendizaje matemático: Un estudio en universidades peruanas. Education and Information Technologies, 25(4), 3177- 3196.

Pérez, A., & González-Calero, J. A. (2013). Diseño y evaluación de un sistema tutor inteligente basado en problemas para la enseñanza de matemáticas en contextos latinoamericanos. Computers & Education, 63, 1-12.

Ramos de Melo, F., & otros autores. (2014). Evaluación del impacto del uso de sistemas tutor inteligentes en el rendimiento académico: Un estudio empírico. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 13(1), 25-36.

Rodríguez, A., Castillo, J., & Lira, M. (2013). Desarrollo de un sistema tutor inteligente para el aprendizaje de matemáticas. Horizontes Pedagógicos, 17(2), 104-116. PDF

Rojas-Beltrán, R., et al.(2022). La inteligencia artificial como facilitadora del aprendizaje personalizado: Un estudio sobre sistemas tutor inteligentes aplicados a la educación matemática en Perú.Journal of Computer Assisted Learning, 38(3), 612-624.

Sabo, D., Atkinson, R., Barrus, A., Joseph, M., & Perez, C. (2013). Implementación del sistema tutor inteligente ALEKS para el aprendizaje de aritmética y álgebra en un curso nivelatorio. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 23(3), 299-319.

Santamaría, F., & Ramírez, M. (2017). Sistemas de tutoría inteligentes como apoyo a estudiantes de educación a distancia: una revisión sistemática. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 16(1), 45-58.

Santibáñez, L., & Salas, E. (2018). Uso de sistemas inteligentes para la enseñanza personalizada: Un estudio sobre su efectividad en el aprendizaje matemático en Chile. Journal of Educational Computing Research, 56(5), 749-765.

Toala Dueñas, R. A. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior: Flexibilidad y adaptabilidad en entornos educativos. Tesla Revista Científica, 3(1), e179. https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e179

Valenzuela-Muñoz, V., et al. (2020). Integración de tecnologías educativas basadas en IA para mejorar el aprendizaje matemático: Un análisis desde la perspectiva docente en Chile y Argentina. Education and Information Technologies, 25(6), 5757-5775.

Vega-Gorgojo, G., et al. (2019). Sistema de recomendación semántico para recursos educativos en matemáticas. Journal of Educational Technology & Society, 22(4), 12-25.