

LLMs en la educación: oportunidades, desafíos éticos y marcos regulatorios necesarios

LLMs in Education: Opportunities, Ethical Challenges, and Necessary Regulatory Frameworks

Esparza Barragán Daniel¹, Salazar Colores Sebastián², Tovar Arriaga Saúl¹, García Noguez Luis Roberto¹, Flores Santos Angel Santiago³

¹Universidad Autónoma de Querétaro, desparza24@alumnos.uaq.mx, saul.tovar@uaq.com.mx, luis.roberto.garcia@uaq.mx

²Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. sebastian.salazar@cio.mx

³Universidad Tecnológica de México, S.C. angel.flores40@my.unitec.edu.mx

Resumen

En la recta final del 2022, los Modelos de Lenguaje Grandes (LLM, por sus siglas en inglés) irrumpieron de manera abrupta y masiva en muchos de los sectores de la sociedad contemporánea. Esta investigación analiza más de 50 publicaciones sobre la integración de los modelos de lenguaje grande (LLM) en el contexto educativo. Como resultado se identifican algunos beneficios principales que incluyen la posibilidad de personalizar los procesos de enseñanza-aprendizaje y el acceso equitativo a recursos educativos; sin embargo, también se identifican algunos retos, entre los que destacan los prejuicios que los modelos reproducen y las cuestiones éticas relacionadas con la integridad académica y la dependencia tecnológica. Finalmente, se concluye que la integración de estos modelos en el ámbito educativo será positiva si se proponen marcos regulatorios con un enfoque incluyente y ético con el fin de garantizar su uso responsable, donde se subraya que estas herramientas jugarán un papel complementario a los sistemas educativos tradicionales.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Modelos de Lenguaje; IA en la Educación; Aprendizaje Personalizado; Asistentes Virtuales Educativos; Uso Ético de la Inteligencia Artificial.

Introducción

Hasta hace un par de décadas el interés en la implementación y uso de modelos de inteligencia artificial (IA) parecían ser un ámbito reservado exclusivamente a científicos e investigadores que tenían interés en esta área de investigación y desarrollo. Sin embargo, en los últimos veinte años con el desarrollo acelerado de tecnologías digitales esto cambió con la adopción de tecnologías impulsadas por modelos de IA en diversas áreas sociales, económicas y culturales, así, la inteligencia artificial pasó de ser una tecnología experimental a un componente esencial en muchos sectores de la sociedad contemporánea. El impacto de la IA en la educación se ha estudiado en áreas clave como la administración, la instrucción y el aprendizaje, evidenciando una adopción extensa por parte de las instituciones educativas. La IA evolucionó desde tecnologías informáticas básicas hasta sistemas inteligentes web y chatbots que asumen funciones de instructor. Específicamente en el ámbito educativo, la inteligencia artificial se ha ido integrando cada vez más en diversos sistemas de gestión del aprendizaje, del manejo y análisis de los datos relevantes para las ciencias educativas y de manera más general en el desarrollo de tutores inteligentes. Estas plataformas permiten a los instructores realizar funciones administrativas, como revisar y calificar tareas de manera más efectiva y, a la vez, aprovechan el aprendizaje automático para personalizar el plan de estudios y el contenido según las necesidades de los estudiantes, mejorando la retención y la calidad del aprendizaje (Chen *et al.*, 2020).

Sin embargo, con el surgimiento de los modelos de IA generativas, la llegada de Modelos de Lenguaje Grandes (LLM) y en particular de ChatGPT en el año 2022, transformó drásticamente la concepción de cómo las tecnologías digitales pueden irrumpir y mediar en el sector educativo. Dichos modelos de lenguaje (LLM) son entrenados con grandes conjuntos de datos y contienen billones de parámetros en su arquitectura, lo que



les confiere la capacidad de ofrecer una interacción conversacional natural, simulando una experiencia de conversación similar a la humana (Bektik *et al.*, 2024).

ChatGPT supuso un hito en la historia digital al ser la tecnología de mayor crecimiento de usuarios, alcanzando un millón en sólo cinco días, convirtiéndose así en un tema de relevancia social y de debate público. En este contexto, las opiniones estaban divididas entre dos vertientes: por un lado, los beneficios potenciales proyectados en diversos ámbitos (como la promoción del aprendizaje personalizado e interactivo) y por otro surgieron preocupaciones respecto a los posibles efectos de su uso indiscriminado en áreas sensibles (como la generación de información incorrecta, sesgos y problemas de privacidad) (Baidoo-Anu & Owusu Ansah, 2023). Retomando el enfoque educativo, aunque previo a los LLM ya existían herramientas tecnológicas capaces de personalizar el proceso de aprendizaje, ninguna de éstas tenía la capacidad de ofrecer respuestas instantáneas, contextualmente relevantes y adaptadas al nivel del estudiante. Este conjunto de características posiciona a este tipo de modelos como una opción prometedora para adaptar los procesos de aprendizaje a las necesidades individuales. Otras potenciales aplicaciones de estos modelos en el ámbito educativo son la asistencia a profesores en el diseño de los programas académicos y en la evaluación y retroalimentación individual de los alumnos; así como la promesa de crear recursos educativos en diversos formatos que complementen la formación académica de los estudiantes. Además de lo mencionado anteriormente, el amplio alcance que tienen los LLM puede expandir el acceso a recursos educativos de calidad superando limitaciones geográficas y temporales, lo que podría contribuir a la democratización de la educación al ofrecer orientación académica continua.

Sin embargo, las promesas de la irrupción de los LLM en la educación no están exentas de desafíos, por el contrario, plantea riesgos importantes. Aunque estos modelos pueden generar respuestas instantáneas, la veracidad del contenido generado puede ser dudosa, lo que introduce el riesgo de la desinformación en contextos sensibles como el ámbito educativo. Además, las respuestas inferidas por estos modelos podrían propagar sesgos contenidos en la información que se utilizó para su entrenamiento, por lo que se podrían perpetuar desigualdades en función del sexo, raza, o nivel socioeconómico del usuario (Weissburg *et al.*, 2025).

Aunado a todo lo mencionado, existe la creciente preocupación de la integridad académica, puesto que dichos modelos tienen la capacidad de generar trabajos completos y extensos sobre cualquier tema, lo que nos lleva a cuestionarnos temas concernientes al plagio y la originalidad en la formación académica. Dicho todo esto, es evidente que se necesitan idear e implementar nuevos marcos pedagógicos. Estos deben de permitir que los procesos educativos se beneficien de este tipo de tecnologías a la vez que se disminuyan sus riesgos. Todo ello sin desplazar el papel del docente como punta de vista crítico del proceso formativo. Por ello será necesaria la formulación de marcos regulatorios que dirijan de manera adecuada el uso de LLM en el ámbito educativo buscando garantizar una implementación ética y equitativa. La formulación de estos marcos es parte de los desafíos asociados a la implementación de los LLM en escenarios reales, incluyendo las consideraciones éticas, los sesgos del modelo y los requisitos de recursos computacionales (Hadi *et al.*, 2023).

Debido a que los LLM han irrumpido en la educación a una velocidad sin precedentes, es pertinente analizar la evidencia bibliográfica que existe sobre su impacto real. Por ello es que este artículo propone revisar más de 50 publicaciones académicas concernientes al uso de estos modelos en el ámbito educativo con el fin de identificar oportunidades y riesgos que sean objetos de estudio en investigaciones futuras. Así, la organización de este artículo está centrada en cinco ejes. En primera instancia, se analiza el desarrollo actual de asistentes educativos de tipo chatbot, puesto que representan la aplicación más directa de este tipo de tecnologías en el contexto educativo. El segundo eje es la revisión y análisis de las iniciativas actuales por integrar LLMs para mejorar la personalización de los procesos de aprendizaje, adecuando el contenido generado a contextos educativos específicos y diversos estilos de aprendizaje. En tercer lugar, se exploran las capacidades de estas tecnologías para diseñar currículos académicos y generar contenidos valiosos en este contexto que sirvan de apoyo en la labor docente. En cuarto lugar, se analizan los aspectos éticos y las principales limitaciones de los LLMs haciendo especial énfasis en las limitaciones de estos modelos en cuanto a la originalidad, plagio, sesgos, desinformación y otros riesgos que podrían obstaculizar el objetivo general del proceso educativo, es decir, el aprendizaje. Finalmente, el presente trabajo cierra con una discusión sobre el panorama global y las perspectivas futuras de la integración de estas tecnologías en la educación. Esta revisión busca presentar de manera sintetizada el panorama general de la transformación que están experimentando los paradigmas educativos tradicionales con la irrupción de los modelos de lenguaje grande, que lejos de ser algo pasajero, parecen perfilarse como una de las tecnologías más influyentes de nuestros



tiempos. Siempre recalcando que el éxito de su implementación dependerá de enfoques innovadores que permitan una integración responsable, guiada por la mirada crítica de la comunidad académica.

Metodología Propuesta

Para garantizar la validez del estudio se realizó una revisión sistemática de la literatura académica disponible sobre el uso de LLM en contextos educativos; se siguió el criterio de inclusión de publicaciones realizadas en el periodo comprendido entre 2019 y 2025. El enfoque de la investigación fue de naturaleza cualitativa, es decir, con un enfoque interpretativo centrado en el análisis del contenido de cada trabajo de investigación.

Proceso de búsqueda y Criterios de Inclusión

Se propusieron criterios claros para la selección de las fuentes consultadas en bases de datos académicas indexadas como Scopus, SpringerLink, IEEE Xplore, Elsevier y repositorios de acceso abierto y conferencias como arXiv y TechRxiv. La búsqueda y compilación del corpus se hizo mediante palabras clave como "Large Language Models in Education", "AI in education", "ChatGPT in learning" y "educational equity".

Tabla 1. Criterios de Calidad y Pertinencia definidos para la selección de estudios académicos.

Categoría	Descripción del criterio
Relevancia temática	Se incluyeron estudios centrados en el uso de LLM o IA generativa en contextos educativos.
Perspectiva analítica	Se les dio prioridad a publicaciones con evidencia empírica, marcos teóricos sólidos o revisiones sistemáticas.
Equidad e inclusión	Se consideraron investigaciones que abordaran equidad, inclusión o brechas tecnológicas.
Rango temporal	Publicaciones entre 2019 y 2025 para captar el auge reciente de los LLM.

Análisis y Categorización Temática

Las investigaciones analizadas en esta revisión son un conjunto de más de 50 publicaciones que fueron examinadas de manera cualitativa, organizándolas en tres categorías en función de la temática de los hallazgos reportados:

1. El potencial pedagógico de la implementación de LLM en el contexto educativo.
2. Los riesgos éticos de integridad académica y los prejuicios que los modelos pueden perpetuar.
3. Las dificultades y estructurales que dificultan la adopción de estas herramientas.

En cada uno de los estudios examinados se identificaron los objetivos, metodologías y contribuciones relevantes, con el fin de identificar patrones, tendencias y áreas de oportunidad en la investigación educativa. Los resultados encontrados en esta revisión sistemática se sintetizan a continuación.

Resultados

Chatbots y Asistentes Virtuales

Los chatbots impulsados por LLM como asistentes educativos virtuales son la primera manifestación de cómo estas tecnologías se pueden integrar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dadas las capacidades de los LLM para generar una interacción con los usuarios parecida a la interacción conversacional humana, estos tipos de asistentes son una tecnología con el potencial de facilitar la comunicación y el acceso al conocimiento. Además, dada su cualidad de escalabilidad, tienen el potencial de irrumpir en los marcos pedagógicos a gran escala. Es por ello que los chatbots educativos son el vínculo más evidente entre la IA generativa y la educación. (Wollny *et al.*, 2021).



Dentro de la literatura reciente, el estudio de Khidir *et al.* (2022) expone que las tecnologías impulsadas por modelos de lenguaje grande son capaces de brindar asistencia interactiva a los estudiantes durante los procesos de aprendizaje. Además, son capaces de brindarles un acompañamiento continuo mediante evaluaciones continuas y retroalimentación personalizada, lo que las convierte en una herramienta con alto potencial pedagógico. Por otro lado, a diferencia de las plataformas educativas tradicionales pueden ser de utilidad para gestionar tareas administrativas, lo que reduce la carga de trabajo de los docentes de manera considerable. La revisión sistemática de Okonkwo y Ade-Ibijola (2021), tras analizar un total de 53 publicaciones, identifica las principales ventajas y limitaciones de estas tecnologías educativas. En dicho estudio, los autores destacan como beneficio central la capacidad de personalizar la experiencia educativa, al adaptarse a distintos estilos y ritmos de aprendizaje, además de ofrecer asistencia inmediata a los alumnos. Por otro lado, estos investigadores señalan que entre las limitaciones más críticas se encuentran la fiabilidad de las respuestas generadas por estos modelos y los dilemas éticos relacionados con la privacidad de los datos que los usuarios exponen al sistema.

A continuación, se describen algunos ejemplos adicionales de trabajos sobre la implementación de chatbots educativos que aportan información valiosa sobre cómo se pueden integrar en distintos contextos. Por ejemplo, el estudio de Benedetto y Cremonesi (2019) demuestra la viabilidad de integración de este tipo de sistemas en entornos educativos universitarios, donde pueden ser configurados para responder preguntas frecuentes de los usuarios, así como recomendarles contenidos y recursos académicos pertinentes. De igual manera, la investigación de Oliveira y Matos (2023) analiza la integración de estos chatbots en un portal institucional universitario para proporcionar información de manera automática sobre los horarios escolares y servicios académicos de la institución. Dicha orientación proporcionada es además personalizada. Ambas investigaciones muestran cómo estas herramientas pueden ser de utilidad en los procesos administrativos y pedagógicos de las instituciones educativas.

Algunos trabajos que analizan la perspectiva docente de la integración de chatbots educativos impulsados por LLM se describen a continuación. El estudio de Straková & Válek (2024) afirma que los profesores consideran que este tipo de tecnologías son herramientas valiosas en el aula, principalmente su capacidad de dar respuestas a preguntas rápidas o facilitando los procesos de creación de recursos educativos y proponiendo actividades en clase. Además, los chatbots pueden asistir los procesos de evaluación y proponer trabajos en casa para los alumnos, lo que permite ahorrar tiempo valioso del docente que puede ser aprovechado para dedicar una mayor atención a la interacción que tienen con los estudiantes. Por otro lado, el estudio de Grande *et al.* (2024), el cual analiza la perspectiva estudiantil, concluye que los alumnos valoran la rapidez con la que estos sistemas proporcionan respuestas y aprecian la disponibilidad constante de la asistencia que brindan, dado que se pueden consultar en cualquier momento.

En la literatura disponible también se han documentado trabajos que analizan cómo la irrupción de estas tecnologías ha cambiado las dinámicas en la educación, donde la manera en que se enseña y evalúa está sufriendo cambios sustanciales. Por ejemplo, Alafnan *et al.* (2023) plantean que dado que los sistemas impulsados por LLM tienen la capacidad de resolver tareas académicas es necesario plantear nuevos métodos de evaluación con el fin de garantizar que los alumnos aprendan. En esta misma línea de investigación, Zhang *et al.* (2024) proponen SimClass un entorno simulado de un salón de clases que emula interacciones múltiples con más alumnos y profesores. La educación a distancia también es un área de irrupción relevante, donde diversos trabajos (Goel, 2019) discuten cómo estas herramientas tienen la capacidad de promover la participación activa de los usuarios. De igual manera, el estudio realizado por Neumann *et al.* (2025) expone cómo las plataformas educativas que integran estos modelos permiten acompañar a los usuarios en procesos de aprendizaje autorregulado incluso fuera de los horarios tradicionales de clases.

Los diferentes estudios coinciden en algunos beneficios asociados a la integración de los chatbots educativos impulsados por LLM. A modo de síntesis, se enlistan a continuación.

1. Disponibilidad y accesibilidad permanente: estas herramientas tecnológicas tienen el potencial de ofrecer educación de calidad a gran escala, donde tendrían un impacto significativo especialmente en contextos con un alto número de alumnos por docente (Boateng *et al.*, 2024).
2. Reducción del trabajo administrativo de los docentes: dada la capacidad que tienen de hacer de manera automática tareas de este tipo tienen el potencial de ser una herramienta que permita liberar la carga de trabajo docente.
3. Capacidad de personalización de los procesos de aprendizaje: la capacidad de almacenar y analizar las consultas realizadas por los usuarios les confiere la posibilidad de adaptar la experiencia



educativa a los intereses y necesidades de los usuarios, favoreciendo una experiencia de aprendizaje personalizada.

4. Incremento de la motivación por aprender: la interacción constante con herramientas percibidas como accesibles propicia que los alumnos mantengan el interés y potencia su compromiso con los contenidos educativos.

De manera análoga, las limitaciones se enlistan a continuación:

1. Fiabilidad de las respuestas generadas: la información ofrecida por estos sistemas puede ser errónea o fuera de contexto, por lo que la fiabilidad de la misma no siempre puede ser garantizada.
2. Dependencia tecnológica excesiva: la facilidad de delegar procesos cognitivos importantes para el aprendizaje a este tipo de modelos puede reducir la capacidad de razonamiento autónomo de los alumnos.
3. Preocupaciones éticas relativas a la integridad académica: la capacidad de generar respuestas automáticas puede propiciar conductas deshonestas, por lo que es necesario promover el uso responsable de estas herramientas (Van Wyk, 2024).
4. Falta de empatía real: aun cuando estos modelos son capaces de simular interacciones comprensivas, son incapaces de entender emociones humanas de la manera en que lo hace una persona, lo que limita la mediación de situaciones complejas.

La discusión sobre la integración de chatbots educativos tiene como eje principal las cuestiones éticas de su uso, especialmente con lo relativo a la autenticidad de los trabajos producidos por los estudiantes. Además, el trabajo de Salminen *et al.* (2024) expone que los estudiantes no adoptan estas herramientas de manera uniforme y los autores concluyen que la mayoría aún duda en utilizarlas. Finalmente, es importante recalcar el potencial que tienen estos sistemas para propiciar la capacidad de aprendizaje autodidacta de los usuarios.

Aprendizaje Personalizado y Tutores Virtuales

A lo largo del tiempo, uno de los objetivos más relevantes de la investigación pedagógica ha sido alcanzar una educación personalizada, es decir, aquella que sea capaz de adaptarse a las necesidades individuales de los alumnos, adaptándose a sus propios ritmos y estilos de aprendizaje. En este contexto, los LLM han abierto nuevas posibilidades para alcanzar este propósito dadas las capacidades descritas anteriormente.

Por ejemplo, la investigación reciente de Kabir & Lin (2023) expone a modo de resultados que el modelo ChatGPT tiene la capacidad de proponer ejercicios ajustados al nivel académico individual de cada estudiante, además de explicar en detalle dichos ejercicios y ofrecer retroalimentación inmediata. Esta característica marca una diferencia fundamental frente a los sistemas educativos tradicionales, que generalmente son estáticos, con ejercicios fijos y predefinidos, por lo que tienen más limitaciones para adaptarse contextualmente. Otra área clave de investigación es la del desarrollo de agentes multimodales; al respecto, el estudio de Ochoa Luna *et al.* (2025) destaca que los modelos de inteligencia artificial generativa pueden servir para impulsar asistentes capaces de generar contenidos educativos en diversos formatos (como texto a imagen, texto a audio y texto a video) que de igual manera estén adaptados a los estilos y necesidades de aprendizaje individuales de los estudiantes.

Hablando de investigación educativa aplicada a áreas específicas, el estudio de Han *et al.* (2024) expone cómo los LLM pueden implementarse en la enseñanza de idiomas. En este trabajo se documenta el uso de un modelo que asume el papel de tutor de escritura en inglés, donde el modelo ofrece retroalimentación pedagógicamente valiosa de manera inmediata. Por otro lado, Zarris y Sozos (2023) analizan cómo diferentes técnicas de ingeniería de prompts pueden ser de utilidad para generar contenidos educativos relevantes y diversos.

Otra línea de investigación que ha surgido con la implementación de los LLM en el ámbito educativo es la creación de aulas virtuales personalizadas. Al respecto, Yue *et al.* (2025) proponen recrear entornos educativos completos, mediante la simulación de múltiples alumnos con el fin de propiciar la colaboración en la resolución de ejercicios de matemáticas. También se ha propuesto el aprendizaje basado en el juego, es decir, ofrecer una interacción dinámica lúdica que promueva la motivación de los estudiantes a través de desafíos y recompensas lo que mejora los resultados de aprendizaje (St-Hilaire *et al.*, 2022).



En la literatura reciente también se ha explorado cómo los modelos de lenguaje influyen en la autonomía de los docentes. Al respecto, Frøsig y Romero (2024) discuten que la dependencia de este tipo de sistemas puede afectar la capacidad de toma de decisiones del profesorado, de manera análoga a la dependencia tecnológica observada en los estudiantes, como se mencionó anteriormente. Para contrarrestar estos riesgos, el estudio realizado por X. Chen *et al.* (2025) propone el uso de ingeniería de prompts con el fin de identificar patrones de conocimiento que puedan ser inferidos de las respuestas de los estudiantes, incluso cuando no se expresan explícitamente. Esta estrategia contribuiría a la mejora de los sistemas de evaluación y a estimar con mayor precisión la comprensión del estudiante.

Finalmente, es pertinente mencionar que la implementación de sistemas de tutoría virtual requiere una infraestructura tecnológica considerable, acceso a internet y competencias digitales tanto de docentes como de estudiantes. En contextos con desigualdad social y económica, la falta de estas condiciones podría incrementar la brecha en la equidad educativa en lugar de reducirla. Por ello, será necesario proponer y promover la adopción de políticas públicas orientadas a garantizar el acceso equitativo a estas tecnologías emergentes, así como estrategias de alfabetización digital dirigidas tanto a estudiantes como a profesores. (Weber, 2025).

Diseño Curricular y Generación de Contenido

Una característica destacable de los modelos pedagógicos de las últimas dos décadas ha sido la creación de material didáctico digital y la adopción de plataformas digitales. Sin embargo, los modelos de inteligencia artificial generativa tienen el potencial de conseguir una transformación mucho más significativa, dada la capacidad que tiene para producir, organizar y adaptar contenidos educativos de manera automática lo que les permite ajustar los materiales educativos de forma dinámica a las necesidades y contextos específicos de los estudiantes, con una rapidez no vista hasta ahora.

Un ejemplo de este potencial es el trabajo documentado en la literatura elaborado por Sridhar *et al.* (2023) donde se probó la capacidad de GPT-4 para generar objetivos de aprendizaje alineados con la taxonomía educativa de Bloom. Los resultados demostraron que el modelo pudo formular objetivos coherentes con los niveles cognitivos propuestos por Bloom. Con ello se demostró que los LLM más allá de redactar texto, pueden contribuir a estructurar conceptos clave en la enseñanza, facilitando el diseño curricular. Sin embargo, el artículo también destaca la necesidad de una revisión de parte de expertos educativos, que aporten el juicio crítico y contextual que la experiencia humana es capaz de proporcionar. La idea de estructurar y generar contenido de manera automática, emulando el proceso secuencial de aprendizaje humano con preguntas que escalan en dificultad, ha demostrado mejoras importantes en el rendimiento de los modelos (Lee *et al.*, 2024). De igual manera, Leo Huovinen (2024) muestra cómo los LLM tienen el potencial de agilizar el proceso de diseño de planes de estudio. Sin embargo, los autores del trabajo subrayan que estos modelos suelen reproducir prejuicios culturales que estén presentes en los datos de entrenamiento, lo que conlleva al riesgo de proponer programas de estudio poco representativos. Por ello es que se hace énfasis en que la supervisión docente sobre los contenidos generados debe ser permanente para garantizar la pertinencia y adecuación a objetivos institucionales. La creación de contenido a gran escala se facilita con sistemas como GLAN (Generalized Instruction Tuning), que utiliza una estructura jerárquica de conocimiento y programas de estudio generados por LLMs para crear datos sintéticos de instrucción que cubren una amplia variedad de disciplinas académicas (Li *et al.*, 2024). Además, para la creación de currículos, se ha propuesto el uso de herramientas de análisis de texto para reducir el tiempo y el esfuerzo requerido, sugiriendo temas y contenidos a los profesores (Sodhi & Choudhary, 2023).

Otros trabajos abordan de qué manera los LLM pueden ser una herramienta útil para reconfigurar los planes de estudio en las universidades. Al respecto, Dimitriadou y Lanitis (2023) concluyen que, dadas las capacidades de ChatGPT para realizar tareas complejas, es necesario replantear los métodos de enseñanza y los planes de estudio. Por su parte, Denny *et al.* (2024) recomiendan algunas metodologías para integrar estos modelos en la docencia; donde la característica principal es hacer hincapié en estrategias pedagógicas que fomenten nuevas formas de análisis de problemas mediante la descomposición de los mismos, con el fin de desarrollar nuevas habilidades.

Finalmente, una revisión sistemática (Bearman *et al.*, 2023) estudia el impacto de los de estos modelos en la educación, destacando como los modelos de lenguaje grande obligan a replantear el papel del docente. Dado que estas tecnologías conllevan a redistribuir la autoridad tradicional del profesor, ahora dicha autoridad es compartida con estas nuevas tecnologías, lo que modifica profundamente la relación entre el estudiante, el docente y el conocimiento. Por último, es pertinente mencionar que, aunque los LLM tienen la capacidad de



crear currículos aparentemente coherentes, un análisis en profundidad de los mismos nos permite identificar errores y prejuicios en los planes de estudio generados, lo que revela los problemas de confiabilidad en el uso de este tipo de tecnologías en el contexto educativo.

El análisis de la literatura disponible permite identificar varios puntos de coincidencia respecto a los beneficios de la implementación de la inteligencia artificial generativa en el ámbito educativo. A modo de síntesis, se presentan a continuación los más destacados.

1. Velocidad y facilidad en la generación de contenidos didácticos, lo que permite optimizar el tiempo.
2. Capacidad para crear contenidos curriculares alineados con los marcos pedagógicos ya establecidos, lo que facilita la integración de estas herramientas en programas educativos formales ya existentes.
3. Posibilidad de generar recursos educativos que se ajusten a las necesidades específicas de los estudiantes.
4. Potencial de estos modelos para ir más allá de la generación de contenido y asistir con la corrección de errores en la resolución de problemas.

El último punto señala las ventajas en la reducción de costos educativos, la alta escalabilidad y la capacidad de generalizar superior de los métodos de corrección impulsados por LLM, lo que transforma las prácticas educativas (Xu *et al.*, 2024).

Entre las limitaciones que más destacan se encuentran el riesgo de sesgos culturales y falta de contextualización, así como la dependencia excesiva de la generación automática que podría reducir la creatividad docente aunado a la necesidad de supervisión humana constante.

A partir de la evidencia analizada, se puede afirmar que el papel de los LLM no es el de sustituir la labor docente, sino el de actuar como asistentes creativos. El éxito de esta integración dependerá de cómo las instituciones acoplen la inteligencia artificial con estrategias de enseñanza que hagan énfasis en la integridad y la pertinencia cultural de los contenidos.

Discusión

El análisis sistemático de la literatura actual sobre la irrupción de los LLM en la educación permite identificar un panorama complejo, en el que coexisten oportunidades de innovación pedagógica junto con riesgos éticos y pedagógicos. Si bien en las secciones anteriores de esta revisión se destacaron los potenciales de dichos modelos en contextos educativos, es igual de importante reflexionar en profundidad las implicaciones de su integración a gran escala en los procesos de enseñanza y evaluación.

Ética, Sesgos y Equidad en la Personalización

Así como los beneficios de los LLM han despertado interés, también lo han hecho los dilemas éticos que se plantean con su integración, puesto que estos modelos tienen la capacidad no sólo de difundir información sino de generarla de manera automática. Esto introduce el riesgo de que la información producida perpetúe prejuicios sociales presentes en los datos que fueron utilizados para el entrenamiento de los modelos.

Se han realizado múltiples estudios sobre los sesgos que pueden ser reproducidos por estos modelos. Por ejemplo, en la investigación de Weissburg *et al.* (2025) se advierte que las respuestas generadas por los modelos pueden variar en función del sexo o nivel socioeconómico de los usuarios, lo que plantea retos para garantizar la equidad en diferentes contextos educativos. Con el fin de mitigar estos riesgos, en el trabajo de Usman Hadi *et al.* (2023) se reflexiona acerca de proponer estrategias que fomenten prácticas inclusivas. Es por esto que la personalización de los procesos educativos debe ser tratada además de con una perspectiva pedagógica, con una perspectiva ética.

Integridad Académica y Replanteamiento de la Evaluación

En el estudio de Van Wyk (2024), los docentes señalan que la generación automática de textos, códigos o argumentos complejos puede diluir la noción de autoría y fomentar prácticas de plagio, tanto consciente como inconsciente. Más allá del uso indebido de las herramientas, el problema radica en la redefinición del papel



del estudiante frente al conocimiento: cuando la máquina puede producir respuestas completas, ¿qué significa realmente aprender o construir una idea propia?

En consecuencia, el uso de LLM obliga a repensar los sistemas de evaluación tradicionales. El trabajo de Bernabei *et al.* (2023) expone cómo las pruebas escritas o los trabajos monográficos pierden validez como instrumentos de medición del aprendizaje, y plantea la necesidad de adoptar métodos alternativos. En esta misma línea, el estudio de King *et al.* (2024) subraya que la capacidad de ChatGPT para resolver tareas complejas de manera convincente demanda una reorganización profunda de los métodos de enseñanza y de los planes de estudio, de modo que el aprendizaje se enfoque en el razonamiento, la argumentación y la aplicación práctica del conocimiento.

Siguiendo la tendencia analizada por Alafnan *et al.* (2023), la mayoría de las propuestas actuales apuestan por diversificar las estrategias de evaluación mediante actividades orales y proyectos de enfoque práctico. Estas estrategias deben promover la reflexión crítica, con el objetivo de garantizar la autenticidad de la producción de los estudiantes. Es por ello que la irrupción de los LLM en el contexto educativo podría ofrecer la oportunidad de redefinir los modelos pedagógicos tradicionales en torno a la evaluación y enfocarse en la capacidad de aplicar de manera práctica los conocimientos mediante la reflexión crítica de los mismos, lo que conllevaría al desarrollo de competencias clave para la formación integral.

Pensamiento Crítico, Autonomía y Formación Docente

El tercer riesgo importante señalado en la literatura es la posible pérdida del pensamiento crítico y de la autonomía. Al respecto, el trabajo de Grande *et al.* (2024) menciona que es importante enseñar a los estudiantes a cuestionar y validar la información generada por los modelos de lenguaje porque muchas veces dicha información suele ser percibida por los alumnos, erróneamente, como verdadera e incuestionable, lo que conduce a la pérdida del pensamiento crítico y a la dependencia tecnológica.

De manera tradicional el papel que desempeña el docente en el proceso educativo es el de facilitar el conocimiento a los estudiantes, sin embargo, con la irrupción de los LLM en este ámbito este rol se ve modificado y pasa a ser el mediador en las interacciones entre los modelos de IA generativa y los estudiantes, donde su función es la de promover el análisis crítico de la información proporcionada y de supervisar las interacciones entre los estudiantes y los modelos de lenguaje con el fin de que los estudiantes comprendan mediante la reflexión. Para conseguir este propósito Hagström (2023) hace énfasis en la necesidad de capacitar al personal docente en cuestiones de Inteligencia artificial generativa. Según exponen Bilal *et al.* (2025) comprender la manera en que estos modelos procesan la información y generan las respuestas es fundamental para fomentar la confianza en estos sistemas y así lograr una integración responsable de estas tecnologías en el ámbito educativo.

Riesgos de Privacidad de Datos

Un aspecto importante que es necesario tomar en cuenta es cómo garantizar la privacidad de los datos que son expuestos a los modelos de lenguaje, dado que muchas veces los alumnos pueden exponer información sensible a estos. Con este objetivo en mente el trabajo de Dimitriadou & Lanitis (2023) propone utilizar modelos de código abierto de manera local para tener un completo control sobre gestión de los datos.

Por otro lado, en el trabajo de Mew & Money (2023) se enfatiza que la escasa transparencia en los mecanismos de operación de estos modelos hace difícil el entendimiento sobre su funcionamiento, lo que dificulta la tarea de evaluar estas herramientas en contextos educativos. En consecuencia, Nazaretsky *et al.* (2022) sostienen la necesidad de facilitar esquemas conceptuales que expliquen el funcionamiento de estos modelos con el fin de entender no solo sus beneficios sino sus limitaciones en el ámbito educativo.

Hay que subrayar que el papel de estos modelos al integrarse en los sistemas educativos será complementario, no sustitutivo. Para lograr esta integración la colaboración entre humanos y máquinas es el eje principal que permitirá aprovechar los potenciales beneficios de estas herramientas tecnológicas.

Perspectivas Futuras

La literatura revisada sugiere que el futuro de la educación será mediante la integración de los paradigmas tradicionales con herramientas de Inteligencia artificial generativa. En este escenario, Tan *et al.* (2023) y



Benedetto *et al.* (2019) destacan el potencial de los sistemas multimodales, capaces de procesar información en distintos formatos para transformar las experiencias educativas mediante la generación de contenidos audiovisuales (Chu *et al.*, 2025).

Otra perspectiva futura que llama la atención es el concepto de aprendizaje a lo largo de la vida, donde la implementación de estos sistemas inteligentes podría ofrecer asistencia educativa de manera continua a largo plazo, como es discutido en el trabajo de St-Hilaire *et al.* (2022). Aun así, hay que recalcar que las brechas educativas siguen siendo un desafío importante, es por ello, que el estudio de Benedetto & Cremonesi (2019) señala que estas tecnologías pueden ser de utilidad en contextos marginados, que muchas veces tienen la característica de tener un número reducido de docentes en comparación con la cantidad de estudiantes, siempre que existan políticas públicas que garanticen un acceso equitativo de estas tecnologías.

El avance que supone la integración de herramientas de Inteligencia artificial generativa en materia educativa permitirá mejorar las experiencias de aprendizaje siempre que se integren de manera ética y responsable, donde como sostienen Aithal y Aithal (2023), el pilar fundamental será la interacción entre humanos y máquinas para complementar los sistemas educativos tradicionales.

Conclusiones

La revisión sistemática de la literatura disponible permite afirmar que los modelos de lenguaje grande tienen el potencial de transformar profundamente los paradigmas educativos, desde las herramientas para los procesos de aprendizaje hasta la mediación pedagógica del profesorado. La integración de estos modelos de inteligencia artificial generativa mediante chatbots en sistemas adaptativos que personalizan el aprendizaje representa una posibilidad inédita en el ámbito educativo.

Hallazgos Clave:

Potencial pedagógico: diversos estudios destacan que estos modelos facilitan la personalización de los procesos de aprendizaje y la creación de material didáctico y contenidos educativos, lo que contribuye a la reducción del trabajo administrativo del docente y, en consecuencia, a la mejora de la eficiencia de las instituciones académicas. Además, estas tecnologías permiten impulsar sistemas multiformato, abriendo la puerta a nuevas dinámicas de enseñanza- aprendizaje que se adapten a distintos estilos y fomenten la motivación de los estudiantes, contribuyendo al enriquecimiento de los modelos pedagógicos existentes.

Riesgos éticos y estructurales: este potencial transformador solo podrá implementarse de manera eficaz si se mantiene una supervisión crítica, dado que los LLM pueden perpetuar prejuicios, afectar la integridad académica y plantear riesgos relacionados con la privacidad de los datos expuestos al modelo. Asimismo, la dependencia tecnológica puede comprometer la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes, obstaculizando los objetivos pedagógicos. Por ello, surge la necesidad de proponer e implementar marcos regulatorios que garanticen el uso ético y responsable de estas tecnologías en el contexto educativo.

Conclusión:

Una conclusión central presente en la mayoría de los trabajos revisados es que los modelos de lenguaje grande no sustituyen al docente, sino que funcionan como herramientas complementarias. En este sentido, la función del profesor cobra especial relevancia como mediador entre los estudiantes y la inteligencia artificial, supervisando y ajustando el contenido generado por los modelos, así como promoviendo su uso adecuado para garantizar el pensamiento crítico y el aprendizaje reflexivo.

Es necesario continuar con enfoques híbridos humano-máquina para integrar responsablemente estos modelos en el contexto educativo. Los puntos clave para lograr este objetivo se describen a continuación:

- a) Supervisión docente constante: indispensable para asegurar la veracidad de la información, la coherencia de los contenidos y la autonomía estudiantil.
- b) Políticas institucionales y éticas: implementación de marcos regulatorios que promuevan la equidad en el acceso a estas herramientas, la protección de la privacidad de los datos y la transparencia algorítmica, fortaleciendo así la confianza en los sistemas de inteligencia artificial. Estas políticas deben adaptarse a la presencia de IA en los procesos de enseñanza y evaluación.



- c) Formación en alfabetización de IA: tanto estudiantes como docentes deben desarrollar habilidades críticas para aprovechar de manera responsable la inteligencia artificial, comprendiendo el funcionamiento de los modelos y sus limitaciones, e interpretando correctamente los resultados que estos generan.

El futuro de la educación estará definido por un ecosistema colaborativo entre humanos y máquinas, donde la irrupción de los LLM en la educación nos presenta la oportunidad de reformular los métodos de enseñanza, aprendizaje y de evaluación tradicionales. El éxito de esta colaboración dependerá en gran medida de la capacidad de las instituciones para garantizar un uso ético, reflexivo y responsable de estas tecnologías. De lograrse, los LLM podrían convertirse en un pilar fundamental de la innovación educativa, contribuyendo a un aprendizaje personalizado, inclusivo y de calidad, promoviendo así la equidad educativa.

Referencias

- Aithal, S., & Aithal, P. S. (2023). Comparative study on AI-based ChatGPT and library systems in higher education for information collection. *SSRN*. <https://ssrn.com/abstract=4715179>
- Alafnan, M. A., Dishari, S., Jovic, M., & Lomidze, K. (2023). ChatGPT as an educational tool: Opportunities, challenges, and recommendations for communication, business writing, and composition courses. *Journal of Artificial Intelligence and Technology*, 3(2), 60–68. <https://doi.org/10.37965/jait.2023.0184>
- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *International Journal of AI*, 52(7), 52–62.
- Bearman, M., Ryan, J., & Ajjawi, R. (2023). Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review. *Higher Education*, 86(2), 369–385.
- Bektik, D., Edwards, C., Whitelock, D., & Antonaci, A. (2024). Use of LLM tools within higher education: Report 1. *Quality Enhancement and Innovation, The Institute of Educational Technology, The Open University*. <https://oro.open.ac.uk/103272/>
- Benedetto, L., & Cremonesi, P. (2019). REXY: A configurable application for building virtual teaching assistants. *In Lecture Notes in Computer Science*, 11747, pp. 233–241. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29384-0_15
- Benedetto, L., Cremonesi, P., & Parenti, M. (2019). A virtual teaching assistant for personalized learning. *CEUR Workshop Proceedings*, 2482. <https://arxiv.org/abs/1902.09289>
- Bernabei, M., Colabianchi, S., Falegnami, A., & Costantino, F. (2023). Students' use of large language models in engineering education: A case study on technology acceptance, perceptions, efficacy, and detection chances. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100172. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100172>
- Bilal, A., Ebert, D., & Lin, B. (2025). LLMs for explainable AI: A comprehensive survey. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2504.00125>
- Boateng, G., John, S., Boateng, S., Badu, P., Agyeman-Budu, P., & Kumbol, V. (2024). Real-world deployment and evaluation of Kwame for Science: An AI teaching assistant for science education in West Africa. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2302.10786>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, X., Zhang, J., Zhou, T., & Zhang, F. (2025). LLM-CDM: A large language model-enhanced cognitive diagnosis for intelligent education. *IEEE Access*, 13, 47165–47180. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3549309>
- Chu, Z., Wang, S., Xie, J., Zhu, T., Yan, Y., Ye, J., Zhong, A., Hu, X., Liang, J., Yu, P. S., & Wen, Q. (2025). LLM agents for education: Advances and applications. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2503.11733>
- 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>



- Dimitriadou, E., & Lanitis, A. (2023). A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00231-3>
- Frøsig, T. B., & Romero, M. (2024). Teacher agency in the age of generative AI: Towards a framework of hybrid intelligence for learning design. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.06655>
- Goel, A. (2016). AI-powered learning: Making education accessible, affordable, and achievable. In C. Romero, S. Ventura, M. Pechenizkiy, & R. Baker (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2016)* (pp. 3–10). International Educational Data Mining Society. <https://educationaldatamining.org/EDM2016/proceedings/>
- Grande, V., Kiesler, N., & Francisco, M. A. R. (2024). Student perspectives on using a large language model (LLM) for an assignment on professional ethics. In *Proceedings of the 2024 Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2024)* (pp. 478–484). ACM. <https://doi.org/10.1145/3649217.3653624>
- Hadi, M. U., Al Tashi, Q., Qureshi, R., Shah, A., Muneer, A., Irfan, M., Zafar, A., Shaikh, M. B., Akhtar, N., Wu, J., & Mirjalili, S. (2023). Large language models: A comprehensive survey of their applications, challenges, limitations, and future prospects [Preprint]. *TechRxiv*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.23589741.v4>
- Hagström, I. (2023). Learning by prompting: Investigating the potential of large language models as a learning tool in education [Bachelor's thesis, *Linköping University*]. Linköping University Electronic Press. <https://ep.liu.se>
- Han, J., Yoo, H., Myung, J., Kim, M., Lim, H., Kim, Y., Lee, T. Y., Hong, H., Kim, J., Ahn, S.-Y., & Oh, A. (2024). LLM-as-a-tutor in EFL writing education: Evaluation of student-LLM interaction [Preprint]. *arXiv*. <http://arxiv.org/abs/2310.05191>
- Huovinen, L. (2024). Assessing usability of large language models in education (Bachelor's thesis, *Metropolia University of Applied Sciences*). Metropolia University of Applied Sciences. <http://www.theseus.fi/handle/10024/850498>
- Kabir, M. R., & Lin, F. (2023). An LLM-powered adaptive practicing system. *CEUR Workshop Proceedings*. <http://ceur-ws.org>
- Khidir, M. L. B. M., & Sa'ari, S. N. B. (2022). Chatbot as an educational support system. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 8(5). <https://doi.org/10.36713/epra10328>
- King, M. R., Abdulrahman, A. M., Petrovic, M. I., Poley, P. L., Hall, S. P., Kulapatana, S., & Lamantia, Z. E. (2024). Incorporation of ChatGPT and other large language models into a graduate-level computational bioengineering course. *Cellular and Molecular Bioengineering*, 17(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s12195-024-00793-3>
- Lee, B. W., Cho, H., & Yoo, K. M. (2024). Instruction tuning with human curriculum. *arXiv preprint arXiv:2310.09518*. <http://arxiv.org/abs/2310.09518>
- Li, H., Dong, Q., Tang, Z., Wang, C., Zhang, X., Huang, H., Huang, S., Huang, X., Huang, Z., Zhang, D., Gu, Y., Cheng, X., Wang, X., Chen, S.-Q., Dong, L., Lu, W., Sui, Z., Wang B., Lam, W., & Wei, F. (2024). Synthetic data (almost) from scratch: Generalized instruction tuning for language models. *arXiv preprint arXiv:2402.13064*. <http://arxiv.org/abs/2402.13064>
- Mew, L., & Money, W. H. (2024). Leveraging ChatGPT for higher education course offerings. *Information Systems Education Journal*, 22(5), 72–80. <https://doi.org/10.62273/OKLK1331>
- Nazaretsky, T., Ariely, M., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022). Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 914–931. <https://doi.org/10.1111/bjet.13232>
- Neumann, A. T., Yin, Y., Sowe, S., Decker, S., & Jarke, M. (2025). An LLM-driven chatbot in higher education for databases and information systems. *IEEE Transactions on Education*, 68(1), 103–116. <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3467912>
- Ochoa-Luna, J., Lazo, R., & Meyer, M. (2025). LLM agents: Advancing truly personalized online education. In *Education and New Developments 2025*. <https://doi.org/10.36315/2025v2end044>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>



- Oliveira, P. F., & Matos, P. (2023). Introducing a chatbot to the web portal of a higher education institution to enhance student interaction. *Engineering Proceedings*, 56, 128. <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-16621>
- Salminen, J., Jung, S. G., Medina, J., Aldous, K., Azem, J., Akhtar, W., & Jansen, B. J. (2024). Using Cipherbot: An exploratory analysis of student interaction with an LLM-based educational chatbot. In *Proceedings of the 11th ACM Conference on Learning @ Scale (L@S 2024)* (pp. 279–283). Atlanta, GA, USA. <https://doi.org/10.1145/3657604.3664690>
- Sodhi, R., & Choudhary, J. (2023). Text analyzing tool for simplifying the syllabus creation process. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(2), 409–416. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.2.1820>
- Sridhar, P., Doyle, A., Agarwal, A., Bogart, C., Savelka, J., & Sakr, M. (2023). Harnessing LLMs in curricular design: Using GPT-4 to support authoring of learning objectives. *arXiv preprint arXiv:2306.17459*. <http://arxiv.org/abs/2306.17459>
- St-Hilaire, F., Vu, D. D., Frau, A., Burns, N., Faraji, F., Potochny, J., Robert, S., Roussel, A., Zheng, S., Glazier, T., Romano, J. V., Belfer, R., Shayan, M., Smofsky, A., Delarosbil, T., Ahn, S., Eden-Walker, S., Sony, K., Ching, A. O., ... Kochmar, E. (2022). A new era: Intelligent tutoring systems will transform online learning for millions. *arXiv preprint arXiv:2203.03724*. <https://arxiv.org/abs/2203.03724>
- Straková, N., & Válek, J. (2024). Chatbots as a learning tool. *R&E-SOURCE, Sonderausgabe 1*, 245–265. <https://doi.org/10.53349/resource.2024.is1.a1259>
- Tan, K., Pang, T., Fan, C., & Yu, S. (2023). Towards applying powerful large AI models in classroom teaching: Opportunities, challenges, and prospects. *arXiv preprint*. <http://arxiv.org/abs/2305.03433>
- Van Wyk, M. M. (2024). Is ChatGPT an opportunity or a threat? Preventive strategies employed by academics related to a GenAI-based LLM at a faculty of education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.1.15>
- Weber, J. L. (2025). Understanding and developing educational tools in the LLM era. In *ACM Conference on International Computing Education Research V.2 (ICER 2025 Vol. 2)* (pp. 1–2). ACM. <https://doi.org/10.1145/3702653.3744309>
- Weissburg, I., Anand, S., Levy, S., & Jeong, H. (2025). LLMs are biased teachers: Evaluating LLM bias in personalized education. *arXiv preprint arXiv:2410.14012*. <http://arxiv.org/abs/2410.14012>
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021). Are we there yet? A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 654924. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Xu, T., Zhang, Y.-F., Chu, Z., Wang, S., & Wen, Q. (2024). AI-driven virtual teacher for enhanced educational efficiency: Leveraging large pretrained models for autonomous error analysis and correction. *arXiv preprint*. <http://arxiv.org/abs/2409.09403>
- Yue, M., Lyu, W., Suh, J., Zhang, Y., & Yao, Z. (2025). MathVC: An LLM-simulated multi-character virtual classroom for mathematics education. *arXiv preprint*. <http://arxiv.org/abs/2404.06711>
- Zarris, D., & Sozos, S. (2023). *Educational artificial intelligent chatbot: Teacher assistant and study buddy* [Master's thesis], Luleå University of Technology. <https://ltu.diva-portal.org>
- Zhang, Z., Zhang-Li, D., Yu, J., Gong, L., Zhou, J., Hao, Z., Jiang, J., Cao, J., Liu, H., Liu, Z., Hou, L., & Li, J. (2024). *Simulating classroom education with LLM-empowered agents*. *arXiv preprint arXiv:2406.19226*. <http://arxiv.org/abs/2406.19226>

