

SISTEMA DE APRENDIZAJE ADAPTATIVO CON IA PARA UNIVERSITARIOS

AI-BASED ADAPTIVE LEARNING SYSTEM FOR UNIVERSITY STUDENTS

Santiago MURGUEITIO MUÑOZ¹ y Juan Manuel NÚÑEZ VELASCO²

¹ *Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia*

✉ santiago_mur@uao.edu.co

🌐 <https://orcid.org/0009-0000-6691-2537>

² *Universidad de Salamanca. Salamanca, Castilla y León, España*

✉ jmnunez@usal.es

🌐 <https://orcid.org/0000-0002-3165-6200>

RESUMEN: La educación superior enfrenta el desafío de atender una creciente diversidad de ritmos, necesidades y trayectorias de aprendizaje en un contexto de acelerada transformación tecnológica. La irrupción de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa (IA Gen) abre oportunidades para fortalecer los procesos formativos, pero también plantea interrogantes sobre su uso responsable y su impacto pedagógico. Este artículo presenta el diseño y el desarrollo de un prototipo de alta fidelidad de un ecosistema de aprendizaje adaptativo apoyado por IA generativa, orientado a complementar —y no reemplazar— la labor docente. El sistema integra recursos académicos curados por profesores, representados mediante *embeddings* almacenados en una base de datos vectorial, con información contextual del estudiante (desempeño, habilidades e intereses) para habilitar agentes conversacionales personalizados por asignatura. El enfoque pedagógico del agente es mayéutico, privilegiando la guía y la reflexión por sobre la entrega directa de respuestas. El proyecto se encuentra en etapa de desarrollo y avanzará hacia fases de prueba y validación. La propuesta contribuye a la discusión sobre el uso ético y responsable de la IA en educación superior y se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de calidad).

Palabras clave: IA generativa; aprendizaje adaptativo; educación superior; sistemas tutoriales inteligentes; agentes.

ABSTRACT: Higher education faces the challenge of addressing an increasingly diverse range of learning paces, needs, and trajectories in a context of rapid technological

transformation. The emergence of generative artificial intelligence (GenAI) tools creates opportunities to strengthen educational processes, while also raising questions about responsible use and pedagogical impact. This article presents the design and development of a high-fidelity prototype of an adaptive learning ecosystem supported by generative AI, aimed at complementing —rather than replacing— teaching activities. The system integrates faculty-curated academic resources, represented through embeddings stored in a vector database, with contextual student information (performance, skills, and interests) to enable subject-specific personalized conversational agents. The pedagogical approach of the agent is maieutic, prioritizing guidance and reflection over the direct provision of answers. The project is currently in the development stage and will advance toward testing and validation phases. The proposal contributes to the discussion on the ethical and responsible use of AI in higher education and aligns with Sustainable Development Goal 4 (Quality Education).

Keywords: generative AI; adaptive learning; higher education; intelligent tutoring systems; agents.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior enfrenta una transformación impulsada por la IA generativa, que amplía las posibilidades de apoyo pedagógico, pero también intensifica los debates éticos y pedagógicos frente a la diversidad de ritmos de aprendizaje y las limitaciones de los modelos educativos tradicionales [1, 2, 4, 7, 9]. La rigidez curricular y las restricciones de tiempo del profesorado dificultan el acompañamiento personalizado, favoreciendo un uso no guiado de la tecnología que puede debilitar el aprendizaje profundo y generar dependencias improductivas [2, 3, 4, 6]. En este contexto, el proyecto propone integrar la IA de forma responsable como un complemento a la labor docente, mediante un ecosistema de aprendizaje adaptativo orientado a promover experiencias más inclusivas, fortalecer la autonomía del estudiante y favorecer un aprendizaje reflexivo y contextualizado [2, 4, 7, 8, 9].

2. ESTADO DEL ARTE

Los sistemas de tutoría inteligente (ITS) han evolucionado desde reglas rígidas hacia arquitecturas híbridas que buscan replicar la tutoría humana mediante el modelado del aprendizaje [1, 9]. Como se observa en la Figura 1, esta área mantuvo un crecimiento constante pero moderado durante décadas, enfocándose en ofrecer instrucción personalizada comparable a la de un tutor humano [2]. No obstante, históricamente la investigación se ha concentrado en pruebas de viabilidad y estudios de caso, evidenciando una brecha persistente en evaluaciones longitudinales robustas y una implementación completa que demuestre impacto pedagógico a largo plazo [2, 10].

Un punto de inflexión crítico ocurre en 2017 con la arquitectura de atención (*Transformers*) [11], hito que marca el inicio de una aceleración en la producción científica

visible en la tendencia ascendente del gráfico. Esta innovación permitió el desarrollo de modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), cuya adopción masiva tras el lanzamiento de ChatGPT a finales de 2022 [4] disparó el volumen de publicaciones mostrado en la Figura 1. Este fenómeno ha transformado los ITS tradicionales en agentes conversacionales generativos, permitiendo una personalización del lenguaje antes inalcanzable, aunque la evidencia empírica sobre su efectividad educativa aún se encuentra en una fase incipiente y fragmentada [5, 7].

A pesar de este auge tecnológico, la literatura advierte sobre riesgos como el cognitive offloading, la reducción del esfuerzo crítico y la dependencia del estudiante [3, 6]. Por ello, las tendencias actuales —reflejadas en el pico máximo de publicaciones recientes del gráfico— se orientan hacia diseños que integran supervisión humana (human-in-the-loop) y técnicas de recuperación contextualizada (RAG) para mitigar alucinaciones [8, 13]. En este escenario, el presente proyecto se sitúa en la convergencia de los ITS históricos y la IA generativa, utilizando bases vectoriales [13] y agentes mayéuticos para transformar la actual explosión de datos en una herramienta pedagógica controlada y académicamente relevante.

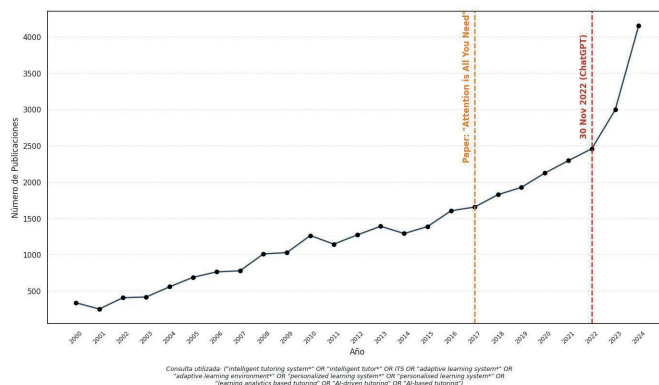


Figura 1. Tendencia de Publicaciones Académicas (Scopus)

3. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló siguiendo la metodología Data Thinking, la cual enfatiza la comprensión profunda del problema antes de la selección de soluciones tecnológicas, así como el uso de los datos como eje central para el diseño y la toma de decisiones [10]. En una primera fase se realizó el análisis del problema educativo y la definición de objetivos. Posteriormente, se diseñó un prototipo funcional que permitiera evaluar la viabilidad conceptual del ecosistema propuesto.

Se definieron dos roles principales: profesor y estudiante. El profesor puede acceder a sus asignaturas, gestionar contenidos y cargar recursos académicos (libros, textos, materiales

complementarios), replicando procesos habituales de los campus virtuales universitarios. Estos recursos son procesados y transformados en representaciones vectoriales (*embeddings*), que se almacenan en una base de datos vectorial.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

El resultado principal de esta etapa es un prototipo de alta fidelidad funcional que demuestra la viabilidad técnica y conceptual del enfoque propuesto. El sistema permite la creación de experiencias de acompañamiento personalizadas y la recomendación de recursos alineados con los intereses y necesidades de cada estudiante. Dado que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo, aún no se cuenta con resultados empíricos derivados de pruebas con usuarios finales.

5. CONCLUSIONES

El proyecto demuestra la viabilidad técnica y pedagógica de un sistema de aprendizaje adaptativo basado en inteligencia artificial generativa para la educación superior. La propuesta integra la curaduría de contenidos por parte del docente con mecanismos de personalización centrados en el estudiante, mediante agentes conversacionales por asignatura apoyados en *embeddings* de materiales académicos y datos de desempeño. El diseño mayéutico del agente busca promover la reflexión, la autonomía y el pensamiento crítico, mitigando los riesgos de dependencia cognitiva asociados al uso acrítico de la IA generativa. Si bien los resultados corresponden a una etapa de diseño y prototipado, el sistema se perfila como un complemento al acompañamiento docente y no como un sustituto, alineándose con enfoques de uso ético y responsable de la tecnología. Futuras fases deberán centrarse en la validación empírica con estudiantes y profesores para evaluar su impacto real en el aprendizaje y la experiencia formativa.

6. REFERENCIAS

1. Contrino, M. F., Reyes-Millán, M., Vázquez-Villegas, P., & Membrillo-Hernández, J. (2024). Using an adaptive learning tool to improve student performance and satisfaction in online and face-to-face education for a more personalized approach. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, Artículo 29. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00292-y>
2. Du Plooy, M., de la Harpe, R., & van Lingen, J. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon*, 10(19), Artículo e39630. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>
3. Gerlich, M. (2024). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), Artículo 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>

4. Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Mewes, T., Claudia, P., Radutskiy, P., Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, Artículo 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
5. Laun, M., & Wolff, F. (2025). Chatbots in education: Hype or help? A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 102, Artículo 102646. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102646>
6. Lee, H.-P., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713778>
7. McGrath, C., Farazouli, A., & Cerratto-Pargman, T. (2024). Generative AI chatbots in higher education: A review of an emerging research area. *Higher Education*, 88, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10734-024-01288-w>
8. Tarun, B., Du, H., Kannan, D., & Gehringer, E. F. (2025). Human-in-the-loop systems for adaptive learning using generative AI. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE 2025)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE63693.2025.11328658>
9. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Artículo 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
10. Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data-analytic thinking and data mining*. O'Reilly Media.
11. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). *Attention is all you need* (arXiv:1706.03762). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>
12. ScienceDirect. (2024). *Intelligent tutoring systems: Topic overview and evolution*. Elsevier.
13. Pinecone. (2024). *Vector database*. <https://www.pinecone.io/>