



Editores:

JESÚS ENRIQUE SIERRA GARCÍA
MARIO PEÑACOBIA YAGÜE
PEDRO J. CABRERA SANTANA

XIX SIMPOSIO CEA DE CONTROL INTELIGENTE LIBRO DE ACTAS



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

EDITORES:

JESÚS ENRIQUE SIERRA GARCÍA

MARIO PEÑACOBIA YAGÜE

PEDRO J. CABRERA SANTANA

**XIX SIMPOSIO CEA
DE CONTROL INTELIGENTE
LIBRO DE ACTAS**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

2025

(CONGRESOS Y CURSOS, 84)

XIX Simposio CEA de Control Inteligente

Reunión anual del grupo de Control Inteligente del comité español de automática (CEA)

Universidad de Burgos, 19-21 de junio de 2024.



Imagen de cubierta: [Stock.adobe.com](https://stock.adobe.com). Por Degimages. Generado con IA

© LOS AUTORES

© UNIVERSIDAD DE BURGOS

Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1
09001 BURGOS - ESPAÑA

ISBN: 978-84-18465-97-0

DOI: <https://doi.org/10.36443/9788418465970>

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
[Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



COMITÉ ORGANIZADOR

Jesús Enrique Sierra García

Daniel Sarabia Ortiz

Alejandro Merino Gómez

Rubén Ruiz González

Juan Vicente Martín Fraile

Mario Peñacoba Yagüe

Eduardo Quevedo Dueñas

Eduardo Bayona Blanco

COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO

Jesús Enrique Sierra García

Pedro Jesús Cabrera Santana

Juan Manuel Escaño

Matilde Santos

Eloy Irigoyen Gordo

José Luis Calvo-Rolle

Basil M. Al-Hadithi

Daniel Galán Vicente

Eduardo Martínez Cámara

Javier Sanchis Saez

Emilio Jiménez Macías

José Manuel Andujar Márquez

Vicente Gómez Garay

ÍNDICE

PRÓLOGO	13
CONFERENCIAS.....	15
Hacia la optimización de trayectorias de robots colaborativos mediante algoritmos genéticos	17
Peñacoba, M.; Sierra-García, J. E.; Santos, M.	
Control predictivo basado en modelo de red neuronal. Aplicación al control de procesos no lineales	21
J. Sendra; J. Sanchis; L. Iturbe; M. Larrea; E. Irigoyen	
Selección de la tecnología de visión más adecuada para paletizado	27
Moreno-Román, G.; Sierra-García, J.E.	
Fuzzy speed estimator for drives using optical encoders	33
Satué, M.G.; Escaño J.M.; Colodro, F.	
Nuevo algoritmo de entrenamiento híbrido para modelos neuronales de sistemas dinámicos	39
Iturbe, Lucía; Irigoyen, Eloy; Larrea, Mikel; Sendra, Javier; Sanchis, Javier	
Análisis del rendimiento de un sistema de control avanzado basado en el estándar IEC 61499	45
Guzmán González-Mateos, Miguel A. Prada, Antonio Morán, Raúl González-Herbón, José R. Rodríguez-Ossorio, Manuel Domínguez	
Enfoque Centrado en el Humano para el Gemelo Digital de la Colaboración Humano-Máquina/Robot en una Línea Piloto de Industria 5.0	51
Alfaro, Diego.; Castaño, Fernando; Cruz, Yarens J.; Villalonga, Alberto; Haber, Rodolfo E.	
La docencia en ingeniería de control frente a la inteligencia artificial generative	57
Barragán, A. Javier; Segura, Francisca; Martínez, Miguel A.; Andújar, José M.	
Modelado de un Acumulador de Energía Dinámico Mediante Volante de Inercia en Simulink	63
Torres, Juan Carlos; Douairi, Hamza; González, Jaime; Carta, José Antonio; Cabrera, Pedro	
Modelo lineal de pérdidas de un volante de inercia	69
Douairi, Hamza; Torres-Bordón, Juan Carlos; Carta, José Antonio; Cabrera, Pedro.	

Modelos de predicción neuro-borrosos para un aerogenerador en una planta de fabricación industrial	75
Chicaiza, W.D.; Gómez, J.; Camacho, P.G.; Escaño, J.M.	
Integration of artificial intelligence with automation for predictive maintenance in sustainable hydrogen production plants.....	81
Abiola, A O.; Segura, F M.; Andújar, J M.; Barragán, A. J.	
Hacia la gestión de comunidades energéticas con Aprendizaje por Refuerzo	89
Arnay del Arco, R.; Riverón-Miranda, I.; Hamilton-Castro, A.; Torres-Álvarez, S.; González-Cava, J.M.; Castilla, I.; González Díaz, B.; Méndez-Pérez, J.A.	
Ajuste multiobjetivo de PID's robustos para el control de temperatura de una pila tipo PEM	92
Veyna, U.; Blasco, X.; Herrero, J.M.; Pajares, A.; Ramos, C.	

La docencia en ingeniería de control frente a la inteligencia artificial generativa

Barragán, A. Javier^{a,*}, Segura, Francisca^a, Martínez, Miguel A.^a, Andújar, José M.^a

^aCentro de Investigación en Tecnología, Energía y Sostenibilidad (CITES), Universidad de Huelva, ctra. Huelva-Palos s/n, 21819, Palos de la Ftra. (Huelva)

To cite this article: Barragán, A.J. et al. 2024. Control engineering in the face of artificial intelligence. XIX Simposio CEA de Control Inteligente. (2024)

Resumen

El auge reciente de las inteligencias artificiales (IAs), y más específicamente de las IAs generativas, está suponiendo la necesidad de un cambio de paradigma en las enseñanzas universitarias. La capacidad de las IAs de crear contenido, elaborar memorias, resúmenes y resolver problemas incluso complejos, debe provocar un cambio en muchos de los sistemas de evaluación que se venían utilizando; o al menos, una toma en consideración de la posibilidad que tiene nuestro alumnado de utilizar estas nuevas herramientas para la realización de sus tareas. En el presente artículo se pretende comprobar la capacidad de las principales IAs disponibles actualmente para la realización de tareas relacionadas con la ingeniería de control, tanto teóricas como prácticas. Los resultados demuestran que las IAs actuales aún no son capaces de resolver problemas de control, y se centran en utilizar recetas típicas no siempre convenientes; sin embargo, sí presentan buenos resultados en lo que respecta a conocimientos teóricos generales.

Palabras clave: Análisis, IA, Ingeniería de control, Inteligencia artificial, PID, teoría.

Teaching in control engineering vs generative artificial intelligence

Abstract

The recent rise of generative artificial intelligences (AIs), and more specifically generative AIs, is bringing about the need for a paradigm shift in university education. The capacity of AIs to create content, elaborate memories, summaries and solve even complex problems, should provoke a change in many of the evaluation systems that have been used; or at least, a consideration of the possibility that our students have to use these new tools to carry out their tasks. In this paper, the aim is to test the capability of the main AIs currently available for the performance of tasks related to control engineering, both theoretical and practical. The results show that current AIs are not yet capable of solving control problems, and focus on using typical recipes that are not always convenient; however, they do perform well in terms of general theoretical knowledge.

Keywords: Analysis, AI, Artificial intelligence, Control engineering, PID, theory.

1. Introducción

Las inteligencias artificiales (IAs) pueden eliminar las limitaciones humanas respecto a la capacidad de adquirir información, retención de conocimientos y los sesgos cognitivos mediante un análisis exhaustivo de los datos y la extracción de patrones (Wang, 2022). La acelerada evolución de las IAs generativas (con capacidad para generar información) está redefiniendo cómo vivimos y trabajamos en una gran variedad de sectores (Wang et al., 2023). Por supuesto, el contexto educativo no es ajeno a estos cambios y se ha visto necesariamente afectado por su utilización (Jiayu, 2023). Las IAs generativa

está transformando el panorama educativo en las universidades, ofreciendo tanto oportunidades como desafíos para la docencia (Yeralan y Lee, 2023) y la investigación (Zhang y Shi, 2021). La adopción de estas tecnologías promete revolucionar la manera en que el estudiantado aprende y cómo las instituciones educativas enseñan y evolucionan (Popenici y Kerr, 2017). En particular, las herramientas de IAs generativas, como las Redes Generativas Antagónicas (GANs) y modelos como GPT, están siendo integradas en el aula para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ruiz-Rojas et al., 2023; Bethencourt-Aguilar et al., 2023; Walczak y Cellary, 2023). Sin embargo,

*Autor para correspondencia: antonio.barragan@diesia.uhu.es
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

hay que ser conscientes de que el uso de las IAs va a plantear retos en los enfoques docentes tradicionales, y exigirá cambios en los planes de estudio, la alfabetización digital y la ética universitaria para poder garantizar una educación adecuada y eficaz en el nuevo contexto (Walczak y Cellary, 2023).

Desde el punto de vista docente, la IA generativa ofrece ventajas significativas para el auto-aprendizaje y la autoevaluación (Rybiński y Kopciuszewska, 2020; Yin, 2021). Estas herramientas pueden proporcionar experiencias educativas personalizadas y enriquecedoras (Jiayu, 2023), adaptando los materiales educativos a las necesidades individuales y preparando al estudiantado para las demandas del también cambiante mercado laboral (Ruiz-Rojas et al., 2023). Las IAs también pueden ayudar a los y las docentes a detectar el comportamiento de su alumnado (Lopez-Carreño et al., 2022), analizar los datos de su aprendizaje para ofrecer resultados de evaluación y comentarios en tiempo real (Jiayu, 2023), o realizar evaluaciones técnicas y creativas de proyectos complejos (Divasón et al., 2023). Además, la IA puede apoyar la creación de modos de enseñanza práctica, integrando el contenido de enseñanza en escenarios específicos y gestionando el proceso de enseñanza de manera inteligente (Yang et al., 2020). En titulaciones STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) estas oportunidades se ven aumentadas por su estrecha relación con la tecnología (Wang et al., 2023). Por ejemplo, Las IAs actuales ya han sido capaces de difuminar la barrera existente entre el profesorado y los asistentes artificiales, lo que les permite mejorar las tutorías del estudiantado de enseñanzas superiores y facilitar su acceso a explicaciones inmediatas y solución de dudas o problemas (Hemachandran et al., 2022).

Sin embargo, la IA generativa también plantea riesgos significativos para la evaluación adecuada de los trabajos del estudiantado, y existe actualmente una gran preocupación por la posibilidad de deshonestidad académica (Yeralan y Lee, 2023). La capacidad de estas tecnologías para generar diálogos interactivos y textos significativos puede llevar a su uso indebido, dificultando la distinción entre el trabajo original y el contenido generado por IA (Yeralan y Lee, 2023). Por ejemplo, algunos estudiantes pueden hacer un uso inapropiado de las IAs utilizándolas como sustituto del pensamiento propio y el esfuerzo de investigación, lo que resulta en un deterioro de la integridad académica (Lund y Ting, 2023). Los verificadores de plagio han mejorado su capacidad para detectar contenidos generados mediante IA; no obstante, es muy probable que resultados producidos por IA sean catalogados como originales (Khalil y Er, 2023). Como suele suceder, la tecnología para generar y detectar avanza simultáneamente, cada una impulsando el desarrollo de la otra, por lo que una vez más, la educación en el uso se hace más importante que la insistencia en su persecución. Desde la perspectiva de los valores y la ética, el estudiantado necesita orientación sobre cómo utilizar la IA de forma eficaz, responsable y eficiente para su propio aprendizaje, y debe aprender a adoptar un pensamiento crítico a la hora de aceptar contenidos generados, explorar combinaciones de herramientas complementarias y promover comportamientos fomentados o desaconsejados al utilizar la IA para su aprendizaje (Jiayu, 2023). Educar a los y las estudiantes en los principios y mecanismos de funcionamiento de la inteligencia artificial les debe ayudar a comprender las limitaciones y los riesgos potenciales de las

aplicaciones de IA generativa. Además, existen preocupaciones sobre la privacidad de los datos, la opacidad y la explicabilidad de los algoritmos, que llevan a la necesidad de desarrollar conocimientos digitales y de uso ético de la IA entre los y las estudiantes (Yu y Guo, 2023; Stone, 2023).

Con sus ventajas e inconvenientes, las IAs son una nueva realidad que está dando lugar a un cambio en cuanto a lo que se considera parte del conjunto de herramientas esenciales del individuo moderno, hasta el punto de que algunos autores consideran el acceso a la IA un derecho del individuo en el mundo actual: “al igual que las habilidades tradicionales de alfabetización se han asociado con los derechos individuales, la comprensión de la IA es esencial en la era de la IA” (Yi, 2021). Incluso la propia UNESCO está creando un marco de competencias sobre la IA para profesorado y estudiantado, cuyo borrador fue presentado en el *Digital Learning Week* en septiembre de 2023 (UNESCO, 2023). Por lo tanto, como profesionales de la enseñanza debemos conocer las ventajas que las IAs pueden ofrecernos, así como sus debilidades y carencias. Este artículo intenta realizar un primer análisis de las capacidades de las principales IAs actuales en lo referente a las materias del ámbito de la Ingeniería de Control, tanto a nivel teórico como práctico. Para ello, este trabajo se organiza en los siguientes apartados: después de esta introducción, en la sección 2 se explicará el caso de estudio, donde se describirán las IAs escogidas para su análisis y las preguntas a realizar. A continuación, en la sección 3, se presentarán los resultados obtenidos y una discusión de los mismos. Finalmente, se presentarán algunas conclusiones y posibles trabajos futuros.

2. Caso de estudio

En primer lugar se deben elegir una serie de IAs para su puesta a prueba. Dada la explosión actual de aplicaciones y herramientas basadas en IAs, se hace imposible ponerlas a pruebas todas ellas, por lo que se han escogido aquellas más conocidas y fácilmente accesibles: ChatGPT 3.5 (OpenAI, 2022), Copilot (modo más preciso) (Microsoft Corporation, 2024), Meta Llama 3 (modelo 70b-8192) (Meta Platforms, Inc., 2022) y Gemini 1.0 Pro (Google AI, 2024).

Para poner a prueba las capacidades de estas IAs se generará una rúbrica con preguntas tanto teóricas como prácticas, intentando cubrir aspectos sencillos y algo más complejos. En cualquier caso se harán preguntas adecuadas a un nivel de graduado en ingeniería, ya que es el nivel donde se concentra el mayor número de alumnos y alumnas de esta disciplina.

Las respuestas aportadas por las IAs se calificarán según una escala Likert de 5 valores (Likert, 1932): (1) Muy baja calidad, (2) Baja calidad, (3) Calidad media, (4) Buena calidad, (5) Alta calidad. Además, también se valorará de forma global la extensión de las respuestas y su formato (estética, utilización de ecuaciones, ejemplos, etc.).

2.1. Preguntas del bloque teórico

1. **PT1a.** Explique las diferencias fundamentales entre un sistema estático y uno dinámico.
2. **PT1b.** Dentro del ámbito de la Ingeniería de Control, explique las diferencias fundamentales entre un sistema estático y uno dinámico.

3. **PT2.** Demuestre la relación entre los polos de una función de transferencia y los autovalores de la matriz dinámica de un modelo de estado del mismo sistema.
4. **PT3.** Explique cuáles son las componentes de un controlador PID, indicando para qué sirve cada una de ellas, sus ventajas y sus inconvenientes.
5. **PT4.** Bajo qué circunstancias se recomienda añadir cada una de las componentes del controlador PID.

Se han escogido 4 preguntas que cubren los aspectos fundamentales de automática básica. La primera pregunta se ha redactado de dos formas distintas (PT1a y PT1b) lo que permitirá evaluar la importancia de la redacción de las preguntas en el resultado obtenido.

2.2. Preguntas del bloque práctico

1. **PP1.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s + 1)^2$, diseñe un controlador PID para dicho sistema.
2. **PP2.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s + 1)^2$, diseñe un controlador P, PI, PD o PID, según sea necesario, para obtener un sistema en lazo cerrado con error de posición del 10 %.
3. **PP3.** Dado el sistema $G(s) = 1/(s(s + 1)^2)$, diseñe un controlador P, PI, PD o PID, según sea necesario, para obtener un sistema en lazo cerrado con error de posición nulo y un sobreimpulso menor del 20 %.
4. **PP4.** Genere un código de MATLAB completo para simular la planta en lazo abierto y en lazo cerrado con el controlador que has diseñado.

Para las preguntas prácticas se han escogido una par de sistemas de los propuestos por Åström y Hägglund (2000), de forma que se pueda evaluar la capacidad de las IAs para escoger el controlador adecuado y realizar el diseño con distintos requisitos.

Nota aclaratoria. En algunas situaciones las IAs se quedan bloqueadas o paran de responder. Esto suele suceder porque han sobrepasado el tiempo de respuesta que tienen prefijado. En esos casos simplemente se les pidió continuar y de esta forma se les permitió terminar la explicación interrumpida.

3. Resultados y discusión

En primer lugar se debe realizar una aclaración: las respuestas de las IAs generativas no son siempre las mismas, incluso cuando el comando (*prompt*) es exactamente idéntico. Su forma de trabajar internamente, así como las continuas actualizaciones de su base de conocimiento, provocan cambios en las respuestas que hacen imposible realizar un análisis exhaustivo de su “conocimiento” real. En este trabajo se ha tomado una única respuesta por cada una de las IAs estudiadas. Tenga en cuenta este hecho si pretende replicar los resultados, ya que pueden diferir de los aquí mostrados. Además, evidentemente la evaluación es subjetiva, por lo que podría no coincidir con la presentada a continuación.

Los resultados obtenidos en la rúbrica de las preguntas teóricas se muestran en la Tabla 1.

3.1. Bloque teórico

Tabla 1: Resultados teóricos.

	ChatGPT 3.5	Copilot	Llama 3	Gemini
PT1a	5	5	5	4
PT1b	5	4	3	4
PT2	4	3	4	3
PT3	5	4	4	2
PT4	5	5	4	5
Media	4,8	4,2	4	3,6

En general, y salvo algunos errores y omisiones no muy importantes, la mayoría de las IAs dan unas respuestas adecuadas a las preguntas planteadas, sin entrar en gran detalle ni profundizar en la materia. Evidentemente, si se planteasen las preguntas de otra forma o se solicitasen más detalles de algún aspecto concreto, se entiende que las respuestas serían más adecuadas en este sentido. El mayor de los errores podría considerarse que lo ha cometido Gemini en la respuesta a la pregunta PT3, al indicar que la acción integral reduce la oscilación del sistema.

Todas las IAs suelen comenzar las respuestas con una introducción o contextualización (lo que puede ser muy de agradecer en el caso de ser utilizada por un/a estudiante), para continuar con la respuesta y, al finalizar, suelen realizar un breve resumen.

Analizando las respuestas a las preguntas PT1a y PT1b se observa que es muy importante realizar las preguntas con el suficiente detalle, ya que de lo contrario las respuestas pueden ser muy genéricas. Respecto de la pregunta PT2, solo Llama3 hizo la demostración matemática, aunque innecesariamente compleja y con algunos errores. ChatGPT hizo una demostración conceptual, correcta pero no formal, mientras que Llama3 y Gemini se limitaron a explicar el concepto y su importancia sin realizar la demostración solicitada. Finalmente, las respuestas a la pregunta PT3 fueron correctas, salvo el error ya comentado de Gemini, aunque poco completas. ChatGPT sí que dio una respuesta más completa que el resto en esta pregunta. Las respuestas a PT4 fueron de forma general correctas, más completas y detalladas en algunas IAs que en otras, pero todas aceptables.

3.2. Bloque práctico

Los resultados obtenidos en la rúbrica de las preguntas prácticas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados prácticos

	ChatGPT 3.5	Copilot	Llama 3	Gemini
PP1	3	3	4	5
PP2	2	1	3	2
PP3	1	1	1	2
PP4	1	5	5	1
Media	1,75	2,5	3,25	2,5

Al observar los resultados obtenidos frente a los problemas prácticos, se puede observar que estos son bastante peores que los obtenidos en las preguntas teóricas. Salvo alguna excepción en los problemas más simples, las IAs son incapaces de realizar un diseño de un controlador correctamente. Se puede observar que tienden a emplear el método de Ziegler-Nichols de forma

mecánica; al igual que añaden un integrador cuando se solicita error de seguimiento nulo, independientemente de si la planta ya lo posee o no. Por lo tanto, aunque a veces han podido acertar, seguramente de casualidad por la sencillez del problema planteado, en ningún caso debería considerar el uso de las IAs para diseñar controladores dadas sus frecuentes errores de planteamiento y diseño.

Respecto a la generación de código sí que se observa unas respuestas más adecuadas en Copilot y Llama3, no así en Gemini, que entregó un código completamente erróneo. ChatGPT generó un código que podría ser útil y ayudar a personas con problemas para programar, pero contenía errores a la hora de definir la planta del sistema. Hay que tener en cuenta que no se solicitó un código específico para realizar un simulación con datos dados, si no que se solicitó un código para realizar la simulación de un diseño previamente realizado por la propia IA. Por lo tanto, esta concatenación de solicitudes, la segunda depende de la primera, puede dificultar que las IAs generen el código adecuado.

3.3. Formato

Finalmente, los resultados sobre el formato y la claridad en la presentación de los resultados se muestran en la tabla 3

Tabla 3: Resultados formato.

	ChatGPT 3.5	Copilot	Llama 3	Gemini
Formato	5	4	4	5

ChatGPT formatea el texto en sus respuestas, con listas, negritas y tabulaciones que ayudan a dar una aspecto agradable y claro. Además, es capaz de escribir ecuaciones en forma gráfica, lo que ayuda enormemente en nuestro campo de estudio. Como único inconveniente, a no ser que se le solicite de forma expresa, no clarifica sus respuestas con ejemplos.

Copilot también utiliza texto formateado de forma adecuada, pero tiene la limitación de no representar ecuaciones. Aunque a veces incluye algún ejemplo, son poco clarificadores y muy simples.

Llama3, al igual que Copilot, también utiliza texto formateado de forma adecuada y tiene la limitación de no utilizar ecuaciones gráficas. Curiosamente, a pesar de ser la única que realizó la demostración matemática de la pregunta PT2, utiliza texto plano y símbolos ASCII para representar las ecuaciones, lo que da poca legibilidad a los resultados.

Finalmente, las respuestas de Gemini tienen un formato muy cuidado, tanto en el texto como con el uso de listas y tablas para comparar características, aunque no es capaz de representar ecuaciones de forma gráfica. Utiliza ejemplos claros y útiles, y realiza resúmenes interesantes. Además, una característica única respecto al resto de IAs analizadas en este documento, es que presenta referencias (normalmente páginas web) donde consultar más información o aclarar las respuestas; lo que puede ser muy útil en un contexto académico. Como problemas respecto del formato y la claridad de los resultados, debe destacarse que a veces presenta URL erróneas que la propia IA elimina, pero incomprensiblemente manteniendo el mensaje [*se quitó una URL no válida*], que no aporta nada.

4. Conclusiones y trabajos futuros

Mediante un estudio sencillo, en este trabajo se ha comprobado que las IAs actuales ya son capaces de ser una ayuda interesante al estudiantado en el ámbito de la ingeniería de control, al menos en el apartado teórico, tanto para resolver sus dudas como para ayudarlos en sus tareas docentes y en la codificación de las simulaciones. Sin embargo, es muy importante que al utilizar estas IAs se tenga un espíritu crítico, se comprueben los resultados y se analicen bajo un mínimo conocimiento de la materia, ya que comenten imprecisiones, son poco concretas en sus respuestas y, a veces, caen en errores que pueden ser de importancia.

Las IAs son una herramienta relativamente reciente, pero con un potencial muy importante. Su auge no es casual, y es que se están convirtiendo en unas herramientas de ayuda en todos los ámbitos. Es de esperar que los resultados de las IAs vayan mejorando notablemente en los próximos años, ya que su popularidad no deja de crecer y son un nicho de negocio e inversión en la actualidad. En cualquier caso, si su popularidad y utilidad siguen en aumento, no tardarán en nacer IAs específicas para materias más complejas, como matemáticas avanzadas o la propia ingeniería de control, lo que podría provocar una pequeña revolución en su nuestro ámbito y en la forma de plantear nuestras asignaturas.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto *H2Integración&Control. Integración y Control de una planta piloto basada en hidrógeno para suministro energético en aplicaciones residenciales* (PID2020-116616RB-C3), Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Agencia Estatal de Investigación.

Referencias

- Bethencourt-Aguilar, A., Castellanos-Nieves, D., Sosa-Alonso, J. J., Area-Moreira, M., 2023. Use of generative adversarial networks (GANs) in educational technology research. *Journal of New Approaches in Educational Research*. DOI: 10.7821/naer.2023.1.1231
- Divasón, J., de Pison, F. J. M., Romero, A., de Cabezón, E. S., 2023. Artificial intelligence models for assessing the evaluation process of complex student projects. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 16, 694–707. DOI: 10.1109/TLT.2023.3246589
- Google AI, 2024. Gemini. URL: <https://llama.meta.com>
- Hemachandran, K., Verma, P., Pareek, P., Arora, N., Kumar, K. V. R., Ahan-ger, T., Pise, A., Ratna, R., 2022. Artificial intelligence: A universal virtual tool to augment tutoring in higher education. *Computational Intelligence and Neuroscience* 2022. DOI: 10.1155/2022/1410448
- Jiayu, Y., 2023. Challenges and opportunities of generative artificial intelligence in higher education student educational management. *Advances in Educational Technology and Psychology* 7 (9). DOI: 10.23977/aetp.2023.070914
- Khalil, M., Er, E., 2023. Will chatgpt get you caught? Rethinking of plagiarism detection. En: Zaphiris, P., Ioannou, A. (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies*. Springer Nature Switzerland, Cham, pp. 475–487.
- Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 1–55.
- Lopez-Carreño, J., Calvo-Lavado, C., Azpilcueta-Vasquez, M., Zárate-Pérez, E., 2022. Artificial-intelligence-based school assistant for detecting the behavior of university students. 2022 IEEE 2nd International Conference on

- Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER), 1–4.
DOI: 10.1109/ICALTER57193.2022.9964801
- Lund, B., Ting, W., 2023. Chatting about ChatGPT: How may AI and GPT impact academia and libraries? SSRN Electronic Journal.
DOI: 10.2139/ssrn.4333415
- Meta Platforms, Inc., 2022. Llama 3.
URL: <https://llama.meta.com>
- Microsoft Corporation, 2024. Copilot Pro.
URL: <https://copilot.microsoft.com>
- OpenAI, 2022. ChatGPT 3.5.
URL: <https://chat.openai.com>
- Popenici, S. A. D., Kerr, S., 2017. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 12.
DOI: 10.1186/s41039-017-0062-8
- Ruiz-Rojas, L. I., Acosta-Vargas, P., De-Moreta-Llovet, J., González-Rodríguez, M., 2023. Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. *Sustainability*.
DOI: 10.3390/su151511524
- Rybiński, K., Kopciuszewska, E., 2020. Will artificial intelligence revolutionise the student evaluation of teaching? A big data study of 1.6 million student reviews. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 46, 1127–1139.
DOI: 10.1080/02602938.2020.1844866
- Stone, C., 2023. Artificial intelligence in social work practice education. the potential use of generative ai for learning. *The Journal of Practice Teaching and Learning*.
DOI: 10.1921/jpts.v20i3.2192
- UNESCO, 2023. Guidance for generative AI in education and research.
URL: <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- Walczak, K., Cellary, W., 2023. Challenges for higher education in the era of widespread access to generative AI. *Economics and Business Review* 9, 71–100.
DOI: 10.18559/eb.2023.2.743
- Wang, J., Tan, Z., Zhou, F., Hu, Z., Fu, B., Wang, Y., 2023. Evaluation of the influence of artificial intelligence on college students' learning based on group decision-making method. *Journal of Artificial Intelligence Practice*.
DOI: 10.23977/jaip.2023.060805
- Wang, S., 2022. The day the AGI was born.
URL: <https://www.latent.space/p/everything-we-know-about-chatgpt>
- Yang, C., Huan, S., Yang, Y., 2020. A practical teaching mode for colleges supported by artificial intelligence. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.* 15, 195–206.
DOI: 10.3991/ijet.v15i17.16737
- Yeralan, S., Lee, L. A., 2023. Generative AI: Challenges to higher education. *Sustainable Engineering and Innovation*.
DOI: 10.37868/sei.v5i2.id196
- Yi, Y., 2021. Uspostavljanje koncepta UI pismenosti: Focusing on competence and purpose. *JAHK* 12 (2), 353–368.
DOI: 10.21860/j.12.2.8
- Yin, Y., 2021. Research on ideological and political evaluation model of university students based on data mining artificial intelligence technology. *J. Intell. Fuzzy Syst.* 40, 3689–3698.
DOI: 10.3233/jifs-189403
- Yu, H., Guo, Y., Jun. 2023. Generative artificial intelligence empowers educational reform: current status, issues, and prospects. *Frontiers in Education* 8.
DOI: 10.3389/educ.2023.1183162
- Zhang, E., Shi, W., 2021. The construction of university teachers' scientific research performance evaluation system under artificial intelligence. 2021 World Automation Congress (WAC), 287–290.
DOI: 10.23919/WAC50355.2021.9559607
- Åström, K., Hägglund, T., Åbr. 2000. Benchmark systems for pid control. *IFAC Proceedings Volumes* 33 (4), 165–166.
DOI: 10.1016/s1474-6670(17)38238-1