

Jornadas de Automática

Inteligencia artificial y enseñanza en Ingeniería: una revisión sistemática de la literatura

Ceada-Garrido, Yolanda^b, Barragán Piña, Antonio Javier^{a,*}, Enrique Gómez, Juan Manuel^a, Aquino Martín, Arturo^a, Martínez Bohórquez, Miguel Ángel^a, Andújar Márquez, José Manuel^a

^a Departamento de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática, Universidad de Huelva, Avda. Tres de Marzo, s/n, 21007, Huelva, España. ^b Grupo Andaluz de Investigación en el Aula, Universidad de Huelva, Avda. Tres de Marzo, s/n, 21007, Huelva, España

To cite this article: Ceada-Garrido, Yolanda, Barragán Piña, Antonio Javier, Enrique Gómez, Juan Manuel, Martínez Bohórquez, Miguel Ángel, Andújar Márquez, José Manuel. 2025. Artificial intelligence and engineering education: a systematic literature review. *Jornadas de Automática*, 46.
<https://doi.org/10.17979/ja-cea.2025.46.12180>

Resumen

La llegada de la Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) a la educación ha supuesto el inicio de una nueva revolución educativa, generando la necesidad de evaluar tanto sus beneficios, como los posibles desafíos en la formación de los futuros profesionales. Esta investigación tiene como objetivo analizar las experiencias educativas que han introducido esta tecnología en la educación superior de Ingeniería, para conocer su proceso de integración, sus potenciales y principales desafíos. A partir de una revisión sistemática de la literatura, se concluye que la GenAI destaca por su capacidad de adaptarse a las características del alumnado. Sin embargo, su uso en la enseñanza de Ingeniería avanza lentamente, evidenciando la necesidad de integración efectiva en los planes de estudio, para promover buenas prácticas de uso y contribuir al avance de la sociedad.

Palabras clave: Educación Superior, Enseñanza, Ingeniería, Inteligencia Artificial Generativa.

Applying artificial intelligence in automatic engineering education: a systematic literature review

Abstract

The arrival of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in education has meant the beginning of a new educational revolution, generating the need to evaluate both its benefits and possible challenges in the training of future professionals. This research aims to analyze the educational experiences that have introduced this technology in higher engineering education, in order to know its integration process, its potentials and main challenges. From a systematic review of the literature, it is concluded that GenAI stands out for its ability to adapt to the characteristics of the students. However, its use in engineering education is advancing slowly, evidencing the need for effective integration into the curricula, to promote good practices and contribute to the advancement of society.

Keywords: Higher Education, Teaching, Engineering, Generative Artificial Intelligence.

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha avanzado significativamente en los últimos años. Como consecuencia el sector educativo se enfrenta a numerosos desafíos: aceptación de esta nueva tecnología por parte de profesorado y estudiantado, integración en la práctica educativa, adaptación de los procesos de evaluación, etc.

A pesar del potencial que puede suponer introducir la IA como herramienta en la enseñanza de la Ingeniería, su uso no ha sido muy explorado, curiosamente en titulaciones en las que podrían ser más necesaria por sus características, así como el alto índice de suspensos y abandono (Iosup & Epema, 2014). Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar aquellos estudios científicos que incorporen IA en la Educación Superior de Ingeniería, para conocer cómo está siendo su proceso de integración, cuáles son sus potenciales y principales

desafíos. Con este fin, se ha realizado una revisión sistemática de la literatura de estudios científicos revisados por pares sobre IA en la Enseñanza Superior de Ingeniería.

Este trabajo se estructura en cinco apartados, en primer lugar, se abordan los conceptos clave y se ofrece un resumen de la evolución histórica de los *Chatbots*. A continuación, se desarrolla el método empleado y los resultados obtenidos. Posteriormente, se discuten los hallazgos, se presentan las conclusiones y, finalmente, se incluyen la bibliografía y dos anexos.

1.1 Conceptos clave y evolución histórica

La IA es un campo de la informática dedicado al desarrollo de sistemas inteligentes capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana, como la toma de decisiones, la percepción visual, el reconocimiento del habla, y la traducción de idiomas (Ciolacu et al., 2024).

La IA generativa (GenAI) aprende patrones y estructuras a partir de datos de entrenamiento de entrada para producir nuevos datos con características similares, como pueden ser aplicaciones de creación de texto, imágenes, audio, *Chatbots*, etc. La GenAI permite aumentar la creatividad a través del trabajo con humanos y la generación única automatizada (García-Peñalvo & Vázquez-Ingelmo, 2023).

Los grandes modelos lingüísticos (LLM), basados en redes neuronales de aprendizaje profundo con millones de parámetros, son entrenados mediante aprendizaje autosupervisado o semisupervisado con enormes cantidades de texto. Los LLM pueden realizar tareas relacionadas con el lenguaje como reconocer, extraer, resumir, predecir o generar texto basándose en los conocimientos adquiridos durante el entrenamiento (Fernández et al., 2024).

Los *Chatbots* son programas diseñados para simular conversaciones humanas a través de texto o voz. Han experimentado grandes avances en el procesamiento del lenguaje natural y la IA han contribuido a su desarrollo (Obster et al., 2023). Ciolacu et al., 2024 resumieron su evolución histórica detallando sus acontecimientos más relevantes (Tabla 1).

Año	Evolución histórica de los <i>Chatbots</i>	
	Descripción	Nombre
1950	El concepto de <i>Chatbots</i> se remonta al «juego de imitación» de Alan Turing, diseñado para determinar si una máquina podía pasar por un humano en los estrechos límites del juego.	Turing Test
1966	Joseph Weizenbaum creó el primer <i>Chatbot</i> . Utilizaba la concordancia de patrones y la sustitución para simular una conversación.	ELIZA
1995	Richard Wallace creó el <i>Artificial Intelligence Markup Language</i> (AIML) y el <i>Chatbot</i> ALICE	AIML
2001	Lanzamiento de un <i>Chatbot</i> comercial en las plataformas AOL y MSN <i>Instant Messenger</i>	Smarter Child

2010	Avances en el procesamiento del lenguaje y el aprendizaje profundo conducen al desarrollo de <i>Chatbots</i> más sofisticados	Alexa, Siri, Google Assistant
	OpenAI lanzó ChatGPT 3.4 que utiliza IA Generativa basada en GPT LLM. Consiguió más de 100 millones de usuarios a los dos meses de su lanzamiento. La versión gratuita no puede acceder a Internet (los datos de los entrenamientos llegan hasta septiembre de 2021).	ChatGPT 3.5
Nov. 2022	Generador de imágenes mediante un modelo de difusión.	Dall-E2
	<i>Stability AI</i> , en colaboración con investigadores de la Universidad <i>Ludwig Maximilian</i> de Múnich, desarrollaron un modelo de texto a imagen de código abierto basado en técnicas de difusión para generar imágenes de alta fidelidad a partir de texto.	Stable Diffusion
	ChatGPT 4.0 se convierte en un LLM multimodal (texto, audio, video e imagen).	ChatGPT 4.0
	Motor de búsqueda multimodal basado en el algoritmo OpenAI con acceso a Internet. Proporciona altos índices de precisión y ofrece respuestas con fuentes mediante el uso de un copiloto.	Perplexity AI
2023	El complemento <i>Wolfram</i> hace que ChatGPT sea más inteligente al aprovechar matemáticas precisas, visualizaciones, datos en tiempo real y cálculo algorítmico.	Wolfram Plugin
	Modelo de IA multimodal con capacidades de <i>Chatbot</i> que combina bloques de construcción de LLM con arquitecturas de «Transformador» y «Mezcla de Expertos». Capaz de gestionar tareas complejas con gran eficacia explicativa y acceso a Internet.	Google Gemini

Tabla 1. Evolución histórica de los *Chatbots* (Ciolacu et al., 2024)

2. Método

Para obtener el objetivo planteado se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura; este método constituye una herramienta fundamental para sustentar y consolidar el conocimiento en un campo de estudio específico. Su propósito principal es definir y clarificar conceptos relevantes, sintetizar las evidencias existentes, identificar las metodologías empleadas en investigaciones previas y detectar las lagunas o vacíos en la investigación relacionada con el área de interés (Baker, 2016). Este enfoque metodológico permite establecer una base sólida para futuras investigaciones y promover una comprensión integral del estado actual del conocimiento en la temática abordada.

Esta revisión fue realizada utilizando el marco de cinco etapas de Arksey and O'Malley, 2005 (Figura 1), para asegurar la rigurosidad del estudio, permitir la réplica de la estrategia de búsqueda y asegurar la fiabilidad de los hallazgos.



Figura 1: Etapas Revisión Literatura (Arksey & O'Malley, 2005).
Elaboración propia.

2.1. Identificación de las preguntas de investigación

Se plantearon seis preguntas clave para identificar los parámetros del uso de IA en la Educación Superior de Ingeniería.

- Q1 ¿Qué tipo de IA se utilizó?
- Q2 ¿En qué especialidad de Ingeniería se realizó el estudio?
- Q3 ¿Qué objetivos marcaron los estudios?
- Q4 ¿Cuánto tiempo duró la experiencia?
- Q5 ¿Qué método de recopilación de datos utilizaron?
- Q6 ¿Cuáles fueron los resultados?

2.2 Identificación de estudios relevantes

Se realizaron búsquedas de artículos de revistas en las bases de datos: *Web of Science* (WOS), SCOPUS, ERIC y Google Académico. En cuanto al idioma, se consideraron estudios en español e inglés. Las claves de búsqueda utilizada fueron las siguientes:

- Inglés: *generative artificial intelligence AND large language models AND higher education AND engineering*.

- Español: *inteligencia artificial generativa AND modelos de lenguaje de gran tamaño AND educación superior AND ingeniería*.

En las bases de datos WOS, SCOPUS y ERIC se seleccionaron los filtros: *Journal article*, de 2019 a 2025 e idiomas inglés y español. En Google Académico, al no existir los filtros anteriormente citados, y ante la gran cantidad de registros ofrecidos, se utilizaron dos IAs: Elicit y Deepseek. A ambas se les formuló la siguiente pregunta: *¿Qué artículos académicos publicados entre 2019 y 2025 en Google Académico tratan sobre inteligencia artificial generativa, grandes modelos de lenguaje y educación superior e ingeniería?*

2.3 Selección de estudios

Finalizado el proceso de búsqueda se obtuvieron 73 manuscritos, de los cuales se seleccionaron 16 artículos científicos sobre estudios experimentales relacionados con el uso de IA en la Educación Superior de Ingeniería. El proceso de selección de artículos descrito se ilustra en un diagrama PRISMA (Shamseer et al., 2015) (Figura 2).

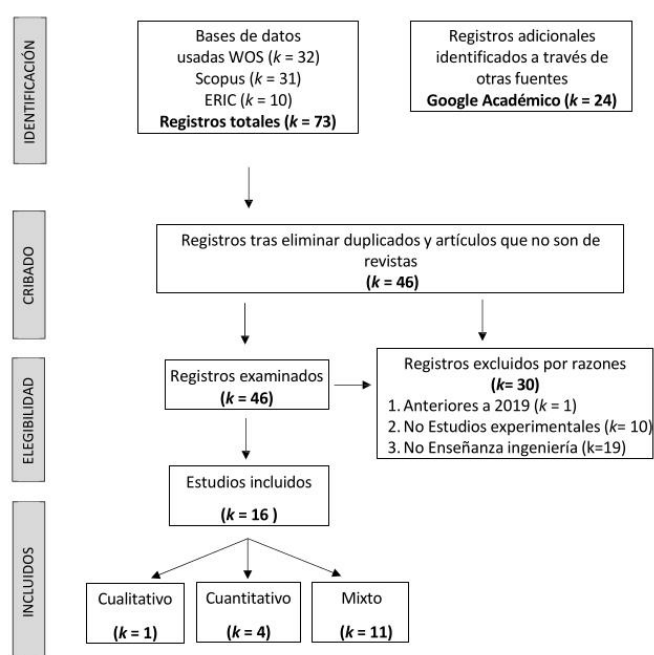


Figura 2: Diagrama PRISMA. Elaboración propia.

2.4 Graficar los datos

Los artículos seleccionados se ordenaron alfabéticamente, además, se realizó una búsqueda en Google para conocer el número de citas correspondiente a cada uno de ellos. Cabe destacar que casi todos (excepto uno de 2020) fueron publicados entre 2023 y 2025. Para facilitar su identificación se elaboró la Tabla 2 (Apéndice A).

2.5 Cotejar, resumir e informar los resultados

Tras el análisis de cada uno de los manuscritos se elaboró la Tabla 3, en ella se relaciona cada registro con las respuestas obtenidas a las seis preguntas iniciales (Apéndice B)

3. Resultados

A continuación, se exponen los resultados a cada pregunta de investigación planteada:

– Tipo de IA utilizada (Q1).

El 78% de los estudios usaron ChatGPT versiones 3.5 o 4. Se utilizaron en menor medida IAs de creación propia, así como Llama y Claude (Figura 3).

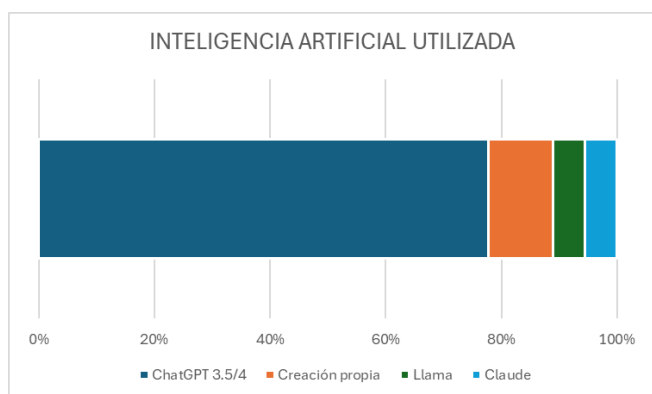


Figura 3. IA utilizada en los estudios examinados.

– Especialidad de Ingeniería (Q2).

La mayoría de los estudios fueron llevados a cabo en la titulación de Ingeniería Informática (22%). Un 17% fueron desarrollados en la especialidad de Química. El 17% de los estudios no especificaron especialidad, no obstante, no se observan estudios en el ámbito de la Automática (Figura 4).

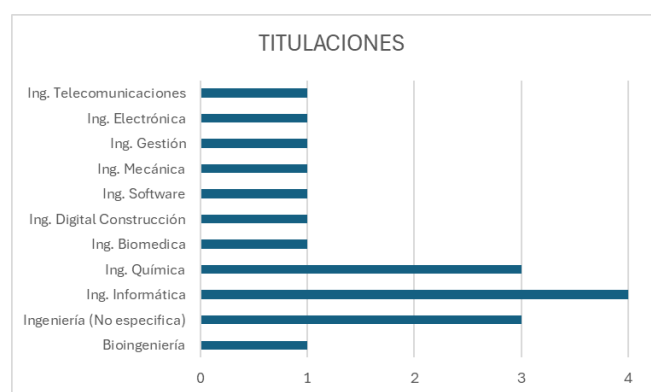


Figura 4: Número de estudios llevados a cabo por titulaciones.

– Objetivos de los estudios (Q3).

El 69% de los estudios tuvieron como objetivo “Explorar el uso de las IAs en la enseñanza de ingeniería”. Un 6% buscó “Describir una experiencia de aprendizaje usando una IA”, mientras que un 13% se centró en “Conocer las percepciones de los estudiantes de ingeniería sobre las IAs”. Finalmente,

otro 13% tuvo como meta “Crear materiales de aprendizaje personalizados” (Figura 5).

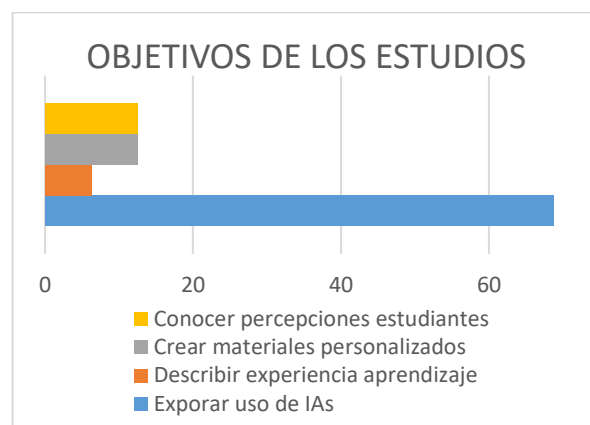


Figura 5: Objetivos de los estudios.

– Tiempo (Q4).

El 25% de los estudios experimentales fueron realizados en un periodo de tiempo inferior a seis meses, el 38% fueron llevados a cabo en un semestre, el 25% en un rango de tiempo superior al semestre. Finalmente, dos estudios (13%) no detallaron la duración. Véase la Figura 6.

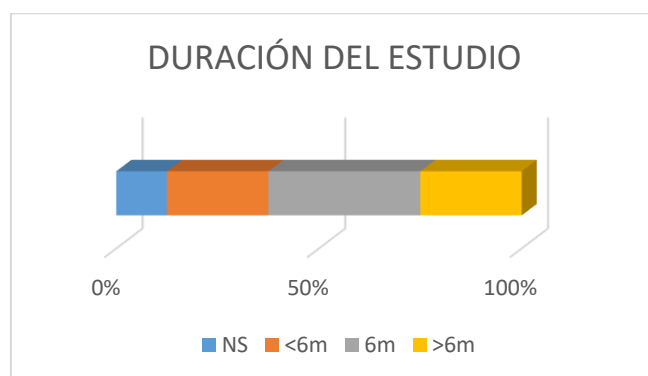


Figura 6: Duración de los estudios experimentales.

– Método de investigación (Q5).

Se observó que el método de investigación más utilizado fue el Mixto (69%), seguido por el Cuantitativo (25%). Sólo un estudio utilizó el método Cualitativo (6%). Véase la Figura.

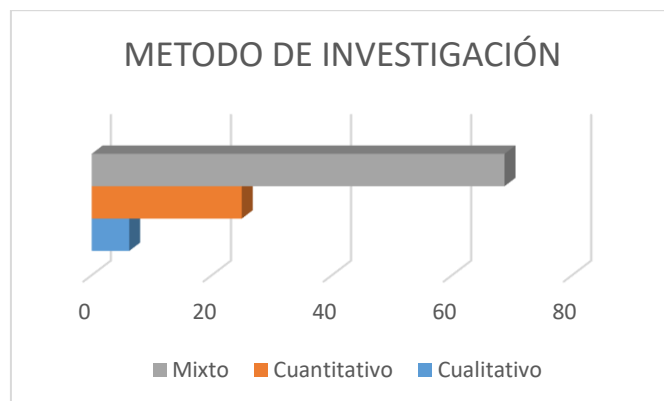


Figura 7: Método de investigación utilizado.

– Resultados de los estudios (Q6).

A continuación, se exponen los principales resultados de los estudios examinados:

En primer lugar, se destaca la idea de que los LLM son herramientas valiosas, pero de naturaleza cambiante. Los materiales elaborados con LLM tienen un rendimiento comparable a los creados por los seres humanos. Sus respuestas suelen ser precisas y pueden servir como estrategias de aprendizaje, ya que mejoran las habilidades de análisis de la información de los estudiantes. No obstante, las respuestas a preguntas formuladas en español pueden estar influenciadas por diversos factores como la estructura de las oraciones o las emociones transmitidas a través de los verbos empleados, y es necesaria la supervisión humana para evitar alucinaciones y sesgos.

Respecto al estudiantado, la mayoría tiene una experiencia limitada en el uso de la GenAI, y perciben los LLM como una herramienta fiable; por ello suelen copiar y pegar las respuestas generadas, pero a medida que utilizan esta tecnología comprenden mejor sus limitaciones. Respecto al profesorado, destaca la idea de que la GenAI debería ser utilizada como una herramienta de apoyo.

Finalmente, en relación con los planes de estudio de Ingeniería, se considera necesaria su ampliación, incluyendo módulos de GenAI para favorecer la alfabetización en IA del estudiantado.

4. Discusión

Investigaciones recientes exploran el impacto de la GenAI y los LLM en la educación superior, especialmente en ingeniería. Estas tecnologías ofrecen potencial para mejorar las experiencias de aprendizaje, crear contenidos personalizados y apoyar a los educadores (Menekse, 2023; Peláez-Sánchez et al., 2024). Las GenAI pueden mejorar los sistemas de tutoría inteligente y facilitar el aprendizaje impulsado por la curiosidad, aunque existen retos en el procesamiento en tiempo real y la privacidad (Shen, 2024). En la enseñanza de la ingeniería, las GenAI pueden ayudar a resolver las dificultades de comprensión de conceptos complejos y mejorar el compromiso de los estudiantes (Menekse, 2023). Sin embargo, la integración de los GenAI en la enseñanza superior presenta retos, como amenazas a la integridad académica, problemas de privacidad y posibles sesgos (Bobula, 2024). Para aprovechar los beneficios al tiempo que se mitigan los riesgos, las instituciones deben actualizar las políticas de evaluación, desarrollar directrices y promover el desarrollo de habilidades de IA (Bobula, 2024). En general, la adopción exitosa de estas tecnologías requiere una cuidadosa consideración de las implicaciones éticas y los fundamentos pedagógicos (Bobula, 2024; Menekse, 2023; Peláez-Sánchez et al., 2024).

5. Conclusiones

La llegada de la GenAI a las aulas supone el inicio de una nueva revolución educativa. A través del análisis de experiencias científicas recientes que integran esta tecnología en la Enseñanza Superior de Ingeniería, el presente estudio ha evidenciado su impacto significativo, desvelado los beneficios

y principales desafíos que suponen su incorporación en la formación de futuros profesionales de la Ingeniería.

Los resultados obtenidos tras esta investigación fundamentan que la integración de las GenAI en la enseñanza de Ingeniería avanza lentamente, ya que en los últimos seis años se observan un número reducido de artículos científicos que exploren experiencias educativas relacionadas con el empleo de estas herramientas.

En cuanto al potencial de las GenAI en la enseñanza de Ingeniería, cabe destacar que las buenas prácticas en su uso pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje. Las GenAI son fácilmente adaptables a las preferencias y capacidades individuales del estudiantado. No obstante el principal desafío es la alfabetización en el uso de esta nueva herramienta. Para ello es fundamental incluirla en los planes de estudio, ya que la familiarización temprana con estos conceptos permite a los y las estudiantes comprender sus fundamentos teóricos, aplicaciones prácticas y posibles riesgos.

Como conclusión final, cabe destacar que los programas educativos que integran GenAI incrementan la competitividad del estudiantado en el mercado laboral, y fomentan el uso responsable de estas tecnologías; en consecuencia, representan una inversión estratégica para el éxito profesional de los futuros profesionales de la ingeniería, así como para el progreso de la sociedad en general.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2023-148456OB-C41, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 FEDER, UE.

Referencias

- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Baker, J. D. (2016). The Purpose, Process, and Methods of Writing a Literature Review. *AORN Journal*, 103(3), 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2016.01.016>
- Bernabei, M., Colabianchi, S., Falegnami, A., & Costantino, F. (2023). Students' use of large language models in engineering education: A case study on technology acceptance, perceptions, efficacy, and detection chances. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5(October), 100172. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100172>
- Bobula, M. (2024). Generative artificial intelligence (AI) in higher education: a comprehensive review of challenges, opportunities, and implications. *Journal of Learning Development in Higher Education*, 30. <https://doi.org/10.47408/jldhe.vi30.1137>
- Borges, B., Foroutan, N., Bayazit, D., Sotnikova, A., Montariol, S., Nazaretsky, T., Banaci, M., Sakhaeirad, A., Servant, P., Neshaei, S. P., Frej, J., Romanou, A., Weiss, G., Mamooler, S., Chen, Z., Fan, S., Gao, S., Ismayilzada, M., Paul, D., ... Bosselut, A. (2024). Could ChatGPT get an Engineering Degree? Evaluating Higher Education Vulnerability to AI Assistants. 1(49), 1–9. <https://doi.org/10.1073/pnas.2414955121/-/DCSupplemental>. Published
- Caccavale, F., Gargalo, C. L., Gemaey, K. V., & Krühne, U. (2024). Towards Education 4.0: The role of Large Language Models as virtual tutors in chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 49(July), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.07.002>
- Ciolacu, M. I., Marghescu, C., Mihailescu, B., & Svasta, P. (2024). Does Industry 5.0 Need an Engineering Education 5.0? Exploring Potentials and Challenges in the Age of Generative AI. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 1–10.

- <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578712>
- Cui, Y., Chen, F., & Shiri, A. (2020). Scale up predictive models for early detection of at-risk students: a feasibility study. *Information and Learning Science*, 121(3–4), 97–116. <https://doi.org/10.1108/ILS-05-2019-0041>
- Fernández, L. R., Laura, A., Mena, F., Patricia, M., Magaña, T., Antonio, M., Magaña, R., Antonio, M., & Fernández, R. (2024). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACION : MODELO DE LENGUAJE DE GRAN TAMAÑO (LLM) COMO RECURSO EDUCATIVO*. *ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION : LARGE LANGUAGE MODEL (LLM) AS AN EDUCATIONAL RESOURCE. Llm*, 157–164.
- García-Peñalvo, F., & Vázquez-Ingelmo, A. (2023). What Do We Mean by GenAI? A Systematic Mapping of The Evolution, Trends, and Techniques Involved in Generative AI. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(4), 7. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2023.07.006>
- Garg, A., Nisumba Soodhani, K., & Rajendran, R. (2025). Enhancing data analysis and programming skills through structured prompt training: The impact of generative AI in engineering education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8(October 2024), 100380. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100380>
- Iosup, A., & Epema, D. (2014). An experience report on using gamification in technical higher education. *SIGCSE 2014 - Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 2008, 27–32. <https://doi.org/10.1145/2538862.2538899>
- Keith, M., Keiller, E., Windows-Yule, C., Kings, I., & Robbins, P. (2025). Harnessing generative AI in chemical engineering education: Implementation and evaluation of the large language model ChatGPT v3.5. *Education for Chemical Engineers*, 51(July 2024), 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2025.01.002>
- King, M. R., Abdulrahman, A. M., Petrovic, M. I., Poley, P. L., Hall, S. P., Kulapatana, S., & Lamantia, Z. E. (2024). Incorporation of ChatGPT and Other Large Language Models into a Graduate Level Computational Bioengineering Course. *Cellular and Molecular Bioengineering*, 17(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s12195-024-00793-3>
- Knoth, N., Tolzin, A., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2024). AI literacy and its implications for prompt engineering strategies. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(December 2023), 100225. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100225>
- Menekse, M. (2023). Envisioning the future of learning and teaching engineering in the artificial intelligence era: Opportunities and challenges. *Journal of Engineering Education*, 112(3), 578–582. <https://doi.org/10.1002/jee.20539>
- Obster, F., Brand, J., Ciolacu, M., & Humpe, A. (2023). Improving Boosted Generalized Additive Models with Random Forests: A Zoo Visitor Case Study for Smart Tourism. *Procedia Computer Science*, 217, 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.214>
- Peláez-Sánchez, I. C., Velarde-Camaqui, D., & Glasserman-Morales, L. D. (2024). The impact of large language models on higher education: exploring the connection between AI and Education 4.0. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1392091>
- Pesovski, I., Santos, R., Henriques, R., & Trajkovic, V. (2024). Generative AI for Customizable Learning Experiences. *Sustainability (Switzerland)*, 16(7), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su16073034>
- Sawalha, G., Taj, I., & Shoufan, A. (2024). Analyzing student prompts and their effect on ChatGPT's performance. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2397200>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., Altman, D. G., Booth, A., Chan, A. W., Chang, S., Clifford, T., Dickersin, K., Egger, M., Götzsche, P. C., Grimshaw, J. M., Groves, T., Helfand, M., ... Whitlock, E. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ (Online)*, 349(January), 1–25. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Shen, Y. (2024). Future jobs: analyzing the impact of artificial intelligence on employment and its mechanisms. *Economic Change and Restructuring*, 57(2), 34. <https://doi.org/10.1007/s10644-024-09629-6>
- Soboleva, E. V., Gorev, P. M., Shadrina, N. N., & Shilova, Z. V. (2024). Using generative neural networks when training digital engineers to improve the quality of their training. *Perspektivy Nauki i Obrazovania*, 71(5), 662–679. <https://doi.org/10.32744/pse.2024.5.39>
- Song, T., Zhang, H., & Xiao, Y. (2024). A High-Quality Generation Approach for Educational Programming Projects Using LLM. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 2242–2255. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3499751>
- Viveros-Muñoz, R., Carrasco-Sáez, J., Contreras-Saavedra, C., San-Martín-Quiroga, S., & Contreras-Saavedra, C. E. (2025). Does the Grammatical Structure of Prompts Influence the Responses of Generative Artificial Intelligence? An Exploratory Analysis in Spanish. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(7), 1–20. <https://doi.org/10.3390/app15073882>
- Wang, X., Chan, T. M., & Tamura, A. A. (2025). A learning module for generative AI literacy in a biomedical engineering classroom. *Frontiers in Education*, 10(March), 1–7. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1551385>
- Yik, B. J., & Dood, A. J. (2024). ChatGPT Convincingly Explains Organic Chemistry Reaction Mechanisms Slightly Inaccurately with High Levels of Explanation Sophistication. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1836–1846. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00235>

Apéndice A. Primer apéndice

Autores	Título	Citas
Bernabei et al., 2023	<i>Students' use of large language models in engineering education: A case study on technology acceptance, perceptions, efficacy, and detection chances</i>	117
Borges et al., 2024	<i>Could ChatGPT get an engineering degree? Evaluating higher education vulnerability to AI assistants</i>	11
Caccavale et al., 2024	<i>Towards Education 4.0: The role of Large Language Models as virtual tutors in chemical engineering</i>	13
Ciolacu et al., 2024	<i>Does Industry 5.0 Need an Engineering Education 5.0? Exploring Potentials and Challenges in the Age of Generative AI</i>	2
Cui et al., 2020	<i>Scale up predictive models for early detection of at-risk students: a feasibility study</i>	38
Garg et al., 2025	<i>Enhancing data analysis and programming skills through structured prompt training: The impact of generative AI in engineering education</i>	1
Keith et al., 2025	<i>Harnessing generative AI in chemical engineering education: Implementation and evaluation of the large language model ChatGPT v3.5</i>	1
King et al., 2024	<i>Incorporation of ChatGPT and Other Large Language Models into a Graduate Level Computational Bioengineering Course</i>	5
Knoth et al., 2024	<i>AI literacy and its implications for prompt engineering strategies</i>	136
Pesovski et al., 2024	<i>Generative AI for Customizable Learning Experiences</i>	105
Sawalha et al., 2024	<i>Analyzing student prompts and their effect on ChatGPT's performance</i>	7
Soboleva et al., 2024	<i>Using generative neural networks when training digital engineers to improve the quality of their training</i>	0
Song et al., 2024	<i>A High-Quality Generation Approach for Educational Programming Projects Using LLM</i>	4
Viveros-Muñoz et al., 2025	<i>Does the Grammatical Structure of Prompts Influence the Responses of Generative Artificial Intelligence? An Exploratory Analysis in Spanish</i>	1
Wang et al., 2025	<i>A learning module for generative AI literacy in a biomedical engineering classroom</i>	1
Yik & Dood, 2024	<i>ChatGPT Convincingly Explains Organic Chemistry Reaction Mechanisms Slightly Inaccurately with High Levels of Explanation Sophistication</i>	16

Tabla 2: Artículos seleccionados referenciados, título y número de citas.

Apéndice B. Segundo apéndice

ARTICULO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Bernabei et al., 2023	LLM: ChatGPT	2 titulaciones: - Ingeniería Mecánica - Ingeniería de Gestión	Aplicar ChatGP e investigar: • Generan ensayos de calidad • Si los sistemas pueden detectar ensayos producidos con LLM. • Cómo perciben los estudiantes la utilidad de los LLM.	1 semestre	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes elaboraron buenos ensayos • Los detectores probados no pueden considerarse fiable para identificar texto generado por IA. • Los estudiantes percibieron la herramienta como fiable, pero su experiencia de uso los llevó a comprender sus limitaciones.
Borges et al., 2024	LLM: ChatGPT-3.5 y ChatGPT-4	Titulaciones universitarias STEM: - Ciencia - Tecnología - Ingeniería - Matemáticas	Evaluar si ChatGPT-3.5 y ChatGPT-4 pueden responder adecuadamente a preguntas de evaluación textuales	--	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • ChatGPT-4 responde correctamente al 65,8% de las preguntas de examen en cursos de ciencias técnicas y naturales. • ChatGPT-3.5 y 4 superan las evaluaciones de un gran número de cursos. • Es necesario revisar el diseño de las evaluaciones
Caccavale et al., 2024	LLM: ChatGPT-3 y ChatGPT-4	Ingeniería Química	Proporcionar una visión general de las aplicaciones de la IA en la Educación Superior.	1 Semestre	Mixto	La IA sería un apoyo a los profesores, esto supondrá un ahorro de tiempo, pudiéndose centrar en otras actividades importantes
Ciolacu et al., 2024	LLM: ChatGPT	2 titulaciones: - Ingeniería Electrónica - Telecomunicaciones - Tecnología de la Información	Conocer cómo puede la enseñanza de la ingeniería abordar los retos y el potencial de la GenAI.	1 semestre	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • La enseñanza de la Ingeniería 5.0 introduce nuevos métodos como ensayos, tareas y exámenes para fomentar la creatividad, la innovación y el bienestar. La supervisión humana es crucial para evitar alucinaciones y sesgos en los resultados de la GenAI • Las universidades deben desarrollar estrategias para garantizar el uso ético y responsable de las GenAI.
Cui & Chen, 2020	LLM: crearon un modelo predictivo con datos extraídos de Moodle	Estudiantes de las Facultades de: - Ciencias - Ingeniería - Educación.	Investigar la viabilidad de desarrollar modelos predictivos del rendimiento de los estudiantes.	2 semestres	Cuantitativo	En el curso de ciencias, el modelo predictivo fue capaz de identificar alrededor del 70% de los estudiantes que suspendieron el curso y el 70% de los estudiantes que aprobaron el curso en otro semestre.
Garg et al., 2025	LLM: Llama, Claude, ChatGPT	Ingeniería Informática	Analizar el impacto del entrenamiento estructurado en el aprendizaje de los estudiantes.	4 meses	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia del entrenamiento estructurado en la mejora de las habilidades de análisis de datos y programación de los estudiantes.
Keith et al., 2025	LLM: ChatGPT-3.5	Ingeniería Química	Describir el desarrollo, implementación y evaluación de una sesión de laboratorio enfocada en el uso del LLM.	1 semestre	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes tenían una experiencia previa limitada en el uso de la GenAI. • Los planes de estudio deben ser ampliados para enseñar a los estudiantes el uso a los LLM.
King et al., 2024	LLM: ChatGPT	Bioingeniería	Explorar el uso de los LLM en la enseñanza de un curso específico de ingeniería	6 meses	Cualitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes consideraron variolosos los LLM. • Alumnos e instructor comprendieron las capacidades y limitaciones de los LLM. • Los LLM tienen naturaleza dinámica y cambiante.

Knoth et al., 2024	LLM: Chatgpt-3.5-turbo.	3 titulaciones: - Ingeniería. - Psicología - Economía y Empresa	Considerar explícitamente el papel de la alfabetización en IA de los estudiantes	1 mes	Mixto	Abogamos por la integración de contenidos educativos de IA en los planes de estudios actuales para hacer una sociedad inteligente híbrida en la que los estudiantes puedan utilizar eficazmente herramientas de GenAI como ChatGPT.
Pesovski et al., 2024	LLM: ChatGPT-4	Ingeniería de Software	Proponer un enfoque para personalizar los materiales de aprendizaje (MA)	1 año	Mixto	Los datos preliminares sugieren que el uso de varias versiones de los MA aumenta el tiempo de estudio.
Sawalha, et al., 2024	LLM: ChatGPT	Ingeniería Informática	Explorar cómo los estudiantes universitarios utilizan ChatGPT para resolver problemas, qué estrategias y el impacto del género en este contexto.	--	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • El 26% de los alumnos copiaron y pegaron las preguntas (SCP) en ChatGPT sin modificación. Los que utilizaron estímulo de preguntas múltiples (MQP) mostraron mejor rendimiento. • Las alumnas usaron en exceso el SCP. Los alumnos mezclaron SCP y MQP.
Soboleva et al., 2024	Redes neuronales generativas	Ingeniería Digital de la Construcción	Identificar las posibilidades del uso de redes neuronales generativas.	Semestre	Cuantitativo	Contribuyen a mejorar la calidad de la formación debido a las siguientes capacidades didácticas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación de información en diversas formas 2. Automatización de cálculos, análisis de grandes cantidades de datos, apoyo a la toma de decisiones.
Song, et al., 2024	LLM: ChatGPT-3.5	Ingeniería Informática	Investigar el uso del LLM para producir proyectos de programación educativa de calidad.	1 curso académico	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Según los estudiantes los proyectos generados tienen un rendimiento comparable al de los creados por el ser humano.
Viveros-Muñoz et al., 2025	LLM: ChatGPT-3.5	2 titulaciones: - Ing. Informática - Ciencias de la Rehabilitación	Evaluar la capacidad de ChatGPT para procesar instrucciones en español.	2 meses	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • Los estados de ánimo verbales y las estructuras oracionales influyen en las instrucciones, la calidad y la longitud de las respuestas de ChatGPT 3.5
Wang et al., 2025	LLM: ChatGPT-4	Ingeniería Biomédica	Desarrollar un módulo de aprendizaje para GenAI y examinar si puede afectar a las percepciones de los estudiantes hacia el GenAI.	1 semana	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • El módulo cambió positivamente la actitud de los estudiantes hacia estos, siendo conscientes de sus limitaciones. • La inclusión estos módulos en un plan de estudios ayudará a los estudiantes en la alfabetización en IA.
Yik & Dood, 2024	LLM: ChatGPT-3.5	Ingeniería Química	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la precisión de las respuestas de ChatGPT sobre los mecanismos de reacción. 	1 año	Mixto	<ul style="list-style-type: none"> • 1/4 de las respuestas fueron explicaciones precisas de los fenómenos químicos y la identificación de nucleófilos y electrófilos • El análisis de las respuestas de ChatGPT y la comparación de éstas con las de múltiples LLM puede ser usada como una estrategia de aprendizaje.

Tabla 3: Artículos seleccionados y registros de las respuestas a las seis preguntas iniciales.