



Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas

Generative Artificial Intelligence and Education: An Analysis from Multiple Perspectives

Francisco José García-Peñalvo^a

^aDepartamento de Informática y Automática, Instituto de Ciencias de la Educación, Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, España

<http://orcid.org/0000-0001-9987-5584> fgarcia@usal.es

Director Científico / Editor-In-Chief *Education in the Knowledge Society* Journal

Palabras clave

chatGPT, inteligencia artificial, educación, academia.

RESUMEN

En la intersección entre la tecnología avanzada y la pedagogía, la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) está provocando, como poco, el replanteamiento de los paradigmas educativos tradicionales. Después de un año frenético en el avance de la IAGen, especialmente tras la aparición en escena de ChatGPT, se quiere explorar el impacto de la IAGen en el sector educativo, analizado desde las perspectivas de cuatro colectivos clave: profesorado, estudiantado, perfiles de toma de decisiones e ingenieros/as de software. Durante 2023 y lo que llevamos de 2024 se han realizado revisiones de literatura, entrevistas, encuestas, formaciones y observaciones directas de cómo se percibe la IAGen por personas que representan a los colectivos anteriormente mencionados dentro del contexto educativo. Se destaca cómo la IAGen ofrece oportunidades sin precedentes para, entre otros aspectos, personalizar el aprendizaje, mejorar la calidad de los recursos educativos u optimizar los procesos administrativos y de evaluación. Sin embargo, la IAGen aplicada a la educación tiene otra cara menos amable que se relaciona con recelos y desconfianzas, debidas, en muchas ocasiones a una falta de alfabetización en aspectos relacionados con la IA en general, pero bien fundamentados en otras ocasiones por las lagunas existentes en cuanto a aspectos legislativos, éticos, de seguridad o de influencia medioambiental. Este análisis revela que, aunque la IAGen tiene el potencial de transformar significativamente la educación, su implementación exitosa requiere un enfoque colaborativo y transversal que involucre a todos los actores del ecosistema educativo. A medida que exploramos este nuevo horizonte, es imperativo considerar las implicaciones éticas y garantizar que la tecnología se utilice de manera que signifique un beneficio para la sociedad en general, sin obviar los riesgos y retos que ya existen o que ineludiblemente aparecerán con el desarrollo acelerado de estas tecnologías tan extremadamente potentes.

Keywords

chatGPT, artificial intelligence, education, academia.

ABSTRACT

At the crossroads of advanced technology and pedagogy, Generative Artificial Intelligence (GenAI) is, at the very least, prompting a reassessment of traditional educational paradigms. Following a frenetic year in the advancement of GenAI, particularly after the emergence of ChatGPT, there is an intent to explore the impact of GenAI on the educational sector, analysed from the perspectives of four key groups: teachers, students, decision-makers, and software engineers. Throughout 2023 and into 2024, literature reviews, interviews, surveys, training sessions, and direct observations have been conducted to gauge how GenAI is perceived by individuals representing these groups within the educational context. It is highlighted how GenAI offers unprecedented opportunities for, among other things, personalising learning, enhancing the quality of educational resources, and optimising administrative and assessment processes. However, the application of GenAI in education also has a less favourable aspect related to reservations and mistrust, often due to a lack of literacy in issues related to AI in general, but also well-founded in some cases due to gaps in legislative, ethical, security, or environmental impact aspects. This analysis reveals that, although GenAI has the potential to transform education significantly, its successful implementation requires a collaborative and cross-sectional approach involving all actors in the educational ecosystem. As we explore this new horizon, it is imperative to consider the ethical implications and ensure that technology is used to benefit society at large without overlooking the risks and challenges that already exist or will inevitably arise with the accelerated development of these extremely powerful technologies.

El volumen de 2023 de EKS abría con un artículo que se hacía eco del lanzamiento de ChatGPT y de las primeras repercusiones en el contexto educativo (García-Peñalvo, 2023c). Ahora que nos encontramos ante el mismo proceso, pero con respecto al volumen de 2024, aproximadamente un año después, podemos ver en retrospectiva un año de avances vertiginosos que difícilmente habiéramos podido predecir y que han provocado cambios y connotaciones importantes en muchos dominios de negocio debidos a lo que de forma general nos referimos como Inteligencia Artificial Generativa (IAGen), la cual se puede definir como la “Producción de contenidos sintéticos inéditos, en cualquier forma y para apoyar cualquier tarea, mediante modelización generativa” (García-Peñalvo & Vázquez-Ingelmo, 2023).

Por todo lo acontecido en este período de tiempo, ya se habla de 2023 como el año de la disrupción de la Inteligencia Artificial (IA) (Casal-Otero et al., 2023), debido fundamentalmente a que la IA se ha convertido en una realidad para la práctica totalidad de los dominios de negocio, se ha integrado en la vida cotidiana de los ciudadanos, se han hecho realidad cambios en la percepción de las actividades profesionales, pero, especialmente y sobre todo, se ha generalizado la generación automática de contenidos de cualquier tipo y con la calidad suficiente como para que estos contenidos se utilicen en contextos reales.

El foco de la IAGen en el momento de escribir el artículo editorial de EKS en 2023, fundamentalmente, giraba en torno a la aparición de la aplicación ChatGPT, que se entiende como un elemento disruptivo al ofrecer un *chatbot* de acceso libre a través de una interfaz extremadamente sencilla, que incrementa la experiencia del usuario, que ofrece respuestas útiles y verosímiles a peticiones realizadas en lenguaje natural. De hecho, fue tal la aceptación de ChatGPT que en 5 días había conseguido superar el millón de usuarios, mientras que a finales de enero de 2023 ya había conseguido los 100 millones de usuarios (Mahajan, 2023).

Técnicamente, ChatGPT se basa en GPT 3.5 (Brown et al., 2020), un *Large Language Model* (LLM) (Zhao et al., 2023) con una arquitectura de 175.000 millones de parámetros capaz de manejar una ventana de contexto de 4.096 *tokens* (equivalente, aproximadamente, a unas 2.500 palabras).

Como resultado de la aparición de ChatGPT se tienen posturas extremistas, que van desde el entusiasmo al miedo desmedido (Lim et al., 2023), desde la posición más ingenua de confianza absoluta hasta el desprecio más recalcitrante (Llorens-Largo, 2019).

Aproximadamente un año después, los avances en el mundo de la IAGen y de los LLM han sido sorprendentes por la cantidad, calidad y prestaciones, todo ello en un período de tiempo muy corto que nos lleva a pensar en la ley de los rendimientos acelerados de Ray Kurzweil (2001). Así, a principios de 2024 se puede considerar que ChatGPT es la aplicación de inteligencia artificial líder, con unos 14.000 millones de vistas (Sarkar, 2023) (aproximadamente 1.500 millones de visitas al mes) y unos 180 millones de usuarios (Duarte, 2024). Existe una versión de ChatGPT de pago (ChatGPT plus) y otra de acceso gratuito, lo cual ya genera una brecha en cuanto al acceso al conocimiento y posibilidades ofrecidas por estas herramientas. Desde una perspectiva técnica, ChatGPT plus se basa en GPT 4.0 (OpenAI, 2023a), con una ventana de contexto que varía entre las diferentes versiones del modelo, pero que está entre los 32K y los 128K *tokens*. La información sobre GPT 4.0 no se ha abierto a la comunidad. Se estima que es un modelo de unos 1,8 billones de parámetros organizado como un MoE (*Mixture of Experts*) (Shen et al., 2023), con 16 expertos de 111.000 millones de parámetros, más la parte troncal de 55.000 millones de parámetros, activándose solo dos expertos por cada inferencia (280.000 millones de parámetros) (Patel & Wong, 2023; Santana, 2023).

Un gran avance con respecto a enero de 2023 es que ChatGPT y, en general, GPT, no están solos, hay una gran cantidad de modelos que compiten por dar los mejores resultados y que se consumen a través de aplicaciones tipo chat, navegadores web, integradas en aplicaciones de todo tipo o herramientas integradas en los móviles. La lista de herramientas y tecnologías sería muy larga, solo se van a comentar por su relevancia la oferta de Google, a través de Bard y su potente familia de LLM denominada Gemini (McIntosh et al., 2023; Pichai & Hassabis, 2024), y la herramienta Copilot de Microsoft (Grush, 2023). La oferta de LLM crece constantemente, los cuales están siendo extendidos por los *Large Multimodal Models* (LMM) (Yang et al., 2023) que presentan habilidades multimodales, como la comprensión visual, como por ejemplo Gemini o GPT-4V (OpenAI, 2023b). Sin embargo, la mayoría de estos LLM se centran en el inglés como idioma para la interacción y realización de tareas (Held et al., 2023), lo que los hace un tanto débiles para entornos multilingües, especialmente en escenarios con pocos recursos. Para posibilitar que los LLM puedan ser efectivos en las diferentes lenguas, llegando sus beneficios a una mayor parte de la población mundial, se definen los *Multilingual Large Language Models* (MLLMs), que tienen la ventaja de manejar de forma integral múltiples idiomas (Qin et al., 2024).

No obstante, desde el punto de vista educativo, el resumen de este período tan intenso podría centrarse en el hecho de que la generación de contenido educativo en formato digital (texto, imagen, vídeo, presentaciones, audio, etc.) es una realidad, pero con el valor añadido de que estos contenidos tienen la suficiente calidad como para ser utilizados como materiales docentes o como resultados de una actividad docente (Fonseca-Escudero et al., 2023), sin posibilidad (en la mayoría de los casos) de detectar su origen con la suficiente certeza (Biderman & Raff, 2022; Sadasivan et al., 2024).

Sin embargo, el debate sobre la aplicación de la IA en la educación ha cambiado su foco. De las perspectivas tradicionales – que se centraban en (Wang & Cheng, 2021) – **aprender de la IA**, cuando la IA es el principal medio de aprendizaje del estudiantado (ej., tutores inteligentes (Zhong & Zhan, 2024), aprendizaje adaptativo o personalizado (Huang et al., 2023), robótica (Conde et al., 2021), etc.); **aprender sobre la IA**, cuando el objetivo es dotar tanto al estudiantado (futuros ciudadanos y profesionales) como al profesorado de las competencias adecuadas para desenvolverse en simbiosis con las diferentes IA (Long & Magerko, 2020); y **aprender con la IA**, cuando las herramientas de IA se utilizan para mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje (ej., analítica de aprendizaje (Yan et al., 2024), analítica académica (Garmpis et al., 2022), etc.) – a cómo enseñar y aprender en la era de la IA, teniendo que reflexionar sobre cómo se prepara a la población para un mundo en constante cambio, cómo influye la IA en los procesos de enseñanza/aprendizaje y cómo afectan los nuevos conocimientos, habilidades, competencias y valores para la vida y el trabajo en la era de la IA. Esto nos conduce a un escenario que no replica la tan manida lucha entre los humanos y las máquinas inteligentes, propia del imaginario colectivo de la ciencia ficción, sino que enfrenta, por los puestos de trabajo, a los humanos que han tenido acceso y formación en IA frente a los que no, definiéndose una nueva brecha tecnológica en la sociedad.

En este nuevo universo de posibilidades, las personas deberán formarse y alfabetizarse tecnológicamente para ser capaces de sumar a su inteligencia natural las oportunidades que se derivan de la inteligencia artificial, convirtiéndose en centauros digitales, que tendrán que tomar sus decisiones con el soporte de la IA (Marina, 2020).

IA Generativa: Visión de 360° sobre sus beneficios, riesgos y retos educativos

Se puede entender el aprendizaje como una ecología (García-Peñalvo, 2018) donde los componentes del ecosistema subyacente reflejan una mezcla entre elementos tecnológicos, cada vez más inteligentes y con mayor capacidad de prestación de servicios, y personas, ocupando diferentes roles.

Durante 2023 se ha tenido la oportunidad de participar en diversas actividades (cursos de formación y talleres (García-Peñalvo, 2023a), conferencias magistrales (García-Peñalvo, 2023b), revisiones de literatura (García-Peñalvo et al., 2024), estudios (Amo-Filva et al., 2023), comunidades de práctica (García-Peñalvo, 2023d), edición de monográficos en revistas académicas (Alier, García-Peñalvo, & Camba, 2024), etc., que han permitido observar, formar y entrevistar a los diferentes actores que conformarían un ecosistema de aprendizaje, con especial atención a la educación superior; pero no de forma exclusiva, con respecto a sus percepciones y usos de la IAGen. Con la experiencia obtenida, se ha venido trabajando en la definición de un marco de referencia que explique cómo ven la IAGen los grupos clave (profesorado, estudiantado, perfiles de toma de decisiones e ingenieros/as de software), diferenciando los elementos de potencial impacto positivo, los aspectos negativos y de riesgo, las buenas prácticas y los principales retos abiertos a corto, medio y largo plazo (García-Peñalvo, 2024b, 2024c). Esta visión paradójica entre lo positivo y lo negativo, entre los posibles beneficios, pero a costa de importantes esfuerzos y de no ignorar importantes riesgos, lo explican Griffiths et al. (2024) como el fruto del choque entre los paradigmas de transmisión de la comunicación y de coordinación de la comunicación que se dan en los procesos de enseñanza/aprendizaje, debido, fundamentalmente, a que el núcleo de la acción educativa consiste en la comunicación entre personas, es decir, conversaciones entre los actores, donde se incluyen los roles anteriormente identificados.

A continuación, se presenta la última revisión de este marco de referencia.

Profesorado

- *Impacto positivo:*
 - Enriquecimiento del contenido educativo (Cooper, 2023).
 - Fomento de la creatividad del profesorado (Nerantzi et al., 2023).
 - Mejora de la productividad del profesorado (Cotton et al., 2024).
 - Apoyo en la evaluación (Khan et al., 2023).
 - Apoyo al aprendizaje personalizado (Sallam, 2023).
 - Mejora la competencia digital docente (García San Martín, 2024).
- *Aspectos negativos y riesgos:*
 - Recelo a que el estudiantado use herramientas de IAGen (Johinke et al., 2023).
 - Sobrevaloración de la IAGen (Zapata-Ros, 2023).
 - Uso inadecuado de las herramientas de IAGen (Sabzalieva & Valentini, 2023).
 - Excesiva dependencia tecnológica (Llorens-Largo et al., 2023).
 - Pérdida de la autoría de los materiales académicos (Gašević et al., 2023).

- Despersonalización del proceso de enseñanza/aprendizaje (Lee, 2023).
- Ataques contra la privacidad de las personas (Iskender, 2023).
- *Buenas prácticas:*
 - Necesidad de formación continua del profesorado (Choi et al., 2023).
 - Integración equilibrada de la IAGen en el diseño instruccional de las materias (García-Peñalvo et al., 2024).
 - Fomento del comportamiento ético y de la protección de datos (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023).
 - Desarrollo de contenido educativo complementario (Sabzalieva & Valentini, 2023).
 - Utilización de las herramientas de IAGen como asistentes virtuales para el profesorado (Crawford et al., 2023).
 - Búsqueda de nuevas formas de evaluación y soporte en el proceso de evaluación (García-Peñalvo, 2024a).
- *Retos futuros:*
 - La transformación digital y la innovación educativa en el aula pasa por integrar de forma natural a la Inteligencia Artificial en los espacios docentes (Martínez-Arboleda, 2024).
 - El desarrollo colaborativo de modelos de lenguaje más específicos y económicos de sostener (por ejemplo, *Small Language Models* (SLM) (Ghosh, 2023).

Estudiantado

- *Impacto positivo:*
 - Mejora de su pensamiento crítico y de su creatividad (Vartiainen & Tedre, 2023).
 - Facilitación del prototipado de ideas (Iskender, 2023).
 - Soporte para el aprendizaje personalizado (Gilson et al., 2023).
 - Mejora de la productividad del estudiantado (Crawford et al., 2023).
 - Acceso a más recursos educativos, que también pueden ser más innovadores (Denny et al., 2024).
 - Mejora de la competencia digital del estudiantado (Kartal, 2023).
- *Aspectos negativos y riesgos:*
 - Uso deshonesto (Gallent-Torres & Comas-Forgas, 2024).
 - Aprendizaje superficial (Mustak et al., 2023).
 - Contenido generado con errores (Mustak et al., 2023) o inventado (alucinaciones) (Li et al., 2024), unido a una posible falta de conocimiento del estudiantado para curar la información recibida (Llorens-Largo et al., 2023).
 - Barreras para el desarrollo del pensamiento crítico y de la creatividad del estudiantado (Thurzo et al., 2023).
 - Despersonalización del proceso de enseñanza/aprendizaje (Lee, 2023).
 - Acceso no equitativo a este tipo de tecnologías (Evans et al., 2023).
- *Buenas prácticas:*
 - Soporte y desarrollo de las competencias lingüísticas (Cotton et al., 2024) y de escritura (Crawford et al., 2023).
 - Capacidad para resumir información en diferentes formatos (texto, mapas mentales, etc.) (Pavlik, 2023).
 - Utilización de las herramientas de IAGen como asistentes virtuales para el estudiantado (García-Peñalvo, 2023c).
 - Uso de las herramientas de IAGen como oponente socrático (Choi et al., 2023).
 - Concienciación ética del estudiantado (Tlili et al., 2023).
- *Retos futuros:*
 - Preparación para el futuro laboral en la era de la IA (Aoun, 2018).
 - Necesidad de formación continua y aprendizaje informal (Choi et al., 2023).

Perfiles de toma de decisiones

- *Impacto positivo:*
 - Mejora de la eficiencia administrativa (Llorens-Largo & García-Peñalvo, 2023).
 - Mejora de la analítica académica (de Souza Zanirato Maia et al., 2023).
 - Enriquecimiento del proceso educativo (Llorens-Largo et al., 2023).
 - Aumento de la competitividad (Hannan & Liu, 2023).
- *Aspectos negativos y riesgos:*
 - Desigualdad en el acceso a estas tecnologías (Leal Filho et al., 2024).
 - Problemas derivados de la seguridad y privacidad de los datos (Pedreño Muñoz et al., 2024).

- Dependencia tecnológica de empresas privadas (Alier, García-Peñalvo, & Camba, 2024).
- Sesgos en las fuentes de entrenamiento que se reproducen en los datos sintéticos generados (Bartlett & Camba, 2024).
- Impacto medioambiental (Cooper, 2023).
- *Buenas prácticas:*
 - Formación del estudiantado, personal de servicio y del profesorado (Pedreño Muñoz et al., 2024).
 - Revisión de los métodos de enseñanza (Denny et al., 2024).
 - Búsqueda de nuevos formatos de evaluación (Pearce & Chiavaroli, 2023).
 - Elaboración de códigos éticos y de directrices generales (Masters, 2023).
 - Colaboración y establecimiento de estrategias con otras instituciones educativas (Llorens-Largo & García-Peñalvo, 2023).
- *Retos futuros:*
 - Revisión de los contenidos curriculares (Johinke et al., 2023).
 - Integración de la IA en la estrategia de transformación digital institucional (Llorens-Largo & García-Peñalvo, 2023).
 - Mejora de la gestión del cambio (Pedreño Muñoz et al., 2024).
 - Aseguramiento de la equidad y el acceso a la IAGen (Verma et al., 2023).

Ingenieros/as de software (para el desarrollo de nuevas tecnologías educativas)

- *Impacto positivo:*
 - Innovación y creatividad en las tecnologías para el aprendizaje (Bozkurt, 2023).
 - Evolución de los ecosistemas tecnológicos para el aprendizaje (Vázquez-Ingelmo et al., 2022).
- *Aspectos negativos y riesgos:*
 - Sesgos en las fuentes de entrenamiento (Vardi, 2023).
 - Complejidad en el desarrollo, despliegue y mantenimiento de las aplicaciones educativas inteligentes (Bandi et al., 2023).
 - Dependencia de API de terceros (Llorens-Largo & García-Peñalvo, 2023).
 - Problemas de seguridad y privacidad de los datos (Gupta et al., 2023).
 - Impacto medioambiental (Berthelot et al., 2023).
- *Buenas prácticas:*
 - Mejora de la experiencia de usuario de las tecnologías para el aprendizaje (Hyun Baek & Kim, 2023).
 - Desarrollo de una IA ética (Prem, 2023) y explicable (Khosravi et al., 2022).
- *Retos futuros:*
 - Definición de una nueva generación de aplicaciones educativas (Lytras, 2023) (*smart apps* (Alier, Casañ, & Amo, 2024; Alier, García-Peñalvo, & Camba, 2024)).
 - Interdisciplinariedad para asegurar que las personas aprendan (Hodges & Kirschner, 2024).
 - Actualización tecnológica constante (wael Al-khatib, 2023).
 - Reducción del impacto medioambiental (Chien et al., 2023).

A modo de reflexión

La tecnología, en su esencia, no es inherentemente buena ni mala, pero tampoco es neutral (Kranzberg, 1986); su impacto se deriva de cómo se aplica y se integra en los sistemas existentes. La adopción de herramientas de IAGen, como ChatGPT, por parte de estudiantes de todos los niveles educativos es reflejo de su penetración en la vida cotidiana. Estudios en Estados Unidos ya presentan una adopción de la IAGen por el estudiantado universitario del 49% en el último semestre de 2023, combinando tanto actividades académicas como para otros dominios, realizadas tanto por usuarios habituales como esporádicos de estas tecnologías (Tyton Partners, 2023). Por todo ello, se puede afirmar que nos encontramos ante la primera generación de docentes que se tiene que enfrentar a un estudiantado equipado con dispositivos tecnológicos de última generación y acceso instantáneo a la IA (Álvarez, 2023).

El rápido avance de la IA en la educación despierta tanto ilusión como preocupación. Mientras que el potencial para transformar radicalmente los procesos de enseñanza y aprendizaje es innegable, también lo es la necesidad de abordar con prudencia, pero audacia las nuevas posibilidades (Fernández Enguita, 2024). La tentación de prohibir estas herramientas en contextos educativos debe ceder paso a un esfuerzo consciente por entender lo que pueden aportar, especialmente en términos de análisis crítico y formulación de preguntas pertinentes.

Más allá de la disrupción digital inminente, la IA ofrece la oportunidad de avanzar hacia una transformación más profunda del sistema educativo. Sin embargo, esta transformación está aún en proceso y no se ha realizado completamente. Es fundamental que tanto profesores como estudiantes estén capacitados para usar la IA éticamente, destacando la importancia del pensamiento crítico para maximizar su potencial.

Además, resulta esencial generar comunidades de práctica donde el profesorado pueda compartir experiencias y apoyarse mutuamente, fomentando la innovación. Es crucial reconocer que muchos de los problemas identificados en el contexto educativo no son nuevos ni causados exclusivamente por tecnologías emergentes como ChatGPT; sin embargo, el impacto y la rapidez de la adopción de estas tecnologías están exacerbando algunos de estos desafíos.

La IA, especialmente con su capacidad para crear contenido indistinguible del generado por humanos y para interactuar en lenguaje natural, representa uno de los avances tecnológicos más disruptivos de nuestro tiempo. Aún estamos explorando las posibilidades, riesgos y desafíos que esta tecnología abre. Es imperativo que el futuro construido sobre esta base no sea moldeado exclusivamente por tecnólogos, sino en espacios de co-creación inter y transdisciplinaria que aseguren el desarrollo ético, seguro e inclusivo de estas tecnologías, que hasta hace poco podríamos haber considerado ciencia ficción.

Mientras navegamos por este nuevo paisaje tecnológico, debemos equilibrar la exploración audaz con un compromiso sólido hacia la ética y la equidad, asegurando que la educación del futuro aproveche lo mejor de la IA sin caer en sus posibles abismos.

Referencias

- Alier, M., Casañ, M. J., & Amo, D. (2024). Smart Learning Applications: Leveraging LLMs for Contextualized and Ethical Educational Technology. In *Proceedings TEEM 2023: Eleventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Bragança, Portugal, October 25–27, 2023*. Springer.
- Alier, M., García-Peñalvo, F. J., & Camba, J. D. (2024). Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 5-14. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.011>
- Álvarez, D. (2023). *Inteligencia Artificial en Educación: Oportunidades y Desafíos para el Aula del s.XXI* SIMO Educación 2023, Madrid, España. <https://bit.ly/3QLGBIG>
- Amo-Filva, D., Fonseca, D., Vernet, D., Torres, E., Muñoz Pastor, P., Caballero, V., Fernandez, E., Alier, M., García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., Llorens-Largo, F., Molina-Carmona, R., Conde, M. Á., & Hernández-García, Á. (2023). Usos y desusos del modelo GPT-3 entre estudiantes de grados de ingeniería. In J. A. Cruz Lemus, N. Medina Medina, & M. J. Rodríguez Fórtiz (Eds.), *Actas de las XXIX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática - JENUI 2023 (Granada, España, 5-7 de julio de 2023)* (Vol. 8, pp. 415-418).
- Aoun, J. E. (2018). *Robot-Proof. Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*. The MIT Press.
- Bandi, A., Adapa, P. V., & Kuchi, Y. E. (2023). The Power of Generative AI: A Review of Requirements, Models, Input-Output Formats, Evaluation Metrics, and Challenges. *Future Internet*, 15(8), Article 260. <https://doi.org/10.3390/fi15080260>
- Bartlett, K. A., & Camba, J. D. (2024). Generative Artificial Intelligence in Product Design Education: Navigating Concerns of Originality and Ethics. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 55-64. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.006>
- Berthelot, A., Jay, M., Lefevre, L., & Caron, E. (2023). Estimating the environmental impact of Generative-AI services using an LCA-based methodology. *Portail INRIA.HAL.SCIENCE*, Article hal-04346102. <https://inria.hal.science/hal-04346102>
- Biderman, S., & Raff, E. (2022). Fooling MOSS Detection with Pretrained Language Models. In *CIKM '22: Proceedings of the 31st ACM International Conference on Information & Knowledge Management (Atlanta, GA, USA, October 17 - 21, 2022)* (pp. 2933–2943). ACM. <https://doi.org/10.1145/3511808.3557079>
- Bozkurt, A. (2023). Generative artificial intelligence (AI) powered conversational educational agents: The inevitable paradigm shift. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1), 198-204. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7716416>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv*, Article arXiv:2005.14165v4 <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), Article 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>

- Chien, A. A., Lin, L., Nguyen, H., Rao, V., Sharma, T., & Wijayawardana, R. (2023). Reducing the Carbon Impact of Generative AI Inference (today and in 2035). In *HotCarbon '23: Proceedings of the 2nd Workshop on Sustainable Computer Systems (Boston, MA, USA, 9 July 2023)* (pp. Article 11). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3604930.3605705>
- Choi, E. P. H., Lee, J. J., Ho, M. H., Kwok, J. Y. Y., & Lok, K. Y. W. (2023). Chatting or cheating? The impacts of ChatGPT and other artificial intelligence language models on nurse education. *Nurse Education Today*, *125*, Article 105796. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105796>
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Fostering STEAM through Challenge Based Learning, Robotics and Physical Devices: A systematic mapping literature review. *Computer Application in Engineering Education*, *29*, 46-65. <https://doi.org/10.1002/cae.22354>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, *32*, 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, *61*(2), 228-239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Crawford, J., Cowling, M., & Allen, K. A. (2023). Leadership is needed for ethical ChatGPT: Character, assessment, and learning using artificial intelligence (AI). *Journal of University Teaching and Learning Practice*, *20*(3). <https://doi.org/10.53761/1.20.3.02>
- de Souza Zanirato Maia, J., Arantes Bueno, A. P., & Sato, J. R. (2023). Applications of Artificial Intelligence Models in Educational Analytics and Decision Making: A Systematic Review. *World*, *4*(2), 288-313. <https://doi.org/10.3390/world4020019>
- Denny, P., Prather, J., Becker, B. A., Finnie-Ansley, J., Hellas, A., Leinonen, J., Luxton-Reilly, A., Reeves, B. N., Santos, E. A., & Sarsa, S. (2024). Computing Education in the Era of Generative AI. *Communications of the ACM*, *67*(2), 56-67. <https://doi.org/10.1145/3624720>
- Duarte, F. (2024, March 27th). *Number of ChatGPT Users (Apr 2024)*. <https://bit.ly/3NWOEvH>
- Evans, O., Wale-Awe, O. I., Emeka, O., Ayoola, O. O., Alenoghena, R., & Adeniji, S. (2023). ChatGPT impacts on access-efficiency, employment, education and ethics: The socio-economics of an AI language model. *Bizecons Quarterly*, *16*. <https://d66z.short.gy/23XlQI>
- Fernández Enguita, M. (2024). Inteligencia aumentada y avanzada para aprender y enseñar. *Cuadernos de Pedagogía*(549).
- Flores-Vivar, J. M., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar*, *31*(74), 35-44. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Fonseca-Escudero, D., García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2023, 18-20 de octubre de 2023). *¿Qué viene la IA! ¿Estoy preparada/o?* VII Congreso Internacional sobre Innovación, Aprendizaje y Cooperación, CINAIC 2023, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10050857>
- Gallent-Torres, C., & Comas-Forgas, R. (2024). La llama de Prometeo: IA e integridad académica. *Cuadernos de Pedagogía*(549).
- García San Martín, M. J. (2024). ¿Qué lugar ocupa la IA en las competencias digitales de los docentes? *Cuadernos de Pedagogía*(549).
- García-Peñalvo, F. J. (2018). Ecosistemas tecnológicos universitarios. In J. Gómez (Ed.), *UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas* (pp. 164-170). Crue Universidades Españolas.
- García-Peñalvo, F. J. (2023a, 18-20 de octubre). *Discusión abierta sobre beneficios, riesgos y retos de la Inteligencia Artificial Generativa* VII Edición del Congreso Internacional sobre Innovación, Aprendizaje y Cooperación, CINAIC 2023, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10029703>
- García-Peñalvo, F. J. (2023b, 4 de diciembre). *La era de la inteligencia artificial generativa en educación* 4º Congreso de Educación, Innovación, Normalismo y Neuroeducación (CEINN 2023), Ciudad de México, México. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10255745>
- García-Peñalvo, F. J. (2023c). The perception of Artificial Intelligence in educational contexts after the launch of ChatGPT: Disruption or Panic? *Education in the Knowledge Society*, *24*, Article e31279. <https://doi.org/10.14201/eks.31279>
- García-Peñalvo, F. J. (2023d). Using ChatGPT for discovering conceptual classes in object-oriented modeling. In C. Nerantzi, S. Abegglen, M. Karatsiori, & A. M. Arboleda (Eds.), *101 creative ideas to use AI in education, A crowdsourced collection*. <https://bit.ly/48D87dq>

- García-Peñalvo, F. J. (2024a). Cómo afecta la inteligencia artificial generativa a los procesos de evaluación. *Cuadernos de Pedagogía*(549).
- García-Peñalvo, F. J. (2024b, 13 de marzo). *Escenarios de innovación educativa con Inteligencia Artificial Generativa* XIII Jornadas de Innovación Docente de la UNED, Facultad de Educación de la UNED, Madrid, España. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10808874>
- García-Peñalvo, F. J. (2024c, 24 January). *Generative Artificial Intelligence in Higher Education: A 360° Perspective* IFE Conference Special Event; Artificial Intelligence in Education Summit, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10499828>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence. *RIED: revista iberoamericana de educación a distancia*, 27(1), 9–39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- García-Peñalvo, F. J., & 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), 7-16. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2023.07.006>
- Garmpis, S., Maragoudakis, M., & Garmpis, A. (2022). Assisting Educational Analytics with AutoML Functionalities. *Computers*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/computers11060097>
- Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, Article 100130. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>
- Ghosh, B. (2023). The Rise of Small Language Models—Efficient & Customizable. *Medium*. <https://bit.ly/47pZktn>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A., & Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9, Article e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>
- Griffiths, D., Frías-Martínez, E., Tlili, A., & Burgos, D. (2024). A Cybernetic Perspective on Generative AI in Education: From Transmission to Coordination. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 15-24. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.008>
- Grush, A. (2023, November 16). Bing Chat is now Microsoft Copilot: What's new and is it better than ChatGPT? *Android Authority*. <https://d66z.short.gy/RqJxf3>
- Gupta, M., Akiri, C., Aryal, K., Parker, E., & Praharaj, L. (2023). From ChatGPT to ThreatGPT: Impact of Generative AI in Cybersecurity and Privacy. *IEEE Access*, 11, 80218-80245. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3300381>
- Hannan, E., & Liu, S. (2023). AI: new source of competitiveness in higher education. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 33(2), 265-279. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2021-0045>
- Held, W., Harris, C., Best, M., & Yang, D. (2023). A Material Lens on Coloniality in NLP. *arXiv*, Article arXiv:2311.08391v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.08391>
- Hodges, C. B., & Kirschner, P. A. (2024). Innovation of Instructional Design and Assessment in the Age of Generative Artificial Intelligence. *TechTrends*, 68(1), 195-199. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00926-x>
- Huang, A. Y. Q., Lu, O. H. T., & Yang, S. J. H. (2023). Effects of artificial Intelligence-Enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. *Computers & Education*, 194, Article 104684. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104684>
- Hyun Baek, T., & Kim, M. (2023). Is ChatGPT scary good? How user motivations affect creepiness and trust in generative artificial intelligence. *Telematics and Informatics*, 83, Article 102030. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2023.102030>
- Iskender, A. (2023). Holy or Unholy? Interview with Open AI's ChatGPT. *European Journal of Tourism Research*, 34, Article 3414. <https://doi.org/10.54055/ejtr.v34i.3169>
- Johinke, R., Cummings, R., & Di Lauro, F. (2023). Reclaiming the technology of higher education for teaching digital writing in a post—pandemic world. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(2), Article 01. <https://doi.org/10.53761/1.20.02.01>
- Kartal, G. (2023). Contemporary Language Teaching and Learning with ChatGPT. *Contemporary Research in Language and Linguistics*, 1(1), 59-70.
- Khan, R. A., Jawaid, M., Khan, A. R., & Sajjad, M. (2023). ChatGPT-Reshaping medical education and clinical management. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 39(2), 605-607. <https://doi.org/10.12669/pjms.39.2.7653>
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y.-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- Kranzberg, M. (1986). Technology and History: "Kranzberg's Laws". *Technology and Culture*, 27(3), 544-560. <https://doi.org/10.2307/3105385>

- Kurzweil, R. (2001, March 7, 2001). The Law of Accelerating Returns. *The Kurzweil Library + collections. Tracking breakthroughs in tech, science, and world progress*. <https://bit.ly/45kyYrH>
- Leal Filho, W., Ribeiro, P. C. C., Mazutti, J., Lange Salvia, A., Bonato Marcolin, C., Lima Silva Borsatto, J. M., Sharifi, A., Sierra, J., Luetz, J., Pretorius, R., & Viera Trevisan, L. (2024). Using artificial intelligence to implement the UN sustainable development goals at higher education institutions. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology, In Press*. <https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2327584>
- Lee, H. (2023). The rise of ChatGPT: Exploring its potential in medical education. *Anatomical sciences education, In Press*. <https://doi.org/10.1002/ase.2270>
- Li, J., Chen, J., Ren, R., Cheng, X., Zhao, W. X., Nie, J.-Y., & Wen, J.-R. (2024). The Dawn After the Dark: An Empirical Study on Factuality Hallucination in Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2401.03205v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.03205>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *International Journal of Management Education, 21*(2), Article 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Llorens-Largo, F. (2019, 13/02). Las tecnologías en la educación: características deseables, efectos perversos. *Universidad*. <https://bit.ly/3SxO72D>
- Llorens-Largo, F., & García-Peñalvo, F. J. (2023, 5 de diciembre). La inteligencia artificial en el gobierno universitario. *Universidad*. <https://bit.ly/46SSxbG>
- Llorens-Largo, F., Vidal, J., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Ya llegó, ya está aquí, y nadie puede esconderse: La inteligencia artificial generativa en educación. *Aula Magna 2.0*. <https://bit.ly/3tcq5Uh>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Honolulu, HI, USA, April 25 - 30, 2020)* (pp. 1–16). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Lytras, M. D. (2023). An Integrated Transformative Learning Strategy at National Level: Bold Initiatives Toward Vision 2030 in Saudi Arabia. In M. D. Lytras (Ed.), *Active and Transformative Learning in STEAM Disciplines* (pp. 281-296). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-618-420231014>
- Mahajan, V. (2023, October 13th). *100+ Incredible ChatGPT Statistics & Facts in 2024*. <https://bit.ly/48M9fdX>
- Marina, J. A. (2020). *Proyecto Centauro*. Ediciones KHAF.
- Martínez-Arboleda, A. (2024). *The Futures of Higher Education in the Age of Artificial Intelligence* 3rd Online Debate on the Future of Education, Metropolitan College, Greece. <https://d66z.short.gy/NWW7F5>
- Masters, K. (2023). Ethical use of artificial intelligence in health professions education: AMEE Guide No.158. *Medical Teacher, 45*(6), 574-584. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2186203>
- McIntosh, T. R., Sunsjak, T., Liu, T., Watters, P., & Halgamuge, M. N. (2023). From Google Gemini to OpenAI Q* (Q-Star): A Survey of Reshaping the Generative Artificial Intelligence (AI) Research Landscape. *arXiv*, Article arXiv:2312.10868v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.10868>
- Mustak, M., Salminen, J., Mäntymäki, M., Rahman, A., & Dwivedi, Y. K. (2023). Deepfakes: Deceptions, mitigations, and opportunities. *Journal of Business Research, 154*, Article 113368. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113368>
- Nerantzi, C., Abegglen, S., Karatsiori, M., & Arboleda, A. M. (Eds.). (2023). *101 creative ideas to use AI in education, A crowdsourced collection*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8355454>.
- OpenAI. (2023a). GPT-4 Technical Report. *arXiv*, Article arXiv:2303.08774v4. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- OpenAI. (2023b). *GPT-4V(ision) System Card*. OpenAI. <https://bit.ly/3TOD21h>
- Patel, D., & Wong, G. (2023, July 10th). *GPT-4 Architecture, Infrastructure, Training Dataset, Costs, Vision, MoE. Demystifying GPT-4: The engineering tradeoffs that led OpenAI to their architecture*. <https://bit.ly/3SbiU8r>
- Pavlik, J. V. (2023). Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism and Mass Communication Educator, 78*(1), 84-93. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577>
- Pearce, J., & Chiavaroli, N. (2023). Rethinking assessment in response to generative artificial intelligence. *Medical Education, 57*(10), 889-891. <https://doi.org/10.1111/medu.15092>
- Pedreño Muñoz, A., González Gosálbez, R., Mora Illán, T., Pérez Fernández, E. d. M., Ruiz Sierra, J., & Torres Penalva, A. (2024). *La inteligencia artificial en las universidades: Retos y oportunidades*. Grupo 1 Million Bot. <https://d66z.short.gy/izakDX>
- Pichai, S., & Hassabis, D. (2024). Our next-generation model: Gemini 1.5. *AI*. <https://d66z.short.gy/cT1911>
- Prem, E. (2023). From ethical AI frameworks to tools: a review of approaches. *AI and Ethics, 3*(3), 699-716. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00258-9>

- Qin, L., Chen, Q., Zhou, Y., Chen, Z., Li, Y., Liao, L., Li, M., Che, W., & Yu, P. S. (2024). Multilingual Large Language Model: A Survey of Resources, Taxonomy and Frontiers. *arXiv*, Article arXiv:2404.04925v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.04925>
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). *ChatGPT and artificial intelligence in higher education: Quick start guide* (ED/HE/IESALC/IP/2023/12). UNESCO and UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean (IESALC). <https://bit.ly/3oeYm2f>
- Sadasivan, V. S., Kumar, A., Balasubramanian, S., Wang, W., & Feizi, S. (2024). Can AI-Generated Text be Reliably Detected? *arXiv*, Article arXiv:2303.11156v3. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11156>
- Sallam, M. (2023). ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. *Healthcare*, 11(6), Article 887. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- Santana, C. (2023). *Lo que OpenAI NO quería que supieras sobre GPT4 - (De los MoEs a Mixtral)*. <https://bit.ly/3tK52Zk>
- Sarkar, S. (2023). *AI Industry Analysis: 50 Most Visited AI Tools and Their 24B+ Traffic Behavior*. Writerbuddy. <https://bit.ly/3TUVtBK>
- Shen, S., Hou, L., Zhou, Y., Du, N., Longpre, S., Wei, J., Chung, H. W., Zoph, B., Fedus, W., Chen, X., Vu, T., Wu, Y., Chen, W., Webson, A., Li, Y., Zhao, V., Yu, H., Keutzer, K., Darrell, T., & Zhou, D. (2023). Mixture-of-Experts Meets Instruction Tuning: A Winning Combination for Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2305.14705v2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.14705>
- Thurzo, A., Strunga, M., Urban, R., Surovková, J., & Afrashtehfar, K. I. (2023). Impact of Artificial Intelligence on Dental Education: A Review and Guide for Curriculum Update. *Education Sciences*, 13(2), Article 150. <https://doi.org/10.3390/educsci13020150>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1), Article 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Tyton Partners. (2023). *GenAI in Higher Education: Fall 2023 update time for class study*. Tyton Partners. <https://d66z.short.gy/xdMnMZ>
- Vardi, G. (2023). On the Implicit Bias in Deep-Learning Algorithms. *Communications of the ACM*, 66(6), 86–93. <https://doi.org/10.1145/3571070>
- Vartiainen, H., & Tedre, M. (2023). Using artificial intelligence in craft education: crafting with text-to-image generative models. *Digital Creativity*, 34(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/14626268.2023.2174557>
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2022). MetaViz – A graphical meta-model instantiator for generating information dashboards and visualizations. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(10), 9977-9990. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.09.015>
- Verma, G., Campbell, T., Melville, W., & Park, B.-Y. (2023). Navigating Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence: ChatGPT and Generative Models in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 34(8), 793-798. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2263251>
- wael Al-khatib, A. (2023). Drivers of generative artificial intelligence to fostering exploitative and exploratory innovation: A TOE framework. *Technology in Society*, 75, Article 102403. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102403>
- Wang, T., & Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K-12 schools incorporating Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100031. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100031>
- Yan, L., Martinez-Maldonado, R., & Gasevic, D. (2024). Generative Artificial Intelligence in Learning Analytics: Contextualising Opportunities and Challenges through the Learning Analytics Cycle. In *LAK '24: Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference (Kyoto Japan, March 18 - 22, 2024)* (pp. 101–111). ACM. <https://doi.org/10.1145/3636555.3636856>
- Yang, Z., Li, L., Lin, K., Wang, J., Lin, C.-C., Liu, Z., & Wang, L. (2023). The Dawn of LLMs: Preliminary Explorations with GPT-4V(ision). *arXiv*, Article arXiv:2309.17421v2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.17421>
- Zapata-Ros, M. (2023). Inteligencia Artificial y Educación ¿dónde estamos? *RED. El aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento*. <https://red.hypotheses.org/2607>
- Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., Min, Y., Zhang, B., Zhang, J., Dong, Z., Du, Y., Yang, C., Chen, Y., Chen, Z., Jiang, J., Ren, R., Li, Y., Tang, X., Liu, Z., Liu, P., Nie, J.-Y., & Wen, J.-R. (2023). A Survey of Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2303.18223v13. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>
- Zhong, X., & Zhan, Z. (2024). An intelligent tutoring system for programming education based on informative tutoring feedback: system development, algorithm design, and empirical study. *Interactive Technology and Smart Education*, In Press. <https://doi.org/10.1108/ITSE-09-2023-0182>