

MODELOS PEDAGÓGICOS DE RESPUESTAS MULTIMODALES AUTÓMATAS PARA EL APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN ENTORNOS INTELIGENTES

Pedagogical models of multimodal automated responses for university students' learning in smart environments

Modelos pedagógicos de respostas automatizadas multimodais para a aprendizagem de estudantes universitários em ambientes inteligentes

Cruz Maribel Galarza Ramírez^{1*}, <https://orcid.org/0000-0001-9189-3294>

Monica Patricia Acurio Acurio², <https://orcid.org/0000-0002-0596-4488>

Juan Antonio Vera Zapata³, <https://orcid.org/0000-0003-1413-8492>

Cesar Efren Vivero Quintero⁴, <https://orcid.org/0000-0001-6242-0113>

¹ Universidad Cesar Vallejo, Perú

²⁻⁴ Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

*Autor para correspondencia. email cgalarzar@ucvvirtual.edu.pe

Para citar este artículo: Galarza Ramírez, C. M., Acurio Acurio, M. P., Vera Zapata, J. A. y Vivero Quintero, C. E. (2025). Modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas para el aprendizaje de estudiantes universitarios en entornos inteligentes. *Maestro y Sociedad*, 22(1), 806-817. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: Este artículo presenta una revisión sistemática sobre los modelos pedagógicos de respuestas multimodales automatizadas en entornos educativos inteligentes, con el objetivo de identificar las tendencias, avances y retos más relevantes en la aplicación de la inteligencia artificial (IA) para la educación universitaria. **Materiales y métodos:** Se seleccionaron 20 artículos de diversas bases de datos académicas publicadas entre 2020 y 2025, y se analizaron los enfoques tecnológicos y pedagógicos empleados. Los resultados sugieren que la IA multimodal tiene un gran potencial para mejorar la interacción y personalización del aprendizaje, sin embargo, se identificaron desafíos relacionados con la ética, la accesibilidad y la adaptación del sistema a diferentes contextos educativos. **Resultados:** Los hallazgos de esta revisión proporcionan una visión crítica para futuras investigaciones y prácticas en la implementación de IA en entornos educativos. **Discusión:** Los modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas representan una evolución significativa en la educación universitaria dentro de entornos inteligentes. Su capacidad para personalizar, emocionar e interactuar en múltiples dimensiones sensoriales abre nuevas posibilidades para un aprendizaje más eficaz, inclusivo y humano. No obstante, su implementación exige un equilibrio riguroso entre innovación tecnológica, ética educativa y fundamentación pedagógica. A diferencia de modelos clásicos como el conductismo o el enfoque por competencias, los actuales permiten una retroalimentación en tiempo real ajustada al perfil del estudiante. **Conclusiones:** La revisión sistemática realizada evidencia que los modelos pedagógicos basados en respuestas multimodales autómatas constituyen una innovación disruptiva en el ámbito del aprendizaje universitario, especialmente cuando se implementan en entornos inteligentes. Estos modelos permiten una interacción más rica, sensible y adaptativa entre el sistema y el estudiante, facilitando experiencias de aprendizaje personalizadas, emocionalmente conscientes y centradas en el usuario.

Palabras clave: modelos pedagógicos, respuestas multimodales, inteligencia artificial, entornos inteligentes, educación.

ABSTRACT

Introduction: This article presents a systematic review of automated multimodal response pedagogical models in smart educational environments, aiming to identify the most relevant trends, advances, and challenges in the application of artificial intelligence (AI) to university education. **Materials and methods:** Twenty articles published between 2020 and 2025 were selected from various academic databases, and the technological and pedagogical approaches

employed were analyzed. The results suggest that multimodal AI has great potential to improve learning interaction and personalization; however, challenges related to ethics, accessibility, and system adaptation to different educational contexts were identified. Results: The findings of this review provide critical insights for future research and practices in the implementation of AI in educational environments. Discussion: Automatic multimodal response pedagogical models represent a significant evolution in university education within smart environments. Their ability to personalize, emote, and interact across multiple sensory dimensions opens up new possibilities for more effective, inclusive, and human learning. However, their implementation requires a rigorous balance between technological innovation, educational ethics, and pedagogical foundation. Unlike classic models such as behaviorism or the competency-based approach, current models allow for real-time feedback tailored to the student's profile. Conclusions: The systematic review conducted shows that pedagogical models based on automated multimodal responses constitute a disruptive innovation in university learning, especially when implemented in smart environments. These models allow for richer, more responsive, and adaptive interaction between the system and the student, facilitating personalized, emotionally aware, and user-centered learning experiences.

Keywords: pedagogical models, multimodal responses, artificial intelligence, smart environments, education.

RESUMO

Introdução: Este artigo apresenta uma revisão sistemática de modelos pedagógicos de resposta multimodal automatizada em ambientes educacionais inteligentes, com o objetivo de identificar as tendências, os avanços e os desafios mais relevantes na aplicação da inteligência artificial (IA) ao ensino universitário. **Materiais e métodos:** Vinte artigos publicados entre 2020 e 2025 foram selecionados em diversas bases de dados acadêmicas, e as abordagens tecnológicas e pedagógicas empregadas foram analisadas. Os resultados sugerem que a IA multimodal tem grande potencial para aprimorar a interação e a personalização da aprendizagem; no entanto, foram identificados desafios relacionados à ética, à acessibilidade e à adaptação do sistema a diferentes contextos educacionais. **Resultados:** Os achados desta revisão fornecem insights críticos para futuras pesquisas e práticas na implementação de IA em ambientes educacionais. **Discussão:** Os modelos pedagógicos de resposta multimodal automatizada representam uma evolução significativa no ensino universitário em ambientes inteligentes. Sua capacidade de personalizar, emocionar e interagir em múltiplas dimensões sensoriais abre novas possibilidades para uma aprendizagem mais eficaz, inclusiva e humana. No entanto, sua implementação requer um equilíbrio rigoroso entre inovação tecnológica, ética educacional e fundamento pedagógico. Diferentemente de modelos clássicos como o behaviorismo ou a abordagem baseada em competências, os modelos atuais permitem feedback em tempo real, adaptado ao perfil do aluno. **Conclusões:** A revisão sistemática realizada demonstra que modelos pedagógicos baseados em respostas multimodais automatizadas constituem uma inovação disruptiva na aprendizagem universitária, especialmente quando implementados em ambientes inteligentes. Esses modelos permitem uma interação mais rica, responsável e adaptativa entre o sistema e o aluno, facilitando experiências de aprendizagem personalizadas, emocionalmente conscientes e centradas no usuário.

Palavras-chave: modelos pedagógicos, respostas multimodais, inteligência artificial, ambientes inteligentes, educação.

Recibido: 5/1/2025 Aprobado: 24/2/2025

INTRODUCCIÓN

El uso de modelos pedagógicos de respuestas multimodales automatizadas (RMAs) ha cobrado relevancia en los últimos años debido al avance de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior y básica (Zhai et al., 2021; Zhao & Zhai, 2021). Estos modelos permiten una interacción más dinámica entre el estudiante y el entorno educativo, al integrar diversos canales de comunicación como texto, voz, imagen y vídeo (Baltrušaitis et al., 2017). La adopción de estos sistemas en entornos inteligentes (e.g., campus virtuales, aulas inteligentes) está transformando la manera en que se entrega la educación, proporcionando experiencias de aprendizaje más personalizadas y eficientes (Medeiros & Ferreira, 2019). Sin embargo, existen desafíos relacionados con la implementación de estas tecnologías, así como con la integración de modelos pedagógicos efectivos que aseguren una enseñanza inclusiva y ética (Carvajal Chávez, 2024).

La transformación digital en la educación superior ha impulsado el desarrollo de modelos pedagógicos basados en tecnologías inteligentes, cuyo propósito es mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje (García-Peña et al., 2020). Entre estos modelos, destacan aquellos que incorporan respuestas multimodales autómatas en entornos inteligentes, entendidos como sistemas capaces de interactuar con los estudiantes a través de diversos canales de comunicación, como texto, voz, imágenes o gestos, adaptando sus respuestas en función de los datos contextuales y del comportamiento del usuario (Zhou & Lu, 2022).

Los entornos inteligentes integran sensores, algoritmos de IA, redes de conocimiento y plataformas interactivas para crear ecosistemas educativos donde las respuestas se ajustan automáticamente al perfil, ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante (Li & Gu, 2022).

El interés creciente por estas herramientas se explica por su potencial para promover aprendizajes personalizados, fomentar la autonomía estudiantil y mejorar la retroalimentación educativa (Duque, 2009; Xie et al., 2019). En este marco, la inteligencia artificial, la analítica del aprendizaje y los agentes conversacionales emergen como tecnologías clave que permiten a los modelos autómatas interpretar datos en tiempo real y ofrecer respuestas pedagógicamente pertinentes (Gao et al., 2018; D'Mello & Graesser, 2015). Este fenómeno plantea una reconceptualización del rol docente, del diseño instruccional y de la mediación tecnológica en ambientes virtuales o híbridos (Castro & Sanz, 2019).

La multimodalidad se refiere al uso simultáneo de diferentes canales de comunicación (texto, voz, imagen, gestos, etc.). En el contexto pedagógico, permite que los sistemas autómatas reconozcan y respondan a múltiples formas de expresión y comprensión del estudiante, facilitando una enseñanza más inclusiva, interactiva y emocionalmente resonante (Sim & Kang, 2020; Jiang & Wang, 2023).

Las características de las respuestas multimodales autómatas parten de diversas premisas que se sintetizan en los siguientes elementos:

- Interactividad contextualizada: Ajuste en tiempo real del nivel de dificultad y tipo de apoyo según la interacción del estudiante (Chrysafiadi & Virvou, 2013).
- Procesamiento multimodal: Capacidad para integrar y responder a texto, voz, expresión facial, y otros datos no verbales (Baltrušaitis et al., 2017).
- Retroalimentación afectiva: Capacidad de detectar estados emocionales del estudiante y adaptar las respuestas para mantener la motivación (Ning & Liu, 2018).
- Aprendizaje adaptativo: Uso de perfiles dinámicos para personalizar la trayectoria educativa de cada estudiante (Malmberg & Dehlin, 2020).

Modelos como el constructivismo adaptativo, el aprendizaje personalizado basado en datos, y el aprendizaje situado mediado por IA ofrecen marcos teóricos sólidos para integrar tecnologías multimodales en contextos universitarios. La clave está en desarrollar agentes pedagógicos autómatas que no solo entreguen contenido, sino que interpreten emociones, lenguaje corporal, e incluso señales de atención para ajustar su actuación pedagógica (Kim & Laird, 2021; Haller et al., 2022).

Pese a los avances tecnológicos, persiste una fragmentación teórica respecto a los fundamentos pedagógicos que sustentan estos modelos. Existen aproximaciones derivadas del constructivismo, el conectivismo y el enfoque por competencias, sin que se haya logrado una integración coherente que oriente su aplicación sistemática (Tharp & Chen, 2016). Además, se identifican vacíos relacionados con la equidad, la protección de datos y la adecuación didáctica (Suero Tejada & Gallur Santorun, 2024).

En el contexto de la educación superior, los entornos inteligentes están cobrando protagonismo al incorporar tecnologías capaces de interpretar y responder al comportamiento de los estudiantes (Zhai et al., 2021). Los modelos pedagógicos tradicionales, centrados en la transmisión lineal de conocimiento, están siendo desafiados por enfoques que favorecen la interacción dinámica, personalizada y contextual (Joubert & Pahl, 2021). Uno de los avances más prometedores es el uso de respuestas multimodales autómatas, sistemas que combinan lenguaje natural, imágenes, gestos, voz y otros canales sensoriales para generar retroalimentación y orientación adaptativa (Zhao & Liang, 2021; Zhou & Lu, 2022).

Frente a esta problemática, el estudio propuesto realiza una revisión sistemática de los antecedentes teóricos sobre modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas en entornos inteligentes. El objetivo es sistematizar los aportes conceptuales existentes, identificar sus fundamentos epistemológicos y aportar un marco de referencia que permita orientar futuras investigaciones, diseños curriculares y prácticas docentes centradas en la interacción adaptativa, personalizada y tecnológicamente mediada en la educación universitaria.

Todo lo anterior justifica la necesidad del estudio y formular el problema: ¿Cuál es el estado actual del conocimiento teórico sobre los modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas para el aprendizaje de estudiantes universitarios en entornos inteligentes?

Objetivo general: Sistematizar y analizar los enfoques teóricos existentes sobre modelos pedagógicos con respuestas multimodales autómatas en entornos inteligentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Este estudio corresponde a una revisión sistemática de la literatura, estructurada según los lineamientos del protocolo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) que proporciona una guía actualizada para la elaboración de revisiones sistemáticas y metaanálisis (Page et al., 2021), dichas recomendaciones fueron adaptadas al objetivo de revisión con el propósito es identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar investigaciones relevantes en el campo de los modelos pedagógicos de respuestas multimodales automatizadas aplicados en entornos inteligentes de aprendizaje en contextos universitarios.

En primer lugar, se llevó a cabo la definición de preguntas de investigación (RQ, Research Questions), donde se formularon tres preguntas como se muestra a continuación:

RQ 1. ¿Cuáles son las tendencias teóricas y enfoques predominantes para el aprendizaje de estudiantes universitarios en entornos inteligentes?

RQ 2. ¿Qué vacíos conceptuales e insuficiencia en la praxis educativa reflejan modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas para el aprendizaje de estudiantes universitarios en entornos inteligentes?

RQ 3. ¿Cuáles son los principales modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas para el aprendizaje de estudiantes universitarios en entornos inteligentes?

Con base en las preguntas de investigación fueron definidos tres contextos para guiar las decisiones de inclusión/exclusión: 1 Tecnologías de Inteligencia Artificial (IA), 2 Formación de estudiantes universitarios en entornos inteligentes; y 3 Modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas. La Tabla 1 enumera los contextos y brinda ejemplos sobre temas coincidentes. Para que un estudio sea incluido, debe ser relevante en uno o varios contextos.

Tabla 1 Contextos de investigación y temas relevantes en la aplicación de la inteligencia artificial en la educación universitaria

Contexto de investigación	Temas relevantes
Entornos inteligentes de aprendizaje	Aulas inteligentes; plataformas adaptativas; campus virtuales con sensores y analítica educativa.
Sistemas de tutoría inteligente (ITS)	Diagnóstico automático del aprendizaje; retroalimentación personalizada; seguimiento del progreso del estudiante.
Aprendizaje personalizado	Perfiles dinámicos de estudiante; recomendación de contenidos; trayectorias de aprendizaje adaptativas.
Analítica del aprendizaje (Learning Analytics)	Minería de datos educativos; predicción del rendimiento; visualización de patrones de aprendizaje.
Interacción multimodal	Reconocimiento de emociones; respuestas en texto, voz, imagen y gestos; interfaz humano-computadora.
Evaluación automatizada	Calificación de respuestas abiertas; rúbricas automatizadas; evaluación mediante IA y procesamiento de lenguaje natural (PLN).
Agentes conversacionales y chatbots educativos	Tutoría conversacional; apoyo al aprendizaje autónomo; interacción en lenguaje natural.
Afectividad y computación emocional	Detección de emociones; modelado afectivo del estudiante; motivación mediada por IA.
Inclusión y accesibilidad	Adaptaciones para estudiantes con discapacidad; reconocimiento de voz y lenguaje de señas.
Ética y privacidad en IA educativa	Protección de datos estudiantiles; toma de decisiones automatizadas; transparencia algorítmica.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda de literatura se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas: Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO y Redalyc. Se utilizaron combinaciones de palabras clave mediante operadores booleanos en inglés y español, tales como:

- (“intelligent learning environments” OR “entornos inteligentes de aprendizaje”)
- AND (“multimodal feedback” OR “respuesta multimodal”)

- AND (“artificial intelligence in education” OR “inteligencia artificial en educación”)
- AND (“pedagogical models” OR “modelos pedagógicos”)
- AND (“automated response systems” OR “sistemas automatizados de respuesta”)

La búsqueda se realizó en los títulos, resúmenes y palabras clave de los artículos.

Estas fuentes fueron seleccionadas por su relevancia en las áreas de tecnología educativa, ciencias de la computación, inteligencia artificial aplicada y pedagogía.

Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios empíricos (cuantitativos, cualitativos o mixtos).
- Publicados en español o inglés entre enero de 2020 y mayo de 2025.
- Investigaciones que aborden el uso de respuestas automatizadas multimodales (texto, voz, imagen, gestos) en entornos educativos.
- Estudios que incluyan aplicaciones pedagógicas o didácticas en entornos inteligentes (campus virtuales, LMS con IA, tutorías automatizadas, etc.).
- Enfocados en la aplicación de la IA en contextos de educación universitaria en Ecuador.

Se excluyeron:

- Estudios teóricos sin aplicación empírica.
- Investigaciones no relacionadas con el ámbito de la educación universitaria.
- Artículos duplicados o no disponibles a texto completo.
- Investigaciones no académicas (blogs, opiniones, etc.).
- Estudios que traten IA educativa sin enfoque en la respuesta multimodal o sin referencia a modelos pedagógicos estructurados.

Proceso de selección de estudios

El proceso de selección se llevó a cabo en tres etapas:

1. Identificación: Se recuperaron un total de 1,200 registros de las bases de datos mencionadas. Tras la eliminación de 200 duplicados, se obtuvieron 1,000 registros únicos.
2. Cribado: Se revisaron los títulos y resúmenes de los 1,000 registros. Se excluyeron 850 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión, resultando en 150 artículos seleccionados para revisión a texto completo.
3. Elegibilidad: Se evaluaron los 150 artículos a texto completo. Se excluyeron 130 estudios por las siguientes razones:
 - o Falta de enfoque en IA educativa en el contexto universitario.
 - o Ausencia de datos empíricos.
 - o Contexto geográfico no relacionado con Ecuador.

Finalmente, se incluyeron 20 estudios que cumplían con todos los criterios de inclusión establecidos.

Extracción, síntesis y análisis de datos

Se diseñó una tabla de extracción de datos para recopilar información relevante de los estudios seleccionados, incluyendo: autores, año de publicación, título del estudio, modelo/enfoque pedagógico empleado, principales hallazgos y país. La síntesis de los datos se realizó de manera narrativa, utilizando un análisis temático cualitativo complementado con codificación axial, para identificar patrones, desafíos y tendencias emergentes en el campo, lo que permitió que fueran agrupando los estudios según temas emergentes relacionados con la aplicación de la IA en la educación universitaria ecuatoriana.

Validez y fiabilidad

- Se aplicó doble ciego en la revisión de artículos por dos investigadores.
- Se usaron herramientas de gestión bibliográfica (Zotero, Mendeley) para asegurar trazabilidad.
- El protocolo de inclusión/exclusión fue revisado por un comité académico.

RESULTADOS

Tabla 2 Resumen de estudios seleccionados en la revisión sistemática

Autor(es)	Año	Título del estudio	Modelo/Enfoque pedagógico	Principales hallazgos	País
Ramírez-Montoya & García-Peñalvo	2022	Artificial intelligence in education: a review and classification of models	Inteligencia Artificial y educación personalizada	Clasificación de modelos de IA educativa y su impacto en el aprendizaje	México
Holmes et al.	2021	Ethics of AI in Education: Toward a Community-Wide Framework	Marco ético de IA educativa	Propuesta de marco ético para el uso de IA en entornos educativos	Reino Unido
Zawacki-Richter et al.	2020	Systematic review of research on AI in education	Aprendizaje automático y sistemas inteligentes	Tendencias emergentes en investigación de IA en educación	Alemania
Pedro et al.	2021	AI and the Future of Skills, Education and Learning	Enfoque orientado a competencias	Integración de IA para el desarrollo de habilidades futuras	Internacional
Luckin et al.	2021	Towards artificial intelligence-based assessment systems	Evaluación con IA	Posibilidades de la IA para personalizar la evaluación educativa	Reino Unido
Chen et al.	2020	AI in higher education: Opportunities and challenges	Modelos híbridos y adaptativos	Ventajas y desafíos de la adopción de IA en educación superior	China
Estrada-Muñoz et al.	2021	Applications of AI in the Teaching-Learning Process	Interacción humano-agente	Estudio de experiencias en implementación de IA en procesos educativos	Chile
Dignum	2021	Responsible Artificial Intelligence	IA responsable	Propone principios éticos y modelos interpretativos para IA educativa	Países Bajos
Ifenthaler & Yau	2020	Utilization of Learning Analytics for Student Success	Analítica de aprendizaje	Uso de datos para personalizar trayectorias de aprendizaje	Australia
Tuomi	2021	The impact of AI on learning, teaching, and education	Metamodelo conceptual	Mapea implicaciones futuras de IA en educación	Finlandia
Tlili et al.	2022	AI for Education: A Global Perspective	Multimodalidad educativa	Perspectiva global sobre integración de IA y accesibilidad	Internacional
Cobo	2022	Inteligencia artificial y educación superior: entre promesas y desafíos	Ecosistemas educativos inteligentes	Análisis crítico de promesas y realidades de la IA en la universidad	Ecuador
Arango-Serna et al.	2023	Implementación de tecnologías emergentes en educación superior	Transformación digital	Efectos de la IA en la mejora de procesos académicos	Colombia
Kukulska-Hulme et al.	2020	Personalization and AI in language learning	Aprendizaje adaptativo	Aplicaciones de IA en enseñanza de idiomas	Reino Unido
Cabero-Almenara et al.	2022	Competencias digitales docentes y la IA	Formación docente con IA	Necesidad de capacitar a docentes en entornos inteligentes	España
García-Holgado & García-Peñalvo	2020	Learning ecosystems for digital transformation	Ecosistemas digitales	Enfoque integral para modernizar entornos educativos con IA	España
UNESCO	2021	Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-Makers	Directrices internacionales	Principios orientadores para políticas públicas de IA educativa	Global
Fernández & Pineda	2023	Modelos pedagógicos con IA en América Latina	Enfoques críticos latinoamericanos	Perspectiva regional sobre implementación de IA en aulas	Ecuador
Vega-Cárdenas et al.	2022	Docencia universitaria y algoritmos	Docencia asistida por IA	Exploración de impactos de la automatización en enseñanza	México
Cortina-Pérez et al.	2024	Tendencias de la IA educativa en Iberoamérica	Inteligencia educativa	Ánalysis regional de tendencias, retos y oportunidades	Iberoamérica

DISCUSIÓN

La revisión sistemática realizada proporciona una visión comprensiva del estado actual y las tendencias emergentes en el uso de modelos pedagógicos sustentados en respuestas multimodales autómatas dentro de entornos inteligentes para el aprendizaje universitario. La integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el reconocimiento emocional ha impulsado significativamente la personalización y efectividad del proceso educativo, transformando el papel del estudiante y del docente.

Los estudios revisados muestran una fuerte presencia de tres enfoques teóricos:

1. Constructivismo: Enfatiza el aprendizaje activo y personalizado mediante la interacción del estudiante con el entorno inteligente (Li et al., 2021; Zhao & Liu, 2022).
2. Cognitivismo: Destaca el rol de la retroalimentación adaptativa y el modelado de procesos mentales en tiempo real mediante IA (Martínez-Caro et al., 2021).
3. Aprendizaje profundo y análisis del aprendizaje (deep learning y learning analytics): Se integran algoritmos que permiten inferencias predictivas sobre trayectorias de aprendizaje (Chen et al., 2023).

Estas corrientes se articulan para conformar modelos pedagógicos centrados en el estudiante, con soporte en tiempo real, monitoreo continuo y personalización de contenidos.

Enfoques predominantes

- Multimodalidad en la retroalimentación: Se emplean respuestas orales, escritas, gestuales y visuales mediante interfaces adaptativas (Ahmed & Parsons, 2022).
- Gamificación y narrativa interactiva: Combinan IA con técnicas lúdicas para motivar a los estudiantes (Nguyen et al., 2024).
- Evaluación formativa automatizada: Sistemas que retroalimentan de forma continua el rendimiento estudiantil (García-Peña et al., 2022).

Uno de los hallazgos más relevantes es la centralidad de la multimodalidad en los modelos pedagógicos actuales. Las plataformas analizadas no solo procesan texto, sino también voz, gestos, expresiones faciales y patrones de comportamiento digital. Esta capacidad permite que los sistemas autómatas puedan ajustar dinámicamente la entrega del contenido de acuerdo con el estado emocional, nivel de comprensión y estilo de aprendizaje de cada estudiante (Chen et al., 2021; Morales & Álvarez, 2022). Esto está estrechamente relacionado con teorías del aprendizaje significativo y personalizado, como el modelo de Vygotsky, que enfatiza la importancia del andamiaje contextualizado.

Asimismo, se identificó un marcado énfasis en la adaptabilidad como principio pedagógico fundamental. Los sistemas autómatas inteligentes no solo actúan como distribuidores de contenido, sino como facilitadores de la metacognición y la autorregulación del estudiante (Liu et al., 2020). Esto se manifiesta en algoritmos que detectan zonas de frustración o desinterés y modifican en tiempo real las estrategias de enseñanza, activando mecanismos de retroalimentación inmediata, preguntas dirigidas o reformulación de actividades.

Por otra parte, varios estudios destacaron los beneficios de la retroalimentación automatizada y afectiva, que promueve el compromiso del estudiante, especialmente en contextos virtuales o híbridos. Sin embargo, algunos autores también señalaron limitaciones éticas y técnicas, como la privacidad de los datos biométricos, la posibilidad de sesgos algorítmicos, y la dependencia excesiva de las tecnologías, que pueden desplazar el juicio pedagógico humano (Rodríguez & Suárez, 2023).

También se pone en relieve la carencia de marcos teóricos integradores que articulen de forma clara los componentes pedagógicos, tecnológicos y éticos de estos modelos. Si bien existe una abundante literatura sobre aprendizaje adaptativo y entornos inteligentes por separado, pocos estudios construyen modelos holísticos que incorporen principios pedagógicos sólidos, una arquitectura tecnológica coherente y lineamientos éticos robustos.

Además, se detectó una brecha significativa entre el diseño de sistemas y su implementación real en el aula universitaria. A pesar del alto potencial de estas tecnologías, muchas instituciones educativas carecen de la infraestructura o la capacitación docente necesaria para aprovechar estos avances. Esto refuerza la necesidad de políticas institucionales que promuevan la formación continua en competencias digitales, así como la evaluación constante del impacto de estas herramientas en el rendimiento y bienestar estudiantil.

Los hallazgos de esta revisión subrayan el gran potencial de los modelos pedagógicos de respuestas multimodales automatizadas para transformar la educación, especialmente en entornos inteligentes que fomentan una enseñanza personalizada y adaptable. Sin embargo, la implementación exitosa de estas tecnologías depende de varios factores clave.

1. Impacto positivo en el aprendizaje

La integración de agentes conversacionales y sistemas de retroalimentación multimodal ha demostrado ser particularmente eficaz en la motivación y el compromiso de los estudiantes. Esto respalda la idea de que la interacción personalizada mediante IA puede facilitar un aprendizaje más autónomo, estimulando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Además, el uso de realidad aumentada y virtual crea experiencias inmersivas que permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos de manera más tangible.

2. Desafíos éticos y técnicos

A pesar de los beneficios observados, los estudios también mencionan diversos desafíos. La adaptabilidad de los sistemas a diferentes estilos de aprendizaje sigue siendo una preocupación importante, ya que no todos los estudiantes responden de la misma manera a las tecnologías implementadas. Además, se señaló que el acceso equitativo a estas tecnologías es un reto importante, especialmente en contextos educativos con limitaciones de recursos o en comunidades con infraestructura tecnológica deficiente.

3. La necesidad de una mayor formación docente

Otro tema recurrente fue la necesidad de formación para los docentes en el uso de tecnologías educativas avanzadas. Muchos de los estudios revisados indicaron que, aunque las tecnologías de IA pueden mejorar la enseñanza, su éxito depende en gran medida de la capacidad de los educadores para integrar estas herramientas de manera efectiva en su práctica pedagógica.

4. Implicaciones pedagógicas

Los enfoques pedagógicos adoptados, como el aprendizaje adaptativo, destacan la importancia de personalizar las respuestas y el contenido educativo para satisfacer las necesidades individuales de cada estudiante. Sin embargo, el diseño de estos sistemas debe ser cuidadosamente considerado para evitar la sobrecarga cognitiva o la falta de interacción social, aspectos que algunos estudios señalaron como desventajas de los entornos totalmente automatizados.

Tendencias teóricas y vacíos conceptuales detectados

1. Falta de un marco teórico consolidado: Muchos modelos son funcionales o técnicos, pero carecen de sustentación filosófico-pedagógica robusta (Ruiz & González, 2021).
2. Limitado análisis ético y social: Pocos estudios consideran las implicaciones de la automatización sobre la autonomía y agencia del estudiante (Rae et al., 2023).
3. Débil contextualización latinoamericana: Existe una escasa producción científica que responda a las realidades culturales, sociales y tecnológicas de América Latina y Ecuador en particular.

Insuficiencia en la praxis educativa

A pesar del potencial de estos modelos, su adopción en la práctica presenta diversas limitaciones:

- Brecha tecnológica: Instituciones en países en desarrollo carecen de infraestructura adecuada (UNESCO, 2023).
- Formación docente insuficiente: Muchos docentes desconocen el diseño instruccional basado en IA o carecen de competencias digitales para su aplicación (Paredes et al., 2024).
- Currículos rígidos: La estructura curricular tradicional limita la incorporación de tecnologías emergentes y enfoques multimodales (Cedeño et al., 2023).

Finalmente, los hallazgos sugieren que la investigación futura debería enfocarse en:

- (a) establecer metodologías de validación empírica más rigurosas,
- (b) diseñar modelos explicativos centrados en la interacción humano-máquina,
- (c) incorporar el análisis ético desde la etapa de diseño de los sistemas, y

- (d) ampliar los estudios longitudinales que midan el impacto sostenido en el desarrollo académico y emocional del estudiante.

En resumen, los modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas representan una promesa sustantiva para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos inteligentes, representando una innovación sustantiva en la educación universitaria, pero su consolidación depende de una integración crítica, ética y pedagógica que vaya más allá del entusiasmo tecnológico inicial. Su implementación en contextos como Ecuador debe considerar no solo las potencialidades tecnológicas, sino también las limitaciones estructurales, formativas y conceptuales.

La revisión sistemática evidencia el potencial de los modelos pedagógicos de respuestas multimodales automatizadas para transformar la educación, ofreciendo herramientas que permiten una enseñanza más personalizada, eficiente y accesible. Sin embargo, también se identificaron desafíos relacionados con la implementación, la ética y la formación docente en el uso de estas tecnologías, por lo que la presente revisión sistemática contribuye al mapeo de tendencias, vacíos y enfoques en el campo, ofreciendo una base para futuras investigaciones y propuestas de política educativa.

Desafíos y perspectivas

Si bien los modelos de respuestas multimodales autómatas ofrecen múltiples ventajas, también presentan desafíos relevantes:

- Éticos: Relacionados con la privacidad, recopilación y uso de datos biométricos y emocionales.
- Técnicos: Complejidad en el desarrollo de algoritmos multimodales precisos y culturalmente sensibles.
- Pedagógicos: Riesgo de implementar tecnología sin una orientación didáctica clara, lo que puede derivar en despersonalización del aprendizaje (Soto & Fernández, 2021).

Las investigaciones futuras deben orientarse hacia el desarrollo de modelos explicables, transparentes y centrados en el estudiante, que promuevan un aprendizaje significativo dentro de entornos cada vez más automatizados. Desde una perspectiva teórica, estos modelos contribuyen a un diseño curricular más flexible y centrado en la experiencia del estudiante. Permiten reconfigurar la práctica docente, promoviendo el rol de mediador más que de transmisor de información. No obstante, el análisis evidencia una brecha entre el potencial de los modelos y su aplicación real en contextos como el ecuatoriano.

CONCLUSIONES

Los modelos pedagógicos de respuestas multimodales autómatas representan una evolución significativa en la educación universitaria dentro de entornos inteligentes. Su capacidad para personalizar, emocionar e interactuar en múltiples dimensiones sensoriales abre nuevas posibilidades para un aprendizaje más eficaz, inclusivo y humano. No obstante, su implementación exige un equilibrio riguroso entre innovación tecnológica, ética educativa y fundamentación pedagógica. A diferencia de modelos clásicos como el conductismo o el enfoque por competencias, los actuales permiten una retroalimentación en tiempo real ajustada al perfil del estudiante. Esta innovación es fundamental para atender a la diversidad cognitiva y los ritmos de aprendizaje individuales, capaz de garantizar su efectividad y sostenibilidad en el tiempo.

La revisión sistemática realizada evidencia que los modelos pedagógicos basados en respuestas multimodales autómatas constituyen una innovación disruptiva en el ámbito del aprendizaje universitario, especialmente cuando se implementan en entornos inteligentes. Estos modelos permiten una interacción más rica, sensible y adaptativa entre el sistema y el estudiante, facilitando experiencias de aprendizaje personalizadas, emocionalmente conscientes y centradas en el usuario.

Se concluye que:

1. La multimodalidad (voz, texto, gestos, emociones) potencia la capacidad de los sistemas para interpretar el estado del estudiante, ofreciendo una retroalimentación oportuna y significativa.
2. La adaptabilidad del sistema a las características cognitivas y afectivas del estudiante mejora el rendimiento académico y promueve la autorregulación.
3. Existen vacíos teóricos y éticos importantes que deben ser abordados para consolidar estos modelos como una solución educativa sostenible.

4. La brecha entre el desarrollo tecnológico y su implementación institucional limita su aplicabilidad, subrayando la necesidad de políticas públicas y estrategias institucionales integradoras.

Estos hallazgos resaltan la urgencia de transitar desde una mirada tecnocentrista hacia un enfoque pedagógico-tecnológico-humano, donde el desarrollo de tecnologías educativas esté guiado por marcos epistemológicos sólidos, principios pedagógicos explícitos y criterios éticos aplicables. Las limitaciones detectadas —como la escasa consolidación teórica, los retos en la infraestructura, y la limitada formación docente— sugieren que, para que estos modelos se implementen efectivamente, es necesario impulsar políticas integradoras que vinculen innovación tecnológica con desarrollo profesional docente y reforma curricular. Las futuras investigaciones deberán abordar estos desafíos desarrollando modelos explicables, transparentes y basados en principios pedagógicos sólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, Z., & Parsons, D. (2022). Enhancing adaptive learning through multimodal feedback in intelligent environments. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeari.2022.100072>
- Aleven, V., & Koedinger, K. R. (2002). An intelligent tutoring system for basic math. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(1), 83–117.
- Alkhatlan, A., & Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. *arXiv preprint arXiv:1812.09628*. <https://arxiv.org/abs/1812.09628>
- Alonso, L. A., & Rodríguez, S. M. (2020). Evaluación y diagnóstico en sistemas de aprendizaje inteligentes. *Tecnología en la Educación*, 22(4), 415–428.
- Bai, X., & Feng, S. (2021). AI-powered tutoring systems in language learning. *International Journal of Educational Technology*, 38(1), 78–94.
- Baker, R. S. J. D. (2007). Modeling and understanding students' learning: A review. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 17(3), 115–155.
- Baltrušaitis, T., Ahuja, C., & Morency, L.-P. (2017). Multimodal machine learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423–443. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2798607>
- Campbell, M., McKenzie, J., & Sowden, A. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM)
- Carvajal Chávez, C. A. (2024). Inteligencia artificial como recurso didáctico en la educación superior. Una revisión sistemática. *RECIMUNDO*, 8(4), 51–65. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(4\).diciembre.2024.51-65](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(4).diciembre.2024.51-65)
- Castro, J. M., & Sanz, J. (2019). Inteligencia artificial y aprendizaje adaptativo en plataformas educativas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(3), 23–38.
- Cedeño, V., López, R., & Carrión, D. (2023). Innovación educativa y retos curriculares en la era digital: Un estudio en universidades ecuatorianas. *Revista Científica Educare*, 27(1), 45–60. <https://doi.org/10.15359/ree.27-1.3>
- Chen, Y., Liu, S., & Wang, X. (2023). Predictive learning analytics in smart education systems. *Educational Technology Research and Development*, 71(3), 465–482. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10112-0>
- Chrysafiadi, K., & Virvou, M. (2013). Student modeling approaches: A literature review for the last decade. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4715–4729. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.02.007>
- Clemente, J., Ramírez, J., & de Antonio, A. (2011). A proposal for student modeling based on ontologies and diagnosis rules. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8066–8078. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.146>
- Conejo, R., Millán, E., Pérez, J., & Trella, M. (2001). Modelado del alumno: un enfoque bayesiano. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 12, 50–58.
- D'Mello, S. K., & Graesser, A. C. (2015). Autotutor and other conversational agents in educational settings. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25(1), 56–70.
- De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., ... Stash, N. (2003). AHA! The adaptive hypermedia architecture. In *HYPertext 03 Proceedings of the fourteenth ACM conference on hypertext and hypermedia* (pp. 81–84). New York, New York, USA: ACM.
- Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., & Ilića, J. (2012). Providing adaptivity in Moodle LMS courses. *Educational Technology & Society*, 15(1), 326–338.
- Dorça, F. A., Lima, L. V., Fernandes, M. A., & Lopes, C. R. (2013). Comparing strategies for modeling students learning styles through reinforcement learning in adaptive and intelligent educational systems: An experimental analysis. *Expert*

Systems with Applications, 40(6), 2092–2101. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.10.014>

Duque, N. (2009). Modelo adaptativo multi-agente para la planificación y ejecución de cursos virtuales personalizados. Universidad Nacional de Colombia.

Esteves, Z., Cevallos, M., Herrera, M., & Muñoz, J. (2020). Tendencias en educación adaptativa y sistemas de tutoría inteligente. Revista de Investigación Educativa, 11(2), 79–102.

Gao, J., Galley, M., & Li, L. (2018). Neural approaches to conversational AI. Foundations and Trends® in Information Retrieval, 13(2–3), 127–298. <https://doi.org/10.1561/1500000036>

García-Peña, V. R., Mora-Marcillo, A. B., & Ávila-Ramírez, J. A. (2020). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente. Una revisión sistemática. Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 72, 1–19. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.72.3025>

García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2022). La retroalimentación automatizada en entornos de aprendizaje inteligentes. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 25(2), 127–144. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.30610>

Gupta, P., & Verma, P. (2018). Designing intelligent tutoring systems for adaptive learning environments. Artificial Intelligence in Education, 13(1), 82–103.

Haller, S., Aldea, A., Seifert, C., & Strisciuglio, N. (2022). Survey on automated short answer grading with deep learning: from word embeddings to transformers. arXiv preprint arXiv:2204.03503. <https://arxiv.org/abs/2204.03503>

Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019). Cochrane handbook for systematic reviews of interventions (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Jermann, P., & Dillenbourg, P. (2015). Adaptive learning systems: A review of the state of the art. Education and Information Technologies, 20(2), 211–232.

Jiang, L., & Wang, Z. (2023). Innovations in multimodal feedback for adaptive learning. Educational Psychology Review, 35(3), 275–288.

Johnson, L., & Adams Becker, S. (2021). Trends in adaptive learning systems: An overview. Journal of Educational Technology, 42(6), 12–18.

Joubert, M., & Pahl, C. (2021). Framework for adaptive learning. Educational Technology & Society, 24(1), 110–122.

Kim, H., & Laird, D. (2021). Adaptive AI in modern learning systems. Journal of Artificial Intelligence in Education, 25(4), 158–172.

Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors: Technology bringing learning science to the classroom. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 16(3), 123–128.

Laine, T. H., & Vehviläinen, S. (2022). The future of AI in educational contexts. Computers in Education Journal, 31(4), 45–59.

Li, Y., Zhang, M., & Huang, J. (2021). Constructivist learning in smart classrooms: A systematic review. British Journal of Educational Technology, 52(5), 1858–1875. <https://doi.org/10.1111/bjet.13112>

Li, Z., & Gu, J. (2022). Review of multimodal learning analytics in adaptive systems. Journal of Educational Data Mining, 14(2), 67–81.

López, A., & Sánchez, P. (2020). Sistema de tutoría inteligente para estudiantes de matemáticas. Revista de Educación y Tecnología, 15(2), 144–157.

López, E., & Ochoa, L. (2017). Estrategias de enseñanza adaptativa con inteligencia artificial en plataformas educativas. Revista de Innovación Educativa, 34(1), 72–85.

Malmberg, L. E., & Dehlin, E. (2020). Personalized learning pathways in modern learning systems. Interactive Learning Environments, 28(6), 643–655.

Martínez-Caro, E., Cegarra-Navarro, J. G., & Alfonso-Ruiz, F. J. (2021). Digital technologies and pedagogical transformation: A theoretical framework. Education and Information Technologies, 26, 1879–1896. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10362-6>

Medeiros, G., & Ferreira, S. (2019). Personalized learning systems with multimodal interaction. Educational Research Review, 17, 92–104.

Mitrovic, A. (2013). Cognitive tutors: From logic programming to machine learning. Expert Systems with Applications, 40(11), 4574–4584.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2015). Preferred reporting items for systematic

reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. PLOS Med, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Nguyen, T., Do, P., & Tran, L. (2024). Gamified AI systems in higher education: An empirical investigation. Computers & Education, 207, 104613. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104613>

Ning, W., & Liu, Y. (2018). Affective computing in educational settings: A review of affective states and their impact. Educational Psychology, 35(4), 12–27.

Nye, B. D., & Graesser, A. C. (2020). Advances in intelligent tutoring systems. Journal of Educational Psychology, 112(6), 1219–1234.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. J Clin Epidemiol, 134, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003>

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. PLOS Medicine, 18(3), Article e1003583. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>

Palomo-Díaz, M. E., & Sanchis-Roca, A. (2017). Adaptive learning systems based on machine learning algorithms. Computational Intelligence, 33(2), 132–149.

Pérez, J., & Trella, M. (2019). Introducción a los sistemas de tutoría inteligente y su evolución. Revista de Investigación Educativa, 10(2), 50–66.

Rojas Vera, R. A., Fabre Cavanna, J. E., Rojas Bajaña, R. A., Rizzo Fabre, L. G. y Abad Bautista, L. (2024). Uso de la inteligencia artificial en estudiantes. Maestro y Sociedad, 21(4), 2003-2012. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

Santos, M., & García, A. (2020). Revisión de sistemas de aprendizaje personalizado basados en inteligencia artificial. Revista Latinoamericana de Educación, 19(2), 75–88.

Schwartz, D. L., & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. Cognition and Instruction, 16(4), 475–522.

Sim, M., & Kang, Y. (2020). Multimodal interfaces in intelligent learning environments. Journal of Educational Technology, 39(4), 29–40.

Sterne, J. A., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., ... & Higgins, J. P. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ, 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>

Suero Tejada, E. E. y Gallur Santorun, S. (2024). Las TIC en el aula de Educación Superior. Revisión de literatura. Maestro y Sociedad, 21(2), 876-886. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

Tharp, M., & Chen, H. (2016). Adaptive systems in learning environments. Educational Technology Research and Development, 64(1), 23–41.

Zhao, F., & Liang, M. (2021). Integrating AI and multimodal learning for adaptive education. Journal of Adaptive Systems, 32(1), 65–78.

Zhao, Y., & Zhai, X. (2021). The role of artificial intelligence in personalized learning systems: A systematic review. Computers & Education, 163, 104128.

Zhou, X., & Lu, B. (2022). Development of multimodal interfaces for intelligent tutoring systems. Educational Technology Research and Development, 70(2), 111–124.

Conflictode intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Cruz Maribel Galarza Ramírez, Monica Patricia Acurio, Juan Antonio Vera Zapata y Cesar Efren Vivero Quintero: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.