

Presentación del número especial “IA generativa, ChatGPT y Educación. Consecuencias para el Aprendizaje Inteligente y la Evaluación Educativa”

Presentation of the special issue “Generative AI, ChatGPT and Education. Consequences for Intelligent Learning and Educational Evaluation”

Lourdes Guàrdia Ortiz
Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona. España
lguardia@uoc.edu

Zvi Bekerman
Hebrew University of Jerusalem. Jerusalem, Israel
zvi.bekerman@mail.huji.ac.il

Miguel Zapata Ros
Universidad de Murcia. Murcia, España
mzapata@um.es

Resumen

En julio de 2023, ante el auge de los LLM (*Large Language Models*), RED convocó este número especial sobre IA generativa y Educación, donde se prestase especial atención a sus consecuencias para el aprendizaje inteligente y la evaluación educativa.

Se quería dar espacio a contribuciones que incluyesen investigación relacionada con estos temas. Y también a experiencias sobre el aprendizaje inteligente y evaluación formativa en contextos ChatGPT.

Hoy, un año después, publicamos este número, con estas preguntas de carácter general

- ¿la IA tiene el potencial de revolucionar los métodos de enseñanza, la evaluación y la ayuda al alumno, existentes?
- el pensamiento creativo y la resolución de problemas son fundamentales en entornos modernos y muy complejos ¿Esta IA podría ayudar a los alumnos a enfrentarse a esos problemas?

También había otras cuestiones que podían ser planteadas como dudas de sus beneficios que se podrían resumir en ¿Cuáles son los impactos que se producirán cuando la IA generativa comience a servir como un socio activo en acciones sociales, creativas e intelectuales sostenidas, no sólo puntuales o como respuesta a preguntas aisladas? Ahora esos impactos en las prácticas que puedan existir son desconocidos. La otra intención era que, para abordar estas preguntas y en general la necesidad de un despliegue efectivo de los sistemas de IA en la educación, es preciso hacerlo desde un punto de vista teórico, más allá de los resultados que, sobre las interrogantes señaladas, nos proporcione la investigación empírica. Y que no guíe y dirija en nuevas encrucijadas, tanto en la investigación como la práctica.

Ese marco teórico, suponíamos entonces, nos proporcionará los asideros y las andaderas para garantizar que los principios, los valores y las construcciones confiables configuren el uso de la IA en la educación.

En las conclusiones vemos en qué escasa medida estas expectativas se han cumplido. Como consecuencia, lo que veíamos como una necesidad en esta convocatoria: la

importancia crítica de la teoría en el diseño, desarrollo y despliegue de la IA en la educación se ve necesaria ahora más que nunca, pero igualmente desasistidos. En esa perspectiva, nos seguimos planteando de forma crítica la relevancia y la continuidad de las teorías de aprendizaje ya existentes cuando la IA se constituya como una realidad en las aulas.

También reiteramos, por incumplida, la llamada a considerar nuevos marcos, modelos y formas de pensar. Nos referimos a aquellos que incluyen la presencia de agentes no humanos, que dudamos en llamar una nueva tecnología, porque se parece más a un socio activo que a una tecnología simple, como sucedía hasta ahora.

Ese planteamiento, siguiendo con las primeras conclusiones de insuficiencia en la respuesta, es precisamente lo que nos hace insistir en una serie de preguntas importantes para un futuro, precisamente sobre la revisión de las teorías de aprendizaje basadas en las configuraciones existentes. Y en investigar cuáles serían en este caso sus alternativas.

Pero más allá de esas conclusiones generales el número especial ofrece, tras una extensa y exhaustiva difusión en su convocatoria la constancia de una escasa investigación empírica de casos prácticos en la aplicación de la IA generativa en educación.

No obstante, del centenar largo de contribuciones recibidas se han seleccionado siete en la revisión editorial previa. El resto se ha descartado por no ajustarse a las normas o no ser el tipo de contribuciones solicitadas (destacan entre ellas, por su alto número, las revisiones de la literatura *per se* y los *self report studies*). Y de esas siete han pasado la revisión editorial seis, que se describen al final.

La principal aportación de ese reducido número de contribuciones ha sido no solo la constatación de este nivel de investigación y práctica, sino sobre todo las interesantísimas aportaciones de estos seis artículos y del ensayo de uno de los autores invitados.

Reclamamos su atención sobre esos artículos y los resultados claros y las evidencias obtenidas sobre el uso concreto de la IA generativa en entornos específicos. Resultados de inevitable uso por las escuelas, las universidades y los profesores en esos entornos o en otros a los que se puedan transferir.

Palabras clave: ChatGPT, IA generativa, inteligencia artificial, diseño instruccional, evaluación.

Abstract

In July 2023, given the rise of LLMs (Large Language Models), RED convened this special issue on Generative AI and Education, where special attention was paid to its consequences for intelligent learning and educational evaluation.

We wanted to give space to contributions that included research related to these topics. Also to experiences about intelligent learning and formative evaluation in ChatGPT contexts.

The call was with these general questions

- Does AI have the potential to revolutionize existing teaching methods, assessment and student support?
- Creative thinking and problem solving are essential in modern and very complex environments. Could this AI help students deal with these problems?

We also had doubts about its benefits. They could be summarized in this question: Generative AI will begin to serve as an active partner in social, creative and intellectual actions continuously over time, and not only as an answer to isolated questions: What are the impacts that will occur? Now those impacts are unknown in the practices that may exist.

Another intention was:

A theoretical framework is needed to address these questions and in general for an effective deployment of AI systems in education. It is necessary to do so beyond the results provided by empirical research. And that it does not guide and direct at new crossroads, both in research and practice.

In the conclusions we see to what extent these expectations have been met. As a consequence, we deduce that the critical importance of theory in the design, development and deployment of AI in education is necessary now more than ever. But we are equally underserved.

In this perspective, we continue to critically consider the relevance and continuity of existing learning theories when AI becomes a reality in classrooms.

As that result is not met, we also reiterate the call to consider new frameworks, models and ways of thinking. We are referring to those that include the presence of non-human agents, which we hesitate to call a new technology, because it is more like an active partner than a simple technology, as has happened until now.

This approach is precisely what makes us insist on a series of important questions for the future, precisely about the review of learning theories based on existing configurations. And to investigate what their alternatives would be in this case.

We have done after extensive and exhaustive dissemination in your call. But, despite this and beyond these general conclusions that we have made, the special issue offers us evidence of a scarce empirical investigation of practical cases in the application of generative AI in education.

However, of the hundred or so contributions received, seven have been selected in the previous editorial review. The rest have been discarded because they do not conform to the standards or are not the type of contributions requested (the literature reviews per se and the self-report studies stand out among them, due to their high number).

Of those seven, six have passed editorial review. They are described at the end.

The main contributions of this small number of contributions have been the confirmation of a low level of research and practice. Also, some very interesting contributions from the articles and essays by the invited authors.

We draw your attention to these articles and the clear results and evidence obtained on the concrete use of generative AI in specific environments. Results of inevitable use by schools, universities and teachers in these environments or in others to which they can be transferred.

Key words: ChatGPT, Generative AI, education, artificial intelligence, instructional design, assessment.

El 1 de julio de 2023, haciéndose eco del auge de un Modelo de Lenguaje Grande LLM (*Large Language Models*) conocido como ChatGPT, la Revista Educación a Distancia abrió el plazo para enviar contribuciones a su número especial sobre IA generativa, ChatGPT y Educación, donde se presta especial atención a sus consecuencias para el aprendizaje inteligente y la evaluación educativa.

En este monográfico, se quería dar espacio a contribuciones que incluyesen investigación relacionada con la IA, ChatGPT y sistemas transformadores LLM y educación. Y también a experiencias sobre el aprendizaje inteligente y evaluación formativa en contextos ChatGPT. Un año después publicamos este número.

En esta presentación queremos recordar los motivos que nos llevaron a la convocatoria y los resultados obtenidos, relacionándolos con los objetivos que nos propusimos

Justificación:

Para esta convocatoria se tuvieron en cuenta, entre otras, las siguientes razones.

Hace un año percibíamos que una modalidad de inteligencia artificial (IA) se había impuesto, al menos teniendo en cuenta lo que dicen los medios, y avanza rápidamente. Aunque las cosas cambian en nuestra historia mundial y quizá la dirección de la IA cambie en un momento no muy lejano. Así, por ejemplo, otras modalidades anteriores, como era la basada en la programación declarativa y en la programación lógica cayó hace mucho en desuso.

En ese sentido, no sabíamos y seguimos ignorando por qué entre las dos formas posibles de simular un cerebro humano, como las que expresa por Noam Chomsky (2023) en el párrafo siguiente y la IA generativa, se ha optado en apariencia por la segunda. Aunque nosotros no damos por cerrada la disyuntiva, sobre todo antes de debates como éste o de las prácticas e investigaciones que se produzcan.

Veamos cual es la apuesta de Chomsky que siempre tiene el encanto de la frescura de quien habla con desparpajo en función de su profundo conocimiento de la inteligencia natural en el ámbito de lo generativo como marco para inscribir el desarrollo del lenguaje:

La mente humana no es, como ChatGPT y sus similares, un pesado motor estadístico para la coincidencia de patrones, que se atiborra de cientos de terabytes de datos y extrapola la respuesta conversacional más probable o la respuesta más probable a una pregunta científica. Por el contrario, la mente humana es un sistema sorprendentemente eficiente y hasta elegante que opera con pequeñas cantidades de información; no busca inferir correlaciones brutas entre puntos de datos, sino crear explicaciones.

Por ejemplo, un niño pequeño que adquiere un idioma está desarrollando — inconscientemente, automáticamente y rápidamente a partir de datos minúsculos— una gramática, un sistema extraordinariamente sofisticado de principios y parámetros lógicos¹.

Pero ésa ha sido la elección y tras décadas de investigación y de desarrollos, en esta fase se ha decidido por parte de OpenAI, y después por otras empresas, que este tipo de IA pase de los laboratorios a la aplicación práctica en la sociedad. No sabemos si ha sido efecto de estímulos de estrategias empresariales y económicas, siempre difíciles de discernir, o porque la sociedad lo ha aceptado así como consecuencia de dinámicas

¹ The human mind is not, like ChatGPT and its ilk, a lumbering statistical engine for pattern matching, gorging on hundreds of terabytes of data and extrapolating the most likely conversational response or most probable answer to a scientific question. On the contrary, the human mind is a surprisingly efficient and even elegant system that operates with small amounts of information; it seeks not to infer brute correlations among data points but to create explanations. For instance, a young child acquiring a language is developing — unconsciously, automatically and speedily from minuscule data — a grammar, a stupendously sophisticated system of logical principles and parameters.

evolutivas, pero el hecho es que se ha producido un colosal despliegue de la IA generativa.

La educación no ha sido indiferente a esa aceptación ni a ese despliegue.

En esta situación, hasta donde se ha dicho (Dawson, S., Joksimovic, S., Mills, C., Gašević, D., & Siemens, G., 2023), el mundo de la educación se enfrenta a dos posibles dinámicas con diferentes resultados, según nuestro análisis de hace un año.

En primer lugar, los que se derivan de que la IA tiene el potencial de revolucionar los métodos de enseñanza, la evaluación y la ayuda al alumno, existentes. De lo primero y lo segundo hablaremos después

En segundo lugar, según estos mismos autores y lo que parece ser un sentir común, la IA también tiene la capacidad de crear un sistema educativo completamente nuevo. Y se cita como justificación que el pensamiento creativo y la resolución de problemas son fundamentales en entornos modernos y muy complejos. Y esta IA podría ayudar a los alumnos a enfrentarse a esos problemas. Aunque esto es lo que dicen estos autores y en el trasfondo de esta cuestión siempre tendríamos que tener en cuenta que las tecnologías han sido frecuentemente sobrestimadas desde su principio como fuente de cambio de paradigma educativo en los sistemas escolares (expectativas con videodisco interactivo, pizarra digital, e incluso la educación virtual en la pasada pandemia como algo sin punto de retroceso, o recientemente ha sucedido con el metaverso (ver nuestro número especial *Visiones de espacios de trabajo tridimensionales o virtuales y educación*) pero que aún ese nuevo paradigma exclusivamente basado en la tecnología no ha emergido, aunque sí haya autores que muy razonadamente han planteado que asistimos a un cambio de paradigma cultural decisivo que influye en la educación (Reigeluth, 2016) (Zapata-Ros, febrero 2014).

Estas tres cuestiones ya por sí solas planteaban tres desafíos y otros tantos ejes de posibles para investigaciones y contribuciones.

Esto lo planteábamos pensando positivamente. Pero había otras cuestiones que podían ser planteadas en sentido negativo o como interrogantes:

¿Cuáles son los impactos que se producen cuando la IA comienza a servir como un socio (¿cabría decir “servir como socio”, o más bien “ser socio” o, por el contrario, “servir como herramienta”?) activo en acciones sociales, creativas e intelectuales sostenidas, no sólo puntuales o como respuesta a preguntas aisladas. Ahora esos impactos en las prácticas que puedan existir son desconocidos. Ya hemos dicho que indagar esas prácticas también puede ser objeto de contribución.

Otras son preguntas que se abrían sobre cómo del impacto de una dependencia excesiva en los sistemas de IA en la educación se podría derivar una disminución de muchos de los rasgos que nos hacen humanos, en contraposición con no-rasgos que se identifican habitualmente con la forma de actuar de los autómatas, como se puede ver en lo que sigue.

Entre esos rasgos y sus correspondientes prácticas² se incluyen a bote pronto la autorregulación (Zapata-Ros, 2015, 2013)(Reigeluth, 2016)(Huh & Reigeluth, 2017) (Garello & Rinaudo, 2013), la metacognición (Huh & Reigeluth, 2017) (Reigeluth, 2006), la orientación a objetivos, la planificación, las tormentas de ideas creativas y una variedad de habilidades que podrían verse afectadas negativamente por la automatización o la toma de control de las máquinas.

Paradójicamente estos rasgos a más de ser humanos son constitutivos de lo que se ha llamado pensamiento computacional (Wing, 2008)(Grover & Pea, 2013)(Zapata-Ros, sept 2015), de manera que un uso no controlado podría derivar en una nula o una mala adquisición de ese tipo de pensamiento que hoy se considera constitutivo de una nueva alfabetización en la sociedad digital (Zapata-Ros, sept 2015)

En particular, para la metacognición, la autorregulación y retroalimentación podemos citar:

Hilpert et al. (2023) abordan la necesidad de participación en el aprendizaje de STEM, con una mayor necesidad de autorregulación de los estudiantes. Se basan en una extensa historia de la ciencia de la investigación del aprendizaje que utiliza datos de seguimiento digital para crear construcciones cognitivas que brindan información sobre el compromiso, las redes sociales, la comunidad y la metacognición. En este documento, detallan la importancia de la regularidad de la participación como un fuerte predictor del resultado del curso y los efectos del uso de una intervención de la ciencia de aprender a aprender para fomentar el SRL de los estudiantes y la participación continua. Sus resultados sugieren efectos prometedores y sostenidos de este entrenamiento, lo que plantea la necesidad de considerar enfoques teóricos que integren las observaciones del comportamiento con las construcciones cognitivas en la educación digital.

Bauer et al. (2023) abordan un área crítica de aprendizaje relacionada con la retroalimentación. La retroalimentación es fundamental para guiar el progreso de los estudiantes y los enfoques tradicionales se basan principalmente en la observación humana.

Sin embargo, el mismo autor, señala un posible progreso del que después hablaremos, cuando lo hagamos de aprendizaje inteligente como aprendizaje inclusivo:

Con el desarrollo de grandes modelos de lenguaje y el procesamiento del lenguaje natural en general, existen nuevas oportunidades para ofrecer retroalimentación a los estudiantes. Detallan cómo los artefactos textuales pueden mejorarse con la retroalimentación de la IA. Ofrecen un marco para conectar los procesos de retroalimentación con el apoyo estudiantil adaptativo. A medida que el aprendizaje digital crece en importancia en los entornos educativos, la inclusión de artefactos más diversos y multimodales requerirá una actualización similar de la teoría y las construcciones para garantizar la retroalimentación como motor del éxito general de los estudiantes.

² En todo caso, tal como se han definido en trabajos e investigaciones reseñadas en las referencias, algunas de ellas aquí publicadas

Una pedagogía y una teoría del aprendizaje de la IA

Para abordar estas preguntas y en general la necesidad de un despliegue efectivo de los sistemas de IA en la educación, es preciso hacerlo desde un punto de vista teórico, más allá de los resultados que sobre las interrogantes señaladas, nos proporcione la investigación empírica, que no guíe y dirija en nuevas rondas, tanto en la investigación como la práctica.

Ese marco teórico, suponíamos entonces, nos proporcionará los asideros y las andaderas para garantizar que los principios, los valores y las construcciones confiables configuren el uso de la IA en la educación. De esta forma, nos aseguramos de que los valores, la investigación realizada hasta ese momento, los intereses y preocupaciones de las partes interesadas y las contribuciones que se vayan haciendo sigan integrándose de forma cohesionada en el escenario de la IA en la educación. Al menos como deseo y horizonte.

En las conclusiones veremos en qué escasa medida estas expectativas se han cumplido. Como consecuencia, lo que veíamos como una necesidad en esta convocatoria: la importancia crítica de la teoría en el diseño, desarrollo y despliegue de la IA en la educación se ve necesaria ahora, así como la creación de una nueva sección de RED. En esa perspectiva, nos planteamos de forma crítica la relevancia y la continuidad de las teorías de aprendizaje ya existentes cuando la IA se constituya como una realidad en las aulas.

También reiteramos, por incumplida, la llamada a considerar nuevos marcos, modelos y formas de pensar. Nos referimos a aquellos que incluyen la presencia de agentes no humanos, que dudamos en llamar una nueva tecnología, porque se parece más a un socio activo que a una tecnología simple, como sucedía hasta ahora. Ello incluso en el caso de que hablemos de la tecnología digital, que respondía más a interrogantes lógicas simples que a un agente con capacidad para tomar decisiones intermedias sin intervención humana, del alumno o del profesor.

Cabe ahora hablar de un trinomio, más que de un binomio. Situación que requiere como hemos dicho nuevos marcos, modelos y formas de pensar.

Ese planteamiento, siguiendo con las primeras conclusiones de insuficiencia en la respuesta, es precisamente lo que nos hace insistir en una serie de preguntas importantes para esta convocatoria, precisamente sobre la revisión de las teorías de aprendizaje basadas en las configuraciones existentes. Y cuáles serían en este caso sus alternativas.

Señalábamos que el uso de la teoría en la investigación educativa constituía la lente a través de la que vemos y explicamos lo que observamos (Biesta et al, 2011). ¿Pero es útil la lente que tenemos ahora?

Las teorías existentes se establecieron y se derivaron de un contexto educativo distinto al de los enfoques de enseñanza más recientes y al de los sistemas tan fuertemente apoyados por la tecnología. Es de prever más aún que a medida que la adopción de la IA impacte en la enseñanza y el aprendizaje, se produzcan dudas la idoneidad en continuación de las teorías de aprendizaje existentes.

Sin embargo, como dijimos, la integración del desarrollo e implementación de sistemas educativos basados en IA en marcos teóricos adecuados es esencial para avanzar y lograr resultados de aprendizaje óptimos. En base a estas ideas, planteábamos las siguientes interrogantes:

¿La integración de la IA en la educación requiere modificaciones o revisiones en la forma en que aprendemos?

¿O, por el contrario, se requiere una reestructuración completa, lo que conlleva la necesidad de nuevas teorías?

¿Qué debería ofrecer la teoría a los educadores cuando se incluye la IA?

Con relación al modo en que se persiguen y abordan estas cuestiones, nos planteamos:

En los programas LLM, la facilidad de acceso a los contenidos y la capacidad de producirlos, ¿disminuyen la importancia del conocimiento declarativo?

Se habló mucho del constructivismo social vinculado al aprendizaje apoyado por las tecnologías digitales y sociales. Del mismo modo podríamos plantear si ¿los puntos de vista existentes sobre el constructivismo social avalan la IA como un agente social en el aprendizaje?

También podríamos hacer incursiones microteóricas. Como, por ejemplo, plantearnos si los corpus teórico-prácticos existentes ¿sirven suficientemente, o son los adecuados, para la inclusión de la IA en las aulas o es necesario actualizarlos o incluso repensarlos por completo?

Aprendizaje inteligente

En la llamada a contribuciones también hablamos del llamado aprendizaje inteligente, como fase más avanzada del aprendizaje adaptativo.

Decíamos que, si bien el debate suscitado en este número especial podría, en alguna medida, servir para orientar la investigación en torno a la nueva visión que se abre con la IA generativa, hay unos planteamientos anteriores que hemos citado en otras ocasiones y que no conviene olvidar: Es la consideración del llamado aprendizaje inteligente (Zapata-Ros, 2018) (Hwang, 2014) como una fase superior del aprendizaje adaptativo.

Así, decíamos que el constructo de "entornos de aprendizaje inteligentes" se había establecido a partir de la definición de Hwang (2014), como entornos de aprendizaje apoyados por la tecnología que realizan adaptaciones y brindan el soporte adecuado con la tecnología de detección y de recomendación (por ejemplo, orientación, retroalimentación, consejos o herramientas) en los lugares adecuados y en el momento oportuno, según las necesidades individuales de cada alumno, determinados mediante el análisis de sus comportamientos de aprendizaje, su trayectoria de rendimiento y los contextos en línea y del mundo real en los que se encuentran, tanto grupales y

sociales como compuesto por los recursos de que se provee o a los que accede, descarga, lee o elabora.

Y que el aprendizaje inteligente podría considerarse consecuentemente (Zapata-Ros, 2018) como aquel aprendizaje que pueden desencadenar y producir los sistemas de aprendizaje inteligente, y que se puede entender de forma diferenciada por las funciones y efectos que no se pueden realizar en ambientes de aprendizaje adaptativo y de aprendizaje contextualizado, sin excluirlas. El aprendizaje social y el aprendizaje colaborativo de esta forma se puede entender como una subcategoría del aprendizaje contextualizado.

Resumiendo, se puede decir pues que el aprendizaje inteligente es el aprendizaje adaptativo y contextualizado con mecanismos de detección, de respuesta y de recomendación.

Entonces (Zapata-Ros, 2018) se planteaba:

La presencia y el avance de las tecnologías de detección y de recomendación están ofreciendo grandes y determinantes oportunidades para desarrollar nuevos entornos de aprendizaje. Definitivamente el aprendizaje inteligente es un concepto extremadamente innovador, como en otros ámbitos, para desarrollar visiones y planteamientos distintos. En este caso para crear entornos de aprendizaje más potentes y útiles que los enfoques de aprendizaje ayudados por la tecnología ya existentes, mediante la incorporación de nuevas herramientas y nuevos criterios para el aprendizaje.

La cuestión ahora sería: aquello que se abrió como un desarrollo del aprendizaje adaptativo y cuyas primeras y muy contadas experiencias en relación con la Educación Superior se vieron en el artículo citado (Zapata-Ros, 2018), cuál es su estado ahora, qué experiencias y qué conclusiones se han obtenido de las investigaciones en esta línea no sólo en la Educación Superior, si es que las ha habido, y finalmente cuál es su estado y cuáles son sus perspectivas en relación con la IA de nuevo cuño, la de los sistemas generativos.

Por zanjar la cuestión y centrarnos en la otra, podemos decir que el monográfico no ha avanzado nada en esta línea, al menos en el limitado campo de nuestra convocatoria. Lo cual no excluye que se hayan obtenido por otro lado. Sin embargo, hay que decir que, entre las revisiones de la literatura recibidas, que en este caso hubiéramos aceptado a pesar de la política de nuestra revista, no ha habido ninguna sobre el aprendizaje inteligente así considerado.

Resumiendo, con este monográfico, se ofrecía un espacio para contribuciones que esencialmente incluyan investigaciones empíricas y/o el desarrollo y prueba de una o más tecnologías en relación con los LLM generativos, estudios de casos o desarrollos teóricos³ sobre aprendizaje con IA, ChatGPT y sistemas transformadores LLM y Educación.

³ Estamos abiertos a una amplia gama de tipos de contribuciones, entre las que señalamos:

- desarrollo y prueba de una o más tecnologías particulares de aprendizaje

Finalmente se han publicado seis contribuciones, incluyendo el ensayo de uno de los editores invitados, que pasamos a resumir, pero que, en todo caso, han dado respuestas muy limitadas a lo planteado. Respuestas que iremos respondiendo en el contexto de las resumidas reseñas que hacemos.

Resultados

Hay propiamente seis investigaciones empíricas y un ensayo.

Entre las investigaciones empíricas reseñamos en primer lugar la de Machine vs Machine: Large Language Models (LLMs) in Applied Machine Learning. High-Stakes Open-Book Exams (Quille et al., 2024).

Se trata de un estudio muy focalizado en una forma de evaluación, la de exámenes supervisados con libros cerrados y abiertos, que hace longitudinalmente a lo largo de seis años, y la comparación con los resultados colaborativos de profesores y alumnos utilizando LLM.

Este artículo tiene como objetivo abordar una brecha notable que los autores han encontrado dentro del campo de la investigación en Educación en Computación (Computing Education Research CER) al investigar el impacto de los Modelos de Lenguaje Grande (LLMs) en educación superior, específicamente en una asignatura de grado de **Applied Machine Learning**, en el último año en varios entornos de examen. Es un estudio semilongitudinal. Obtiene los resultados de exámenes supervisados con libros cerrados y abiertos, a lo largo de seis años, y compara su rendimiento con la eficacia de los LLMs para responder preguntas sobre los mismos temas. Para ello emplean diversos formatos, incluyendo preguntas abiertas, basadas en datos tabulares y basadas en figuras.

Además, el artículo profundiza en un análisis a nivel micro, identificando preguntas específicas de examen y tipos de preguntas donde los LLM demuestran grados variables de eficacia. Explora las herramientas de detección para el contenido generado por los LLM, examinando su efectividad en identificar salidas originales de estos programas y aquellas manipuladas por estudiantes. Se trata con ello de obtener resultados prácticos para mantener la integridad académica.

La pregunta que nos hicimos es ¿por qué es un estudio secuencial de seis años cuando ChatGPT es de 2022 y Bing Copilot es de 2023?

-
- estudios de caso de prácticas innovadoras
 - críticas a la política o la investigación
 - estudios descriptivos basados en encuestas
 - estudios longitudinales
 - experimentos empíricos
 - revisión crítica de la literatura
 - ensayos teóricos
 - proyectos de innovación o innovaciones en curso

En los casos de artículos que incluyan una o más investigaciones solo se admite el método conocido como *self-report study* como método auxiliar, y en ningún caso para probar la tesis principal del estudio.

Como respuesta obtuvimos que el objetivo de esta investigación es abordar y comprender la efectividad y el uso de los LLM para responder preguntas de exámenes a libro abierto y cerrado. Durante las reuniones del equipo se establecieron criterios para evaluar los objetivos de la investigación. El proceso de colaboración entre estudiantes y personal académico implicó experimentar con varios LLM y diferentes entradas para definir criterios de evaluación e identificar detectores de LLM adecuados. El análisis se aplicó a un conjunto de datos que, procedentes de los exámenes, abarca seis años de las pruebas escritas de la asignatura *Applied machine learning*. Luego, después en la época que ya existen los LLM, se utilizó la base de datos de *BSc. (Honours) Computing programme* para comparar los con los del desempeño del LLM para diferentes formatos de exámenes y tipos de preguntas procedentes de los exámenes, proporcionando una base integral para el análisis y la discusión.

Para esta parte del estudio se utilizaron varios LLM y versiones de LLM, incluidos ChatGPT 3.5, ChatGPT 4 y Bing Chat.

Otro objetivo de investigación es evaluar la efectividad de los detectores de LLM usados, eventualmente con propósito de fraude, para resultados de LLM sin procesar y resultados de LLM manipulados por los estudiantes. Tanto en la salida original, inalterada, de los LLM como en la salida manipulada. El resultado manipulado es cuando los estudiantes modificaron la respuesta del resultado LLM a una pregunta, en un esfuerzo por ocultar esto para que no fuera detectado. El estudio evalúa el rendimiento de estos detectores en la salida directa de LLM, así como en el contenido generado por el modelo de lenguaje manipulado por los estudiantes. Además de esto, el estudio examina el desempeño del LLM al distinguir entre contenido generado por modelos de lenguaje auténtico y manipulado.

Resultados y conclusiones

Si bien puede que no sea tan sorprendente, los LLM como estudiantes superaron con creces a los estudiantes en todos los exámenes tanto de libro abierto como a libro cerrado. Esto no es demasiado sorprendente ya que los estudiantes están limitados por sus conocimientos y habilidades técnicas y, a veces, por su capacidad para aprender de memoria. Dado que los LLM tienen esta capacidad de superar a los estudiantes, los educadores deben tener cuidado con el tipo de preguntas que se hacen.

En el análisis de las respuestas a las preguntas, el principal tipo de preguntas que resultaron ser un obstáculo para los tres LLM fueron las preguntas que incluían imágenes.

Se produjo un patrón razonablemente consistente en el que Bing reconocía que no podía ver las imágenes, generalmente afirmaba algo como: "Sin más información sobre el histograma, es difícil describirlo" y no daba más información. ChatGPT 3.5 hacía una de dos: en aproximadamente el 25% de los casos, fabricaría valores numéricos y respuestas que eran completamente incorrectas, y en el 75% de los casos diría algo como lo siguiente: "Lo siento, pero no puedo ver el histograma al que te refieres", y luego proporcionaría algunas instrucciones genéricas ampliamente relevantes para la pregunta. Finalmente, ChatGPT 4 normalmente diría algo como lo siguiente: "Pido disculpas, pero no puedo ver el histograma al que te refieres en tu pregunta" y proporcionaría algunas instrucciones genéricas que eran directamente relevantes para la pregunta.

Sin embargo, en todas las preguntas que tienen histogramas, había una tabla adjunta que resumía algunas estadísticas clave asociadas con ese histograma, y esa tabla de resumen a veces era parte de la imagen, pero a veces era una tabla adjunta basada en texto. En los casos en que la tabla estaba basada en texto, los LLM pudieron hacer inferencias sobre el histograma (como su inclinación) que los hacía parecer como si pudieran ver las imágenes; por lo tanto, es mejor si todas las tablas adjuntas son imágenes, en lugar de estar basado en texto. Otro ejemplo interesante de este fenómeno fue evidente en una pregunta que se vio en varios de los exámenes de Libro Abierto, donde la pregunta presentaba una imagen de diagrama de dispersión y se pedía discutir el tema de los datos faltantes "usando el ejemplo de la Figura 1 (o cualquier otro). otro ejemplo adecuado)". En casi todos los casos, esto parece haber confundido a los LLM, que no pudieron tener en cuenta las instrucciones entre paréntesis y, en cambio, recurrieron a respuestas extremadamente genéricas. Esto resalta la importancia de cómo se presenta una pregunta; Parece que la combinación de la imagen como parte de la pregunta y la fraseología particular en este caso fueron suficientes para confundir significativamente a los LLM en comparación con los estudiantes, e incluso podría ser el factor decisivo para el éxito de los estudiantes.

El otro tipo principal de preguntas que constantemente obstaculizaban los tres LLM eran las que contenían una tabla de valores. Si se les pidiera que realizaran cálculos en una tabla de valores, los LLM tenían dificultades, incluso si sabían la fórmula correcta a aplicar. Pero aun así la aplicaban a los valores incorrectos en la tabla.

Estos casos investigados arrojan unos resultados a tener en cuenta tanto en la evaluación como a la hora de diseñar procesos de instrucción y de evaluación, tanto que contengan LLM explícitamente como en aquellos que los estudiantes los usen, sin estar contemplado su uso, en el caso general. Esto está dicho a modo de ejemplo, es interesante leer el artículo completo.

En el trabajo *Análisis mediante inteligencia artificial de las emociones del alumnado autista en la interacción social con el robot NAO*, de Gonzalo Lorenzo Lledó et al (2024), el objetivo de la investigación es "explorar el uso integrado de la robótica y la IA para favorecer la comunicación e interacción social en el alumnado con autismo, analizando las emociones que manifiestan en las actividades diseñadas. Para ello, se implementó un estudio piloto con el robot NAO y cuatro niños autistas que desarrollaron actividades de imitación, juego e interacción social. Durante su realización se utilizó un sistema automático basado en redes neuronales convolucionales para detectar los estados de ánimo en el proceso de interacción. Los resultados muestran que tristeza, felicidad y enfado son las emociones que tiene una mayor probabilidad de producirse en los participantes. Por tanto, se concluye que el robot y el sistema de inteligencia artificial son un elemento fundamental para ayudar a expresar sus emociones en las interacciones sociales".

Por otro lado, el artículo de Guàrdia, Maina, Cabrera y Fernández-Ferrer (2024), sobre la autorregulación del aprendizaje desde un enfoque de *feedback* entre pares, presenta una investigación que consideramos muy relevante sobre el tema, desde una perspectiva en principio distinta, pero con fuertes repercusiones en la IA generativa, y que se articula en el marco de un proyecto I+D.

Quisiéramos destacar el valor de este trabajo para el monográfico porque, si bien cuando se diseñó la intervención y se implementó todavía no se utilizaban de forma tan extensiva los modelos de lenguaje generados por la Inteligencia Artificial Generativa, al utilizar un chatbot y el feedback entre pares como apoyo a los procesos de autorregulación e implementar un enfoque de investigación basado en el diseño, las diferentes iteraciones que se llevaron a cabo sí que permitieron identificar criterios sobre cómo implementar en una nueva iteración el uso de IA generativa como asistente para promover una autorregulación más eficiente.

Es precisamente en este punto donde está la aportación de la investigación, ya que el artículo sugiere recomendaciones sobre cómo integrar la IA generativa desde un diseño de intervención que apoye los procesos de escritura de ensayos académicos del estudiantado, así como asistir al estudiantado en los procesos de elaboración y reelaboración del *feedback* entre pares. Con ello se pone de manifiesto la necesidad de intensificar estas estrategias para su adecuado desarrollo, aprovechando el potencial de la IA como apoyo para obtener mejores resultados.

En el trabajo *The use of social robots as teaching assistants in schools: implications for research and practice* de Ružić y Balaban (2024), como en el caso del artículo de Lorenzo Lledó et al (2024), el protagonista es NAO. La conclusión ahora es que, en los robots sociales, la IA se ha integrado perfectamente para permitirles programarse con objeto de realizar una amplia gama de tareas, desde movimientos e interacciones básicos hasta funciones más complejas, como ayudar en la educación a la consecución de aprendizajes específicos de repaso y ejercitación.

De esta forma el artículo analiza y profundiza en el uso multifacético de los robots sociales en la educación primaria y secundaria, abordando aspectos clave como tendencias, fundamentos teóricos, dominios de aplicación y consideraciones éticas.

El trabajo está guiado por cuatro preguntas de investigación

Pregunta 1: ¿Cuáles son las tendencias de investigación en torno a los temas asociados con la investigación sobre robots sociales en las escuelas primarias y secundarias?

Pregunta 2: ¿En qué modelos teóricos se basan los estudios?

Pregunta 3: ¿Cuáles son los dominios de aplicación en el contexto de los robots sociales en las escuelas primarias y secundarias?

Pregunta 4: ¿Qué cuestiones éticas y de privacidad de datos se plantean?

De ellas se constata que el robot NAO aparece de manera destacada en entornos educativos, particularmente entre los niños en edad de escuela primaria. Los dominios de aplicación explorados que se detectan incluyen el aprendizaje de idiomas, el pensamiento computacional, el desarrollo social y emocional, el apoyo a la creatividad, la práctica de instrumentos musicales y las actividades de la biblioteca. Mostrando las diversas funciones que se desempeñan como asistentes de enseñanza, pares y acompañantes.

Sin embargo, se detectan preocupaciones éticas y problemas de privacidad de datos. Ello plantea riesgos como problemas con la transparencia, dependencia humanos con robots, interacción humana reducida y posible desplazamiento laboral.

Por último, el estudio enfatiza, y esto es la conclusión más importante, la **necesidad de realizar estudios longitudinales extensos** y esfuerzos de colaboración para integrar responsablemente los robots sociales en la educación, enfatizando la necesidad de colaboración entre educadores, formuladores de políticas, desarrolladores y expertos en privacidad para establecer pautas claras que prioricen el bienestar de los estudiantes.

El trabajo de Hernández-León y Rodríguez-Conde (2024), *Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras*, en principio iba a ser rechazado en la fase de revisión editorial porque en este número especial no se aceptaban revisiones de la literatura. La razón era clara: no había una masa crítica de análisis empíricos que justificase una revisión (Zapata-Ros, diciembre 2023). Finalmente fueron distintas las razones para no hacerlo. Primero, el trabajo no se refería a IA generativa exclusivamente, trataba “la literatura existente en Scopus analizando la aplicación de la IA en la educación y la evaluación de resultados de aprendizaje en la Universidad, en la última década”. Y segundo, existía el precedente y el paralelismo del trabajo de Siemens y otros en *A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour* (Bond, M et al, 2024), en la revista *Educational Technology in Higher Education* (ETHE). Aunque en este caso el trabajo se incluye en la modalidad de “revisión meta sistemática” (*meta systematic review*). Esta revisión de revisiones es la primera meta revisión integral que explora el alcance y la naturaleza de la investigación de AIED en la educación superior (AIHEd), mediante la síntesis de investigaciones secundarias. La diferencia es que en éste caso el análisis intentaba encontrar tendencias a partir de las revisiones y no sólo de las investigaciones empíricas. El hecho de que se utilice en este momento, y atraiga la atención, pone de relieve como ya hemos señalado la ausencia de investigaciones directas que evidencien el impacto de la *genAI* en el aprendizaje y por extensión en la educación. Y en éste, en el que reseñamos, *se realiza un análisis sistemático de la literatura existente en Scopus analizando la aplicación de la IA en la educación y la evaluación de resultados de aprendizaje en la Universidad, en la última década*.

Como en aquel trabajo, se señala que la IA que se ha aplicado o se intenta aplicar a la educación no es sólo la de ahora, que existe un corpus empírico-teórico desde al menos la década de los setenta del siglo pasado con tendencias y taxonomías de casos que se señalan en la tabla 2 (página 6) del artículo reseñado y en el trabajo de Bond et al (2024) en la figura 1.

En particular, y con referencia a lo que justifica el título del monográfico sobre la evaluación, el trabajo establece algunas conclusiones interesantes.

Los resultados han destacado algunos avances en la introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento para identificar al discente en formación online, sistemas de seguridad en los diseños del campus inteligente, la personalización de la educación y algunas tendencias futuras, como la realidad virtual y aumentada combinada con IA. También en cuestiones éticas en el uso de la IA.

Concluye que:

La evaluación educativa universitaria se va a enfrentar a grandes desafíos a superar, como son: la creación de normativa específica en el uso de la IA en el ámbito educativo, la seguridad y privacidad de los datos, los accesos no autorizados a los datos, el plagio e integridad académica y la integración de los procesos administrativos de evaluación educativa dentro del sistema de gestión integral en el contexto del “campus inteligente”.

Otra aportación es conocer el estado del arte de la evaluación educativa universitaria. Para, en base a ella, dar a conocer *cómo se está perfilando a nivel tecnológico la evaluación educativa universitaria y los avances que ha habido en la última década sobre la evaluación integrada en sistemas con IA.*

Como hallazgos más interesantes destacan que:

La evaluación educativa universitaria del futuro próximo estará informatizada y será personalizada. Además, no solamente se evaluarán online los conocimientos teóricos, también se podrá evaluar conocimientos prácticos, como ocurre en los Laboratorios Virtuales Inteligentes (IVL) y será conveniente desarrollar (y, por tanto, evaluar su desarrollo) competencias como el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas, las habilidades de trabajo colaborativo, la comunicación, el fomento de la innovación, la capacidad de aprender y desaprender, la creatividad y el emprendimiento argumentando que están en la base del cambio y la introducción de la IA en la sociedad. También se formará, y, por tanto, se evaluará, la adquisición de conocimientos de IA aplicada al área de estudio.

En el contexto de las tecnologías digitales fomentando un marco nuevo para la gestión de las instituciones de educación, habrá una evaluación educativa continua con el fin de detectar necesidades formativas. En ella, y esa es la novedad, se tendrá especial atención a la eficacia de las interacciones entre la IA y el alumno y las emociones en el proceso de aprendizaje online, por sus repercusiones en el proceso de aprendizaje.

En el trabajo, *Is ChatGPT helpful for graduate students in acquiring knowledge about digital storytelling and reducing their cognitive load? An experiment*” de Avello-Martínez, Gajderowicz y Gómez-Rodríguez (2024), se investiga el impacto de ChatGPT en las habilidades de escritura de guiones narrativos y la carga cognitiva. Se utiliza una muestra de 41 estudiantes de maestría inscritos en un curso de Narrativas Digitales. Y se utiliza para ello un diseño experimental aleatorizado.

En el estudio, como elemento de evidencia, se utiliza un pre y un post-test para evaluar los cambios en las habilidades de narración digital y la carga cognitiva. Los autores indicaron, a partir de sus resultados, que no hubo una mejora significativa en las habilidades de narración digital para el grupo experimental (que utilizó ChatGPT) en comparación con el grupo de control, lo que sugiere que el uso de ChatGPT no mejora notablemente las habilidades de escritura narrativa a corto plazo. Sin embargo, se observó una reducción significativa en la carga cognitiva en el grupo experimental, lo que apunta al potencial de ChatGPT para facilitar el proceso de aprendizaje al reducir el esfuerzo mental requerido para la integración y aplicación de tareas. El estudio subraya la

complejidad de integrar la IA en entornos de aprendizaje y destaca la necesidad de seguir profundizando en estrategias para adaptar la IA a objetivos educativos específicos. Además, señala la importancia de la investigación longitudinal para comprender completamente los efectos a largo plazo de la IA en el aprendizaje y el desarrollo cognitivo.

Por último, hay un ensayo, escrito por uno de los coeditores invitados.

Se titula significativamente *AI (anthropological inquiry) on AI (artificial intelligence)*, es de Zvi Bekerman (2024). Se plantea en clave de reflexión sobre el compromiso personal del autor y la exploración de las intersecciones imprevistas entre los paradigmas educativos tradicionales y la fuerza disruptiva de la IA.

En algún sentido el ensayo explora espacios de uso e interpretación de la práctica con ChatGPT, y por extensión de los LLM/IA generativa, alternativos a los que rige la convocatoria y en alguna medida antitéticos con ella, a pesar de ser el autor coeditor y acoautor del presente artículo editorial. Ello constituye un interesante acicate para la discusión que en todo caso es deseable como bien mayor.

A través de esta reflexión no se trata sólo de descubrir una herramienta tecnológica; se trata de encontrar **una nueva forma de actividad**, que potencialmente podría redefinir los contornos de la educación y el aprendizaje. Una reflexión que, según dice, le llevó por otro lado a darse cuenta de que su interacción con ChatGPT, marcada por un encanto inicial seguido de una fase de escrutinio crítico, reflejaba un proceso muy humano de adquisición y validación del conocimiento.

ChatGPT, con todas sus capacidades y limitaciones, era, en cierto sentido, tan "humano" como cualquiera, sigue diciendo, de sus colegas o como él mismo. El proceso de abordar, cuestionar y validar la información que proporcionaba no fue un testimonio de sus deficiencias, sino más bien una afirmación del enfoque crítico y perspicaz que sustenta el trabajo académico.

Al reconocer esto, el autor encuentra una valoración renovada en la búsqueda del conocimiento debida a la compleja y matizada interacción entre la inteligencia humana (del latín *legere* "elegir, seleccionar, leer, recopilar, reunir") y la inteligencia artificial.

Al final el autor concluye *“Estamos en una era en la que la autoría importa, aunque tal vez hubo un momento más simple y mejor en el que no lo hizo. Si me presionaran, no atribuiría el trabajo únicamente al chatbot o a mí. La cuestión de la autoría tiene matices, reconociendo que ninguno de nosotros tiene un control completo sobre los significados que expresamos, ya que los significados siempre se interponen en alguna parte. Tal vez dejar la nota sin atribuir sea una opción que valga la pena considerar, reconociendo la naturaleza colaborativa de toda creación.”* Observación interesante para debatir en el contexto de las normas que se van estableciendo para referenciar los trabajos que utilizan el socio no humano al que hemos considerado la IA generativa.

Presentación del artículo: 30 de enero de 2024

Fecha de aprobación: 18 de mayo de 2024

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2024

Guàrdia Ortiz, L., Bekerman, Z., y Zapata Ros, M. (2024). Presentación del número especial “IA generativa, ChatGPT y Educación. Consecuencias para el Aprendizaje Inteligente y la Evaluación Educativa”. RED. Revista de Educación a Distancia, 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.609801>

Declaración de los autores sobre el uso de LLM

Este artículo no ha utilizado textos provenientes (o generados) de un LLM (ChatGPT u otros) para su redacción.

Financiación

Este trabajo no ha recibido ninguna subvención específica de los organismos de financiación en los sectores públicos, comerciales o sin fines de lucro.

Referencias

- Avello-Martínez, R., Gajderowicz, T., & Gómez-Rodríguez, V.G. (2024). Is ChatGPT helpful for graduate students in acquiring knowledge about digital storytelling and reducing their cognitive load? An experiment. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.604621>
- Bauer, E. Greisel, M. Kuznetsov, I. Berndt, M. Kollar, I. Dresel, M. Fischer, MR y Fischer, F. (2023). Uso del procesamiento del lenguaje natural para respaldar la retroalimentación entre pares en la era de la inteligencia artificial: un marco interdisciplinario y una agenda de investigación. *Revista británica de tecnología educativa*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13336>
- Bekerman, Z. (2024). IA (indagación antropológica) sobre IA (inteligencia artificial). *RED. Revista de Educación a Distancia*, 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.609611>
- Biesta, G., Allan, J., & Edwards, R. (2011). The theory question in research capacity building in education: Towards an agenda for research and practice. *British Journal of Educational Studies*, 59(3), 225– 239.
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., ... & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 4.
- Chomsky, N. (2023 March 8). The False Promise of ChatGPT. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html>
- Dawson, S., Joksimovic, S., Mills, C., Gašević, D., & Siemens, G. (2023) Advancing theory in the age of artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*.

- Garello, M. V., & Rinaudo, M. C. (2013). Autorregulación del aprendizaje, feedback y transferencia de conocimiento: Investigación de diseño con estudiantes universitarios. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15(2), 131-147.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Guàrdia, L., Maina, M., Cabrera, N. y Fernández-Ferrer, N. (2024). Diseño del feedback entre pares y la autorregulación del aprendizaje en la educación superior en línea. *RED. Revista de educación a distancia*, xx (xx). <http://dx.doi.org/10.6018/red.454751>
- Hernández-León, N. y Rodríguez-Conde, M.J. (2024). *Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras*
- Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*,1(1), 4. <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-014-0004-5>
- Hilpert, J.C. , Greene, J. y Bernacki, M. (2023). Aprovechar los marcos de complejidad para refinar las teorías del compromiso y promover el aprendizaje autorregulado en la era de la inteligencia artificial . *Revista británica de tecnología educativa* . <https://doi.org/10.1111/bjet.13340>
- Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2017). Self-regulated learning: The continuous-change conceptual framework and a vision of new paradigm, technology system, and pedagogical support. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(2), 191-214.
- Lorenzo Lledó, G., Lorenzo-Lledó, A., y Rodríguez-Quevedo, A. (2024). Análisis mediante inteligencia artificial de las emociones del alumnado autista en la interacción social con el robot NAO. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.588091>
- Reigeluth, C. M. (2006). New instructional theories and strategies for a knowledge-based society. In *Innovations in instructional technology* (pp. 207-217). Routledge.
- Reigeluth, C. M. (2016). Instructional theory and technology for the new paradigm of education. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (50).
- Ružić y Balaban (2024),The use of social robots as teaching assistants in schools: implications for research and practice *RED. Revista de Educación a Distancia*, 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.600771>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Zapata-Ros, M. (2013). MOOCs, una visión crítica y una alternativa complementaria: La individualización del aprendizaje y de la ayuda pedagógica. *Campus Virtuales*, 2(1), 20-38.
- Zapata-Ros, M. (febrero 2014). Charles Reigeluth: la personalización del aprendizaje y el nuevo paradigma de la educación para la sociedad postindustrial del conocimiento. In *Pensadores de ayer para problemas de hoy: teóricos de las ciencias sociales* (pp. 153-191).

Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo”. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 69-102.

Zapata-Ros, M. (sept 2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).

Zapata-Ros, M. (2018). La universidad inteligente. RED. Revista de Educación a Distancia, 57(10). <http://www.um.es/ead/red/57/zapata2.pdf>
<http://dx.doi.org/10.6018/red/57/10>

Zapata-Ros, M. (Diciembre 2023). Inteligencia Artificial y Educación ¿dónde estamos? Blog RED de Hypotheses. <https://red.hypotheses.org/2607>