

ORIGINAL

Smart Tutors: improving the quality of higher education through AI

Tutores Inteligentes: mejora de la calidad de la educación superior a partir de la IA

Dalía Rodríguez Cairo¹  , Yisel Ramírez Echavarría²  

¹Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Villa Clara, Cuba.

²Escuela Provincial Pedagógica Nicolás Guillén Batista. Camagüey, Cuba.

Citar como: Rodríguez Cairo D, Ramírez Echavarría Y. Smart Tutors: improving the quality of higher education through AI. LatIA. 2023; 1:8. <https://doi.org/10.62486/latia20238>

Enviado: 23-08-2023

Revisado: 08-10-2023

Aceptado: 14-12-2023

Publicado: 15-12-2023

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

ABSTRACT

Intelligent Tutoring Systems (ITS) are revolutionizing higher education through artificial intelligence (AI), offering personalized and adaptive learning experiences. In this sense, the study aimed to analyze the impact of ITS on the quality of higher education based on AI. For this purpose, a bibliographic review was carried out that explored the main trends around the current topic. Among the findings, it was recognized that ITS use advanced algorithms, such as data mining and Bayesian networks, which allow educational content to be dynamically adjusted to meet the individual needs of students, improving learning effectiveness and keeping students more engaged and motivated. This integration was shown to significantly improve knowledge retention and reduce dropout rates through real-time, personalized interventions. In addition, a focus on the sustainability and scalability of these systems was evident, integrating sustainable design principles. These developments made it possible to ensure that intelligent tutors can be widely implemented in various educational institutions without losing their effectiveness, thus improving the quality of higher education in a sustainable and expansive manner.

Keywords: Smart Tutors; Artificial Intelligence; Personalization Of Learning; Sustainability; Higher Education.

RESUMEN

Los tutores inteligentes (*Intelligent Tutoring Systems*, ITS) están revolucionando la educación superior mediante la inteligencia artificial (IA), ofreciendo experiencias de aprendizaje personalizadas y adaptativas. En este sentido el estudio tuvo como objetivo analizar el impacto los ITS en la calidad de la educación superior a partir de la IA. Para ello se realizó una revisión bibliográfica que exploró las principales tendencias en torno al tema actual. Entre los hallazgos se reconoció que los ITS utilizan algoritmos avanzados, como minería de datos y redes bayesianas, que permiten ajustar dinámicamente el contenido educativo para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando la eficacia del aprendizaje y manteniendo a los estudiantes más comprometidos y motivados. Esta integración demostró mejorar significativamente la retención de conocimientos y reducir las tasas de deserción escolar mediante intervenciones personalizadas en tiempo real. Además, se evidenció un enfoque hacia la sostenibilidad y escalabilidad de estos sistemas, integrando principios de diseño sostenible. Estos desarrollos permitieron asegurar que los tutores inteligentes puedan ser implementados ampliamente en diversas instituciones educativas sin perder su efectividad, mejorando así la calidad de la educación superior de manera sostenible y expansiva.

Palabras clave: Tutores Inteligentes; Inteligencia Artificial; Personalización del Aprendizaje; Sostenibilidad; Educación Superior.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado numerosos campos de la ciencia y la educación superior no es la excepción. En la actualidad la educación superior enfrenta diversos desafíos, entre ellos la creciente demanda de una población estudiantil cada vez más diversa, con diferentes necesidades, intereses y estilos de aprendizaje. Sumado a ello, la rápida evolución de la tecnología y los cambios en el mercado laboral exigen que los programas educativos se adapten constantemente para garantizar que los graduados adquieran las competencias indispensables para desenvolverse con éxito.^(1,2,3,4,5,6)

Con la finalidad de reducir los desafíos que enfrenta la educación superior, emergen los entornos de aprendizaje inteligente que se caracterizan por la integración de recursos de aprendizaje utilizando tecnologías inteligentes y móviles para proporcionar experiencias de aprendizaje personalizadas e inclusivas en la interrelación de dichos procesos.^(7,8,9,10,11)

Cabe destacar que la implementación de la IA en el ámbito educativo requiere una planificación rigurosa y una formación adecuada tanto para docentes como para estudiantes. Las instituciones académicas deben garantizar que la IA se utilice de manera ética y responsable. Bajo esta premisa se han incrementado las orientaciones respecto al uso y fin de las aplicaciones de IA, sin dejar de lado la búsqueda del desarrollo de la inteligencia humana como factor esencial en el uso de esta nueva tecnología.^(12,13,14,15,16)

En este escenario, los tutores inteligentes (*Intelligent Tutoring Systems*, ITS) se presentan como una innovación clave para mejorar la calidad y accesibilidad de la educación. Estos sistemas utilizan algoritmos avanzados de IA para ofrecer apoyo educativo personalizado, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes a la vez que propicia la retroalimentación en tiempo real.^(17,18,19,20)

Los sistemas tutores inteligentes (ITS) son aplicaciones informáticas diseñadas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje como una colaboración entre el tutor virtual y el estudiante. Su objetivo es impartir y ayudar a aprender conceptos específicos de manera efectiva. El diseño y desarrollo de estos sistemas se fundamenta en los principios de la psicología cognitiva, la investigación educativa y las ciencias de la computación.⁽¹⁸⁾

La enseñanza asistida por computadora a través de sistemas tutores inteligentes (ITS) tiene sus orígenes en la década de 1960, cuando comenzaron a ser investigados y desarrollados en centros académicos y universidades. Sin embargo, no fue hasta la aparición de las microcomputadoras que estos sistemas cobraron mayor relevancia e implementación.^(20,21)

Inicialmente, estos sistemas se enfocaban en proporcionar tutorías básicas y seguimiento del progreso del estudiante. Con el avance de la tecnología y el desarrollo de algoritmos más sofisticados, los ITS han mejorado en su capacidad de personalización y adaptabilidad. En su esencia se encuentra la implementación de técnicas de minería de datos y redes bayesianas que facilita el análisis de estos sistemas en grandes volúmenes de datos educativos, identificando patrones y ajustando dinámicamente el contenido educativo para satisfacer las necesidades específicas de cada estudiante.^(22,23)

Además, la integración de los ITS en entornos educativos reales ha demostrado ser un paso crucial. En este sentido su aplicación en aulas y programas educativos auténticos, ha generado evaluaciones precisas con un ajuste sistemático basado en el *feedback* directo de estudiantes y educadores. Esta capacidad de adaptarse a contextos reales constituyen un paso trascendental para su aceptación y éxito en la educación superior.^(12,13)

Un aspecto relevante de la implementación de los sistemas tutores inteligentes (ITS) en la educación superior es su capacidad para abordar problemas inherentes al proceso de enseñanza-aprendizaje, cuya incapacidad para ser resueltos ha llevado a los estudiantes a experimentar diversas respuestas emocionales negativas, como frustración, desmotivación, falta de realización personal e incluso estrés académico. Bajo esta perspectiva los ITS, al ofrecer una enseñanza adaptada a las necesidades de cada estudiante, tienen el potencial de mitigar estos problemas y alcanzar mejores resultados, lo que redundaría en una mayor satisfacción y bienestar académico.^(19,24,25,26)

Adicionalmente, la sostenibilidad y escalabilidad de los asistentes de aprendizaje inteligentes se han destacado como áreas de estudio primordiales. Estos avances procuran no solo optimizar el empleo de recursos computacionales, sino también asegurar que los sistemas puedan ser implementados en diversos entornos sin menoscabar su aptitud para mejorar los resultados académicos.^(27,28)

De esta forma los tutores inteligentes se convierten en una herramienta significativa en la aplicación de la IA en la educación superior; integrarse de manera efectiva en contextos educativos reales para transformar la experiencia de aprendizaje y mejorar la calidad educativa de manera sostenible. Por lo que el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de los sistemas de tutores inteligentes en la calidad de la educación superior a partir de la IA.

MÉTODOS

Para el desarrollo del presente artículo de revisión bibliográfica, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de la literatura científica relevante. Este se fundamenta en el enfoque cualitativo en un enfoque cualitativo con

un alcance descriptivo.^(29,30)

La estrategia de búsqueda utilizada incluyó la revisión de bases de datos electrónicas como Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando las siguientes categorías combinadas entre ellas: sistemas de tutores inteligentes, educación superior, inteligencia artificial, sostenibilidad y personalización del aprendizaje. Los criterios de selección estuvieron centrados en la relevancia, actualidad y pertinencia del tema (tabla 1).

Criterio	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículos de revistas científicas	Libros, tesis, conferencias
Tema	Estudios que aborden el uso de los sistemas de tutores inteligentes en la educación superior	Estudios que se centren en otros niveles educativos
Fecha de publicación	Artículos publicados entre 2018 y 2024	Artículos publicados antes de 2018
Idioma	Artículos publicados en español o inglés	Artículos en otro idioma
Relevancia	Estudios que aporten información relevante asociado al tema	Estudios con insuficiente información o que carezcan de rigor científico.

Inicialmente, se realizó una exhaustiva revisión de los títulos y resúmenes de los artículos identificados en la búsqueda bibliográfica. Posteriormente, se efectuó una lectura detallada de los mismos, lo que permitió determinar su pertinencia y calidad.

De esta manera, se extrajo la información relevante de los artículos seleccionados, como los objetivos del estudio, el contexto de la investigación, las metodologías empleadas, los hallazgos principales y las conclusiones derivadas. Esta información se organizó y procesó para conformar un análisis temático integral de los hallazgos identificados.

Finalmente, se sintetizaron los hallazgos a fin de proporcionar una visión global de cómo los sistemas tutores inteligentes están mejorando la calidad de la educación superior. Entre las principales tendencias identificadas se destacan: la Personalización y Adaptabilidad del Aprendizaje, la Integración de la Inteligencia Artificial en el Contexto Educativo Real, y la Sostenibilidad y Escalabilidad de los ITS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Personalización y Adaptabilidad del Aprendizaje

Los sistemas de tutoría inteligente están diseñados para ofrecer experiencias de aprendizaje sumamente personalizadas y adaptativas, mediante el aprovechamiento de las capacidades de la inteligencia artificial. Estos sistemas utilizan algoritmos avanzados que les permiten ajustar dinámicamente el contenido y las actividades de aprendizaje en función de los datos recopilados en tiempo real sobre las necesidades y el desempeño específico de cada estudiante.^(18,29)

La personalización conlleva que cada estudiante sea evaluado y enseñado de manera individual. Para ello, se puede emplear un sistema basado en IA que permita evaluar el nivel del alumno y determinar los contenidos más apropiados. Existen diversos métodos para entregar contenido personalizado, siendo el aprendizaje adaptativo y el aprendizaje adaptable los más extendidos.⁽²⁹⁾

Los métodos de aprendizaje adaptativo y aprendizaje adaptable se refieren a enfoques educativos que se adaptan dinámicamente a las necesidades y habilidades individuales de los estudiantes. Varios estudios coinciden en que estos enfoques comparten las siguientes características.^(30,31,32,33,34)

Un aspecto clave implicado en la adaptabilidad del aprendizaje garantizado por estos sistemas, es la aplicación de técnicas de minería de datos y redes bayesianas para identificar patrones en el comportamiento de los estudiantes. La minería de datos consiste en extraer conocimientos relevantes a partir de grandes volúmenes de información almacenada en diversas fuentes, como bases de datos, almacenes de datos u otros repositorios de datos.^(35, 36) En función de ello permite a los tutores inteligentes analizar grandes volúmenes de datos educativos, como las respuestas a las tareas, los tiempos de respuesta y las interacciones en el aula virtual, para detectar tendencias y prever dificultades.^(18,23,37,38,39)

Las redes bayesianas, por su parte, se utilizan para modelar la probabilidad de ciertos resultados educativos basándose en el rendimiento previo del estudiante y otras variables contextuales. Esto es posible gracias que permiten codificar en la estructura de su modelo, creencias previas sobre dependencias condicionales entre variables.^(22,40) Este enfoque probabilístico ayuda a los tutores inteligentes a personalizar las recomendaciones y los recursos educativos de manera precisa y efectiva.^(18,37,41)

Aprendizaje adaptativo	Aprendizaje adaptable
Se refiere a enfoques educativos que utilizan tecnologías avanzadas como inteligencia artificial y análisis de datos para ajustar dinámicamente el contenido, las actividades y las estrategias de enseñanza.	Se refiere a la capacidad del estudiante para adaptar y regular su propio proceso de aprendizaje. Implica que el alumno tenga un papel activo en la toma de decisiones sobre sus estrategias, recursos y ritmos de aprendizaje.
Se basa en la recopilación y el análisis de información del desempeño del estudiante en tiempo real. Permite personalizar la experiencia de aprendizaje para satisfacer las necesidades únicas de cada alumno.	Requiere que el estudiante desarrolle habilidades metacognitivas como la automonitorización y la autoevaluación.
Los sistemas de aprendizaje adaptativo pueden ajustar automáticamente la dificultad, el ritmo y la secuenciación de los materiales.	Permite que el alumno ajuste sus enfoques de aprendizaje en función de sus fortalezas, debilidades y preferencias individuales.
El objetivo es optimizar el proceso de aprendizaje y maximizar el éxito de cada estudiante.	Fomenta la autonomía y la autorregulación del aprendizaje por parte del estudiante.

Además, los tutores inteligentes incorporan técnicas de aprendizaje automático (machine learning) que les permiten mejorar continuamente sus recomendaciones.^(42,43) A medida que interactúan con más estudiantes, estos sistemas refinan sus algoritmos, lo que resulta en una personalización aún más precisa.⁽⁴⁴⁾ Por ejemplo, pueden identificar qué métodos de enseñanza son más efectivos para ciertos perfiles de estudiantes y ajustar el enfoque en consecuencia. Este nivel de adaptabilidad no solo mejora la eficacia del aprendizaje, sino que también mantiene a los estudiantes más comprometidos y motivados.^(13, 18)

De esta forma, los sistemas de tutores inteligentes representan una innovadora solución tecnológica capaz de optimizar significativamente los resultados educativos, al tiempo que fomentan un mayor compromiso y motivación por parte de los alumnos.

Integración de IA en el Contexto Educativo Real

La implementación de sistemas de tutores inteligentes (ITS) en contextos educativos reales ha experimentado un crecimiento significativo, con múltiples oportunidades para transformar la educación. Actualmente, se observa su integración en aulas y programas educativos, permitiendo una evaluación más precisa de su efectividad en condiciones auténticas, más allá de los entornos controlados o laboratorios.⁽¹⁸⁾

Indicador	Tutoría en Línea Sincrónica	Tutoría en Línea Asincrónica
Interacción	Interacción en tiempo real entre tutor y estudiante.	Interacción diferida, sin coincidir simultáneamente.
Flexibilidad de Horarios	Menos flexible, requiere que tutor y estudiante acuerden un horario.	Más flexible, el estudiante accede cuando lo desee.
Retroalimentación	Retroalimentación inmediata y personalizada.	Retroalimentación puede ser más lenta y genérica.
Colaboración	Más fácil y dinámica, permite el trabajo en grupo.	Más desafiante, requiere una mejor organización.
Disponibilidad del Tutor	Limitada al horario acordado.	Amplia, el estudiante puede acceder cuando lo necesite.
Tecnología Requerida	Videoconferencia, pizarra digital, etc.	Foros, correo electrónico, recursos en línea.
Eficiencia	Permite una interacción más intensiva y detallada.	Permite una mayor independencia y autonomía del estudiante.
Apropiada para	Temas que requieren explicación detallada por parte del tutor.	Temas de revisión, práctica y autoaprendizaje.

Durante las últimas dos décadas, se ha descubierto que la eficacia docente de estos ITS es casi paralela a la de los profesores de la vida real, con la diferencia clave de que las soluciones proporcionadas por los ITS se generan en tiempo real a partir de las aportaciones de los estudiantes, en lugar de estar predefinidas como es el caso de la Interacción asistida por computadora.⁽¹⁸⁾ Esta integración en contextos reales es fundamental para ajustar y optimizar las funciones de los ITS, basándose en el *feedback* directo de estudiantes y educadores, lo

que garantiza que los sistemas sean verdaderamente útiles y adaptativos.

La tutoría en línea puede darse en dos modalidades o en su combinación. En la modalidad sincrónica (tiempo real), un tutor designado por el docente de la asignatura previo al inicio del curso, establece las posibles dudas y aclaraciones que debe estar listo para responder en un horario predeterminado. Tanto las consultas como las respuestas serán supervisadas por el docente, quien emitirá observaciones durante sus clases cuando considere necesario reforzar un tema. Para esto se pueden usar medios como chats, videoconferencias o llamadas de voz con un docente real contratado para estas funciones. Por el contrario de manera asincrónica, se establecerán recursos y tiempos que puede usar el estudiante cuando no pudo alcanzar una clase o quiso aclaración de algún tema, pero no lo pudo hacer en tiempo real. La diferencia está en que la respuesta ya no será ni presencial ni al mismo tiempo que está conectado el docente por alguna vía digital. ^(12,45,46)

A partir de la tabla previamente representada es posible concluir que la modalidad sincrónica presenta mayores posibilidades y efectividad en los resultados cognitivos frente a la asincrónica, lo cual resulta similar en estudios anteriores. ^(47,48,49) Asimismo, investigaciones basadas en el contexto pandémico de la COVID-19 reflejan resultados similares donde se asocian los entornos sincrónicos de aprendizaje virtual con un mayor apoyo a las necesidades psicológicas básicas y la satisfacción general de los estudiantes en comparación con los entornos asincrónicos. ^(50,51)

La investigación ha demostrado que los ITS pueden mejorar notablemente la retención de conocimientos y reducir las tasas de deserción escolar mediante intervenciones personalizadas basadas en datos reales. Estos sistemas utilizan análisis de datos en tiempo real para identificar patrones de comportamiento y rendimiento de los estudiantes. Por ejemplo, si un estudiante muestra signos de lucha con un tema particular, el ITS puede proporcionar recursos adicionales o cambiar la estrategia de enseñanza para facilitar la comprensión. ^(1,7,52)

En esta misma línea numerosos estudios refieren hallazgos respecto a la relación entre el aprendizaje autorregulado y los entornos de aprendizaje inteligentes entre ellos los ITS. La capacidad del estudiante para gestionar su proceso de aprendizaje desarrolla el pensamiento, la metacognición y con ella las estrategias de aprendizaje indispensables para el éxito académico. Es por ello que se considera a los ITS como una herramienta que respalda y fortalece el aprendizaje autorregulado. ^(7,37,52,53,55)

Hasta aquí, la implementación de sistemas de tutores inteligentes en contextos educativos reales ha mostrado ser altamente beneficiosa. Como se ha reflejado los ITS no solo apoyan a los estudiantes proporcionando intervenciones personalizadas y retroalimentación inmediata, sino que también ayudan a los educadores a optimizar sus estrategias de enseñanza para lograr mejores resultados educativos.

Sostenibilidad y Escalabilidad

Una tendencia emergente en el ámbito de los tutores inteligentes es el enfoque en la sostenibilidad y escalabilidad de estos sistemas. Las investigaciones actuales se dedican a explorar cómo mantener la eficacia de los tutores inteligentes a gran escala y a largo plazo, lo que es crucial para su implementación generalizada en diversas instituciones educativas. ^(13, 34,56,57)

Para lograr esto, se integran principios de diseño sostenible en el desarrollo de los tutores inteligentes. Esto incluye el uso eficiente de recursos computacionales con el propósito de reducir los costos operativos y minimizar el impacto ambiental. Por ejemplo, el uso de algoritmos optimizados que requieren menos potencia de procesamiento y memoria contribuye significativamente a la sostenibilidad del sistema. ^(37,58,59)

Asimismo, la capacidad de adaptarse a diferentes contextos educativos es otro aspecto crucial para la escalabilidad de los tutores inteligentes. Estos sistemas deben ser lo suficientemente flexibles para funcionar en una variedad de entornos educativos, desde grandes universidades hasta pequeñas instituciones comunitarias. Esto implica no solo la capacidad de personalizar el contenido educativo según las necesidades locales, sino también la habilidad de integrarse con las infraestructuras tecnológicas existentes de cada institución. ^(27,60,61)

De este modo, la eficiente gestión de los recursos tecnológicos junto a la capacidad de adaptación a distintos entornos de aprendizaje, aseguran que los ITS puedan consolidar su impacto a largo plazo y garantizar una implementación exitosa a gran nivel.

CONCLUSIONES

Los sistemas tutores inteligentes (ITS) representan una innovación clave en la aplicación de la inteligencia artificial a la educación superior. Estos sistemas han evolucionado de proporcionar tutorías básicas a ofrecer experiencias de aprendizaje cada vez más personalizadas y adaptativas. Técnicas avanzadas como minería de datos y redes bayesianas han permitido a los ITS analizar grandes volúmenes de datos educativos, identificar patrones relevantes y ajustar dinámicamente el contenido para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando la retención de conocimientos y reduciendo la deserción escolar.

La integración de los ITS en entornos educativos reales ha posibilitado su evaluación rigurosa y ajuste continuo, facilitando su aceptación y éxito. Además, la investigación se ha enfocado en asegurar la sostenibilidad y escalabilidad de los ITS, mediante el desarrollo de marcos estandarizados para su implementación efectiva en

diversas instituciones. Teniendo en cuenta ello es posible afirmar que los sistemas tutores inteligentes se han posicionado como una solución prometedora para abordar los desafíos de la educación superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro R. Blended learning in higher education: Trends and capabilities. *Education and Information Technologies*. 2019; 24:2523-46. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09886-3>
2. Muñoz Lira MS, Bruna Gaete JA. Procesos Evaluativos y Pruebas Estandarizadas. ¿Son compatibles si buscamos la calidad en la educación? *Región Científica*. 2024; 3(1):2024204. <https://doi.org/10.58763/rc2024204>
3. Gómez Miranda OM. Factores institucionales que impactan en la actividad emprendedora de los estudiantes universitarios. *Región Científica*. 2023; 2(1):202327. <https://doi.org/10.58763/rc202327>
4. Ripoll-Rivaldo M. El emprendimiento social universitario como estrategia de desarrollo en personas, comunidades y territorios. *Región Científica*. 2023; 2(2):202379. <https://doi.org/10.58763/rc202379>
5. Valencia-Celis AU, Patiño GR, Sánchez-Castillo V. Environmental Knowledge Management Proposals in Education Systems. *Bibliotecas Anales de investigación*. 2023; 19(2). <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9027955>
6. Monzón-Pinglo LA, Davila-Cisneros JD, Rodríguez-Torres E, Pérez-Gamboa AJ. La resiliencia en el contexto universitario, un estudio mixto exploratorio. *Pensamiento Americano*. 2023; 16(31):1-15. <https://doi.org/10.21803/penamer.16.31.636>
7. Gambo Y, Shakir MZ. Review on self-regulated learning in smart learning environment. *Smart Learning Environments*. 2021;8(1):12. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00157-8>
8. Quintero Rivera JJ. Innovación académica para el fortalecimiento de los programas de Contaduría Pública en Colombia. *Región Científica*. 2024;3(1):2024211. <https://doi.org/10.58763/rc2024211>
9. Cardeño-Portela N, Cardeño-Portela EJ, Bonilla-Blanchar E. Las TIC y la transformación académica en las universidades. *Región Científica*. 2023;2(2):202370. <https://doi.org/10.58763/rc202370>
10. Pérez Gamboa AJ. La orientación educativa universitaria en Cuba: situación actual en la formación no pedagógica. *Conrado*. 2022;18(89):75-86. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442022000600075&script=sci_arttext&tlng=en
11. Ibáñez Martínez R, Alonso Larza L. Orientación universitaria tras la pandemia: un modelo competencial de atención al estudiante. *HUMAN REVIEW International Humanities Review/Revista Internacional de Humanidades*. 2022;11(Monográfico):1-11. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4056>
12. Salmerón Moreira YM, Luna Alvarez HE, Murillo Encarnacion WG, Pacheco Gómez VA. El futuro de la Inteligencia Artificial para la educación en las instituciones de Educación Superior. *Conrado*. 2023;19:27-34. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442023000400027&script=sci_arttext&tlng=pt
13. García Caicedo SS, Reyes Vélez NP, Solórzano Zambrano AA, Quiñonez Godoy NA, Vega Macias JR. Análisis al uso de herramientas de inteligencia artificial para la personalización del aprendizaje en la Educación Superior: Analysis of the use of Artificial Intelligence tools for the personalization of learning in higher education. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*. 2024;5(1):573-98 <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.214>
14. Gama Espinosa JC, Leiva Sánchez LM, Fajardo Pereira MA. Benefits of Artificial Intelligence in human talent management. *AG Multidisciplinar*. 2023;1:14. <https://doi.org/10.62486/agmu202314>
15. Zapata Muriel FA, Montoya Zapata S, Montoya-Zapata D. Dilemas éticos planteados por el auge de la inteligencia artificial: una mirada desde el transhumanismo. *Región Científica*. 2024;3(1):2024225. <https://doi.org/10.58763/rc2024225>
16. Roman-Acosta D, Rodríguez-Torres E, Baquedano-Montoya MB, López-Zavala L, Pérez-Gamboa AJ.

ChatGPT y su uso para perfeccionar la escritura académica en educandos de posgrado. *Praxis Pedagógica*. 2024;24(36):53-75. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/praxis/article/view/3536>

17. Castro R. Blended learning in higher education: Trends and capabilities. *Education and Information Technologies*. 2019;24(4):2523-46. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09886-3>

18. Guo L, Wang D, Gu F, Li Y, Wang Y, Zhou R. Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: a multidisciplinary and scientometric view. *Asia Pacific Education Review*. 2021;22(3):441-61. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09697-7>

19. Yuce A, Abubakar AM, Ilkan M. Intelligent tutoring systems and learning performance. *Online Information Review*. 2019;43(4):600-16. <https://doi.org/10.1108/OIR-11-2017-0340>

20. Nwana HS. Intelligent tutoring systems: an overview. *Artificial Intelligence Review*. 1990;4(4):251-77. <https://doi.org/10.1007/BF00168958>

21. Alkhatlan A, Kalita JK. Intelligent Tutoring Systems: A Comprehensive Historical Survey with Recent Developments. *ArXiv*. 2018;abs/1812.09628. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1812.09628>

22. Hosseini S, Ivanov D. Bayesian networks for supply chain risk, resilience and ripple effect analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*. 2020;161:113649. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113649>

23. Sarra A, Fontanella L, Di Zio S. Identifying Students at Risk of Academic Failure Within the Educational Data Mining Framework. *Social Indicators Research*. 2019;146(1):41-60. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1901-8>

24. Lin H-CK, Liao Y-C, Wang H-T. Eye Movement Analysis and Usability Assessment on Affective Computing Combined with Intelligent Tutoring System. *Sustainability*. 2022;14(24):16680. <https://doi.org/10.3390/su142416680>

25. Wass R, Timmermans J, Harland T, McLean A. Annoyance and frustration: Emotional responses to being assessed in higher education. *Active Learning in Higher Education*. 2018;21(3):189-201. <https://doi.org/10.1177/1469787418762462>

26. Gómez-Cano C, Sánchez-Castillo V, Santana-González Y. Factores que inciden en la procrastinación académica de los estudiantes de educación superior en Colombia. *Universidad y Sociedad*. 2023;15(4):421-31. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202023000400421&script=sci_arttext&tln=en

27. Woo-Hyun K, Jong-Hwanm K. Individualized AI tutor based on developmental learning networks. *IEEE Access*. 2020;8:27927-37 <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972167>

28. Niederhauser DS, Howard SK, Voogt J, Agyei DD, Laferriere T, Tondeur J, et al. Sustainability and Scalability in Educational Technology Initiatives: Research-Informed Practice. *Technology, Knowledge and Learning*. 2018;23(3):507-23. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9382-z>

29. Casasempere-Satorres A, Vercher-Ferrándiz ML. Bibliographic documentary analysis. Getting the most out of the literature review in qualitative research. *New Trends in Qualitative Research*. 2020;4:247-57. <https://doi.org/10.36367/ntqr.4.2020.247-257>

30. Gómez GR, Flores JG, Jiménez EG. *Metodología de la investigación cualitativa: Aljibe*; 1996.

31. Murtaza M, Ahmed Y, Shamsi JA, Sherwani F, Usman M. AI-Based Personalized E-Learning Systems: Issues, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*. 2022;10:81323-42. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193938>

32. Martin F, Chen Y, Moore RL, Westine CD. Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies, and technologies from 2009 to 2018. *Educational Technology Research and Development*. 2020;68(4):1903-29. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09793-2>

33. Capuano N, Caballé S. Adaptive learning technologies. *Ai Magazine*. 2020;41(2):96-8
34. Cutrer WB, Atkinson HG, Friedman E, Deiorio N, Gruppen LD, Dekhtyar M, et al. Exploring the characteristics and context that allow Master Adaptive Learners to thrive. *Medical Teacher*. 2018;40(8):791-6. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1484560>
35. Plass JL, Pawar S. Toward a taxonomy of adaptivity for learning. *Journal of Research on Technology in Education*. 2020;52(3):275-300. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1719943>
36. Fontaine G, Cossette S, Maheu-Cadotte M-A, Mailhot T, Deschênes M-F, Mathieu-Dupuis G, et al. Efficacy of adaptive e-learning for health professionals and students: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(8):e025252. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025252>
37. Olufemi Ogunleye J. The Concept of Data Mining. In: Ciza T, editor. *Data Mining*. Rijeka: IntechOpen; 2021. p. Ch. 1.
38. Qiao X, Jiao H. Data Mining Techniques in Analyzing Process Data: A Didactic. *Frontiers in Psychology*. 2018;9- <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02231>
39. Mousavinasab E, Zarifsanaiy N, R. Niakan Kalhori S, Rakhshan M, Keikha L, Ghazi Saeedi M. Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive Learning Environments*. 2021;29(1):142-63. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558257>
40. Nahar K, Islam Shova B, Ria T, Binte Rashid H, Saiful Islam A. Mining educational data to predict students performance. *Education and Information Technologies*. 2021;26(5):6051-67. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10575-3>
41. Melendez-Armenta RA, Huerta-Pacheco NS, Morales-Rosales LA, Rebolledo-Mendez G. How Do Students Behave When Using A Tutoring System? Employing Data Mining to Identify Behavioral Patterns Associated to The Learning of Mathematics. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*. 2020;15(22):pp. 39-58. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i22.17075>
42. Krapu C, Stewart R, Rose A. A Review of Bayesian Networks for Spatial Data. *ACM Trans Spatial Algorithms Syst*. 2023;9(1):Article 7. <https://doi.org/10.1145/3516523>
43. Lin C-C, Huang AYQ, Lu OHT. Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments*. 2023;10(1):41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>
44. Wan S, Niu Z. A Hybrid E-Learning Recommendation Approach Based on Learners' Influence Propagation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2020;32(5):827-40. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2019.2895033>
45. Muangprathub J, Boonjing V, Chamnongthai K. Learning recommendation with formal concept analysis for intelligent tutoring system. *Heliyon*. 2020;6(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05227>
46. Zhou Y, Huang C, Hu Q, Zhu J, Tang Y. Personalized learning full-path recommendation model based on LSTM neural networks. *Information Sciences*. 2018;444:135-52. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.02.053>
47. Walsh H, Brown N, Nicholson L, King S. Innovative Hospital-Based Pediatric Virtual Learning for Nursing Students. *Nurse Educator*. 2022;47(2):E30-E3. <https://doi.org/10.1097/nne.0000000000001133>
48. Bennett JL. Student and Instructor Perceptions of Virtual Library Instruction Sessions. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*. 2022;15(4):224-35. <https://doi.org/10.1080/1533290X.2021.2005216>
49. Martin F, Sun T, Turk M, Ritzhaupt A. A Meta-Analysis on the Effects of Synchronous Online Learning on Cognitive and Affective Educational Outcomes. *The International Review of Research in Open and Distributed*

Learning. 2021;22(3):205-42. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i3.5263>

50. Wu L, You JS. Synchronous or Asynchronous Course: Business Students' Perspectives on an Optimized Modality of Online Teaching and Learning. *Journal of Marketing Education*. 2022;44(2):265-84. <https://doi.org/10.1177/02734753221093740>

51. Nguyen T, Netto CLM, Wilkins JF, Bröker P, Vargas EE, Sealfon CD, et al. Insights Into Students' Experiences and Perceptions of Remote Learning Methods: From the COVID-19 Pandemic to Best Practice for the Future. *Frontiers in Education*. 2021;6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.647986>

52. Fabriz S, Mendzheritskaya J, Stehle S. Impact of Synchronous and Asynchronous Settings of Online Teaching and Learning in Higher Education on Students' Learning Experience During COVID-19. *Frontiers in Psychology*. 2021;12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.733554>

53. Pérez-Jorge D, Rodríguez-Jiménez MdC, Ariño-Mateo E, Barragán-Medero F. The Effect of COVID-19 in University Tutoring Models. *Sustainability*. 2020;12(20):8631. <https://doi.org/10.3390/su12208631>

54. Cerezo R, Esteban M, Vallejo G, Sanchez-Santillan M, Nuñez JC. Differential Efficacy of an Intelligent Tutoring System for University Students: A Case Study with Learning Disabilities. *Sustainability*. 2020;12(21):9184. <https://doi.org/10.3390/su12219184>

55. Azevedo R, Gašević D. Analyzing Multimodal Multichannel Data about Self-Regulated Learning with Advanced Learning Technologies: Issues and Challenges. *Computers in Human Behavior*. 2019;96:207-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.025>

56. Azevedo R, Bouchet F, Duffy M, Harley J, Taub M, Trevors G, et al. Lessons Learned and Future Directions of MetaTutor: Leveraging Multichannel Data to Scaffold Self-Regulated Learning With an Intelligent Tutoring System. *Frontiers in Psychology*. 2022;13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.813632>

57. Song D, Kim D. Effects of self-regulation scaffolding on online participation and learning outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*. 2021;53(3):249-63. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1767525>

58. Paladines J, Ramirez J. A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language. *IEEE Access*. 2020;8:164246-67. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3021383>

59. Alharthi AD, Spichkova M, Hamilton M. Sustainability requirements for eLearning systems: a systematic literature review and analysis. *Requirements Engineering*. 2019;24(4):523-43. <https://doi.org/10.1007/s00766-018-0299-9>

60. Castro-Schez JJ, Glez-Morcillo C, Albusac J, Vallejo D. An intelligent tutoring system for supporting active learning: A case study on predictive parsing learning. *Information Sciences*. 2021;544:446-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.08.079>

61. Rivers K, Koedinger KR. Data-Driven Hint Generation in Vast Solution Spaces: a Self-Improving Python Programming Tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2017;27(1):37-64. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0070-z>

62. Sarrafzadeh A, Alexander S, Dadgostar F, Fan C, Bigdeli A. "How do you know that I don't understand?" A look at the future of intelligent tutoring systems. *Computers in Human Behavior*. 2008;24(4):1342-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.07.008>

63. Chen X, Zou D, Xie H, Wang FL. Past, present, and future of smart learning: a topic-based bibliometric analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2021;18(1):2. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00239-6>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Curación de datos: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Análisis formal: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Investigación: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Metodología: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Administración del proyecto: Dalía Rodríguez Cairo.

Recursos: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Software: Dalía Rodríguez Cairo, Yisel Ramírez Echavarría.

Supervisión: Dalía Rodríguez Cairo.

Redacción - borrador original: Dalía Rodríguez Cairo.

Redacción - revisión y edición: Dalía Rodríguez Cairo.