

## Inteligencia Artificial: tendencias más utilizadas en la educación y simulaciones médicas

### Artificial Intelligence: Trends used in Education and Medical Simulations

**Luis Molina Saltos** 

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil  
Ecuador

[luis.molina08@cu.ucsg.edu.ec](mailto:luis.molina08@cu.ucsg.edu.ec)

**Rina Guerrero Vásquez** 

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil  
Ecuador

[rina.vasquez01@cu.ucsg.edu.ec](mailto:rina.vasquez01@cu.ucsg.edu.ec)

**Betty Bravo Zúñiga** 

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil  
Ecuador

[betty.bravo@cu.ucsg.edu.ec](mailto:betty.bravo@cu.ucsg.edu.ec)

**Alemania González Peñafiel** 

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil  
Ecuador

[alemania.gonzalez@cu.ucsg.edu.ec](mailto:alemania.gonzalez@cu.ucsg.edu.ec)

**Fecha de enviado:** 27/09/2024

**Fecha de aprobado:** 21/11/2024

**RESUMEN:** La inteligencia artificial (IA) está transformando la educación y la atención sanitaria al mejorar la precisión diagnóstica y personalizar los tratamientos. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos culturales, económicos y normativos. Esta investigación analiza las tendencias de la IA en el aprendizaje basado en simulación para optimizar la precisión diagnóstica. Mediante una revisión sistemática, se seleccionaron artículos centrados en guías de aprendizaje, computación afectiva y evaluación virtual basada en simulación. Los estudios alcanzaron su punto máximo en 2021, con énfasis en el diseño conceptual y la arquitectura de la IA. Los agentes virtuales destacaron en personalización y motivación. El impacto de la IA debe implementarse con principios pedagógicos para personalizar el aprendizaje y mejorar la precisión diagnóstica en entornos clínicos.

**PALABRAS CLAVE:** inteligencia artificial; educación; simulación; tecnologías emergentes.

**ABSTRACT:** Artificial intelligence (AI) is transforming education and healthcare by improving diagnostic accuracy and personalizing treatments. However, its implementation faces cultural, economic, and regulatory challenges. This research analyzes AI trends in simulation-based learning to optimize diagnostic accuracy. Through a systematic review, articles focusing on learning guides, affective computing, and virtual simulation-based assessment were selected. Studies peaked in 2021, emphasizing conceptual design and AI architecture. Virtual agents stood out in personalization and motivation. The impact of AI should be implemented with pedagogical principles to personalize learning and enhance diagnostic accuracy in clinical settings.

**KEYWORDS:** artificial intelligences education; simulation; emerging technologies.

En la actualidad, expertos se cuestionan cómo la inteligencia artificial (IA) influye en los procesos cognitivos humanos además de su impacto en la vida diaria. Asistentes virtuales como Siri o Alexa han ganado popularidad en los últimos años, facilitando tareas que antes requerían esfuerzo memorístico. Esta dependencia puede obstaculizar los mecanismos naturales de recuperación de información. En el 2011, investigadores de la Universidad de Harvard denominaron este fenómeno como "Efecto Google", refiriéndose a la tendencia de olvidar información que es fácilmente accesible en línea (Parrow et al., 2011).

En la actualidad, en lugar de comprobar el mapa y diseñar una ruta antes de salir de casa, la gente empieza a confiar enteramente en los GPS de sus teléfonos móviles o en otros sistemas de IA en el sentido de la orientación. Un estudio reciente desarrollado por la Universidad de Londres demuestra que el uso de GPS está debilitando la capacidad del cerebro para orientarse y que los navegadores hacen que las áreas cerebrales dedicadas a la orientación espacial y la navegación reduzcan su actividad.

Pero, por otro lado, otras investigaciones han demostrado que la IA permitirá a los humanos usar sus cerebros de forma más creativa y tendremos tiempo para otras competencias, pero ¿en qué invertiremos el tiempo?

En el ámbito de la Salud, las soluciones estratégicas basadas en IA representan un futuro ideal para la atención sanitaria, caracterizado por tratamientos más personalizados y diagnósticos más precisos. No obstante, la implementación de la IA en entornos clínicos enfrenta desafíos significativos, derivados de factores culturales, económicos y normativos (Liu & Zhang, 2020).

Para superar estas barreras, los líderes de los países deben abordar cuestiones como la calidad y el sesgo de los datos, la confianza en los algoritmos y las carencias en habilidades y competencias profesionales, mientras mantienen como prioridad la seguridad del paciente (Topol, 2019).

Por su parte, el ámbito educativo ha experimentado una transformación significativa con la creciente aplicabilidad de la inteligencia artificial (IA) al aprendizaje. Esta tecnología tiene el potencial de redefinir las interacciones sociales en contextos educativos, mediante herramientas tecnológicas, como las tecnologías emergentes, entre otras; involucrando a estudiantes y docentes.

La inteligencia artificial reporta numerosos beneficios en el ámbito de la salud, los cuales son citados a continuación:

- Mejora la capacidad de diagnóstico y, por ende, la eficacia de los tratamientos.
- Ayuda en la toma de decisiones clínicas a los profesionales sanitarios.
- Mejora la experiencia formativa de los profesionales.
- Optimiza y reduce los tiempos de investigación.
- Establece nuevas vías de estudio, inviables para la lógica humana.
- Mejora la prevención y detección temprana de enfermedades.
- Aumenta la calidad de la atención médica y, en consecuencia, la calidad de vida de los pacientes.

Por otro lado, necesitan ser reguladas por directrices que todas las aplicaciones de la IA deben respetar. Los requisitos son los siguientes:

- Intervención y supervisión humana en su aplicación y uso.
- Garantía de solidez y seguridad técnica.
- Protección en la privacidad y gestión de los datos.
- Transparencia.
- Diversidad, no discriminación y medioambiental.
- Rendición de cuentas.

Estas directrices son fundamentales para asegurar una implementación ética y efectiva de la inteligencia artificial en diversos ámbitos de la sociedad.

El objetivo de este trabajo es analizar las tendencias de las IA en el aprendizaje basado en simulación para optimizar la precisión diagnóstica.

### Fundamentos teóricos

La inteligencia artificial (IA) se define como la capacidad de las máquinas para realizar tareas cognitivas que, tradicionalmente, requieren inteligencia humana, como el aprendizaje y la resolución de problemas (Loder & Nicholas, 2018). Esta disciplina se enfoca en crear sistemas que emulan procesos humanos, incluyendo el reconocimiento de patrones, la comprensión del lenguaje y la percepción visual.

Al aplicar técnicas de IA, como redes neuronales artificiales, procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, el aprendizaje basado en simulación puede promover la participación activa y la toma de decisiones mediante interacciones similares a las humanas.

El aprendizaje basado en simulación es una estrategia educativa que emplea entornos simulados para replicar situaciones reales,

permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades en un ambiente seguro y controlado, con el objetivo de mejorar la seguridad del paciente y la calidad de la atención sanitaria.

Según Hintze (2016), la IA se clasifica en cuatro categorías según su funcionalidad:

1. Máquinas reactivas: Sistemas que ejecutan tareas específicas basándose en datos actuales, sin capacidad de memoria ni percepción temporal. Un ejemplo es Deep Blue, el programa de ajedrez de IBM.
2. Memoria limitada: Máquinas que poseen una memoria temporal que les permite utilizar experiencias pasadas para influir en decisiones futuras, como los vehículos autónomos.
3. Teoría de la mente: Sistemas que comprenden emociones y contextos sociales, capaces de inferir intenciones humanas. Esto incluye el robot Sophie.
4. Autoconciencia: Máquinas hipotéticas que podrían entenderse a sí mismas y reconocer sus estados internos; actualmente no existen, ya que requieren un entendimiento profundo de la conciencia humana.

Además, la IA se puede categorizar según su capacidad en:

- IA débil o estrecha: Diseñada para realizar tareas específicas, como asistentes virtuales o sistemas de reconocimiento facial.
- IA fuerte o general: Una inteligencia hipotética capaz de realizar cualquier tarea intelectual que un ser humano pueda hacer, también conocida como inteligencia general artificial (AGI).

- IA superinteligente: Una forma futura y especulativa de IA que superaría la inteligencia humana en prácticamente todos los ámbitos.

Aunque robots como Sophie pueden parecer que aprenden de manera autónoma en diferentes contextos, sus capacidades se limitan a una IA débil. Utilizan técnicas de procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje automático diseñados para responder en contextos específicos, sin la capacidad de generalizar conocimientos de forma completamente autónoma o creativa. Su aprendizaje está condicionado por los datos y parámetros con los que fueron entrenados, y no pueden transferir conocimientos de un dominio a otro sin intervención humana. Además, simulan respuestas humanas basadas en patrones de datos, pero no comprenden ni razonan sobre lo que dicen o experimentan.

Para comprender las capacidades de la IA, es esencial reconocer componentes como las redes neuronales, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo.

1. Redes neuronales: Modelos matemáticos inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, formados por nodos (neuronas artificiales) conectados en capas que procesan información y generan respuestas.
2. Aprendizaje profundo (Deep Learning): Un tipo de aprendizaje automático que utiliza redes neuronales grandes y complejas con múltiples capas ocultas, permitiendo procesar grandes cantidades de datos y extraer características avanzadas automáticamente (Goodfellow et al., 2016).

3. Aprendizaje automático (Machine Learning): Un campo de la IA donde las máquinas aprenden de los datos para realizar tareas sin ser programadas específicamente, incluyendo técnicas como redes neuronales, árboles de decisión o regresión.

En los procesos de aprendizaje e inmersión en simulación, la cognición, el aprendizaje y las emociones están estrechamente interrelacionados. Diversas teorías, como la cognición situada, la motivación en el aprendizaje, la teoría cognitiva social, el aprendizaje profundo, las redes neuronales y la computación afectiva, fundamentan el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial (IA) sensibles al afecto, los cuales, según estudios, influyen significativamente en el proceso de aprendizaje (Holmes et al., 2019).

La teoría de la cognición situada sostiene que el conocimiento y los procesos cognitivos no se desarrollan de manera aislada en la mente, sino que están profundamente influenciados por el contexto en el que tienen lugar. En este sentido, la cognición no solo ocurre dentro del individuo, sino que se integra con el entorno físico y social en el que interactúa. En el contexto de simulaciones con IA, esta teoría permite el diseño de experiencias de aprendizaje más realistas y contextualmente relevantes. Un ejemplo de su aplicación es la simulación en el ámbito médico, donde los estudiantes pueden desarrollar competencias en un entorno que replica fielmente situaciones clínicas reales.

Por su parte, las teorías de la motivación en el aprendizaje analizan los factores que impulsan a los estudiantes a adquirir conocimientos y participar en actividades educativas. La motivación se define como "el proceso que incita

y sostiene las actividades dirigidas a un objetivo". En este marco, diversos estudios han incorporado modelos como el ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) para diseñar entornos de aprendizaje basados en simulación que potencien el compromiso y la participación de los estudiantes.

Asimismo, la teoría cognitiva social, propuesta por Albert Bandura (1986), plantea que el aprendizaje resulta de la interacción entre factores personales, el entorno y el comportamiento. Este modelo identifica tres procesos clave: los factores personales (como la autoeficacia), los conductuales (como el esfuerzo y la persistencia) y los ambientales (como la observación o el aprendizaje vicario a través de la modelación de otros).

En este contexto, los sistemas de IA sensibles al afecto, fundamentados en teorías como la motivación en el aprendizaje y la teoría cognitiva social, pueden optimizar las experiencias de simulación al adaptar el entorno de aprendizaje a las emociones y motivaciones del estudiante. Estos sistemas son capaces de reconocer señales emocionales, como la frustración o el entusiasmo, y ajustar tanto el contenido como el nivel de dificultad para mantener la motivación y mejorar el rendimiento. Además, favorecen la interacción social, el aprendizaje colaborativo y la autoeficacia, lo que contribuye a un aprendizaje más personalizado, motivador y efectivo en entornos de simulación.

La informática afectiva, disciplina que combina aprendizaje profundo, psicología y ciencia cognitiva, permite el desarrollo de sistemas capaces de reconocer, interpretar y simular emociones humanas. A través de este enfoque, las máquinas pueden emular respuestas empáticas, mejorando la interacción con los

usuarios y facilitando experiencias de aprendizaje más dinámicas.

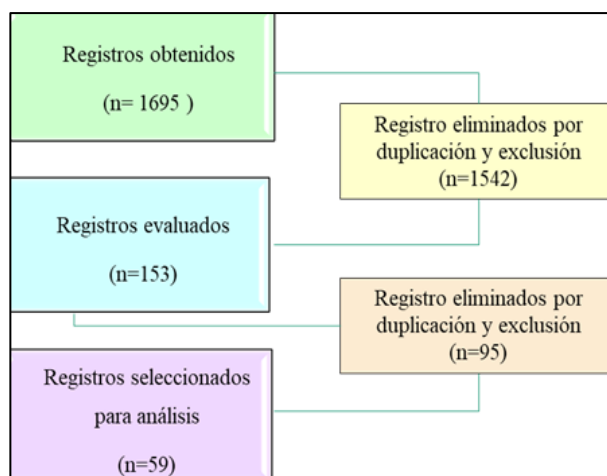
Un ejemplo de aplicación de estos sistemas es Sophie, un agente conversacional que puede simular emociones mediante expresiones faciales, gestos y respuestas verbales diseñadas para parecer empáticas o sociales. No obstante, estas simulaciones son producto de algoritmos programados y no reflejan emociones genuinas. Para ello, Sophie emplea cámaras y redes neuronales que analizan expresiones faciales, tono de voz y gestos humanos, identificando posibles estados emocionales del interlocutor. Con base en este análisis, genera respuestas diseñadas para parecer emocionalmente adecuadas; sin embargo, carece de un estado emocional interno o de una experiencia subjetiva real.

### Métodos

Se utilizó una revisión sistemática y una síntesis temática para analizar la literatura sobre las aplicaciones educativas de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje basado en simulación bajo el método PRISMA. El objetivo del método PRISMA es proporcionar un marco estructurado para garantizar la exhaustividad, reproducibilidad y claridad en la síntesis de la evidencia científica.

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos académicas, obteniendo un total de 1,695 registros provenientes de APA PsycInfo (n = 481), Web of Science (n = 394), Science Direct (n = 306), ERIC (n = 65), ACM Digital Library (n = 434) e IEEE Xplore (n = 15). Además, se consultó Google Scholar y se revisaron las referencias de los artículos recuperados para ampliar la exploración bibliográfica.

Luis Molina Saltos, Rina Guerrero Vásquez, Betty Bravo Zúñiga. Alemania González Peñafiel



**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Artículos de revistas, capítulos de libros y actas de congresos no revisados por pares.
- Temas irrelevantes: estudio de las percepciones de las partes interesadas hacia la IA, no es sobre IA ni simulaciones y que no estén relacionados con la educación/aprendizaje.

La revisión se centró en cómo diferentes aspectos del aprendizaje, tales como: la indagación, los estados afectivos y las evaluaciones, son influenciados por estas tecnologías. Se realizaron búsquedas en bases de datos académicas, después de aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 59 artículos revisados por pares. Esta revisión buscó identificar las tendencias en el uso de IA en la educación y su impacto en el aprendizaje. Se procedió a seleccionar estudios que cumplieran con los criterios de inclusión y eliminar estudios

duplicados y de exclusión. Por último, se analizó cada artículo seleccionando.

En el anexo 1 se describe la terminología utilizada en esta investigación.

### **Temas abordados en los estudios seleccionados**

A continuación, se presentan algunos de los principales temas abordados en los resultados de los estudios seleccionados:

El *Open Learner Model* (OLM) es un enfoque de inteligencia artificial que permite a los estudiantes acceder a su propio modelo de aprendizaje, favoreciendo el aprendizaje autorregulado. Este sistema recopila datos en tiempo real sobre el progreso, las habilidades, los errores y las fortalezas del estudiante. Al visualizar su desempeño, el aprendiz puede reflexionar sobre sus áreas de mejora y fortalecer su capacidad de autorregulación.

La integración del OLM en simuladores de alta fidelidad mejora significativamente la experiencia de aprendizaje, ya que proporciona retroalimentación continua y adaptativa. De este

modo, los estudiantes pueden recibir alertas en tiempo real sobre decisiones incorrectas durante la simulación, lo que les permite corregir errores y mejorar su desempeño. Además, el aprendizaje autorregulado facilita la autoevaluación del progreso, al comparar simulaciones previas con las más recientes. Esta estrategia fomenta la autorreflexión y promueve una mayor autonomía en el proceso de aprendizaje.

Los robots guías en simulaciones con inteligencia artificial son sistemas automatizados que actúan como mentores o asistentes dentro del entorno de simulación, ayudando a los estudiantes a orientarse y mejorar su aprendizaje. Estos agentes pueden proporcionar retroalimentación, sugerir acciones y asistir durante el desarrollo de la simulación, lo que genera una experiencia de aprendizaje más interactiva y personalizada.

Algunos ejemplos de robots guías en simulación incluyen:

- Simulaciones médicas: Asisten en la toma de decisiones clínicas mediante retroalimentación inmediata.
- Simulaciones de habilidades blandas: Evalúan la comunicación del estudiante con el paciente, destacando áreas de mejora y proponiendo estrategias para optimizar la interacción.
- Entornos de aprendizaje autónomo: Analizan el rendimiento del estudiante y sugieren oportunidades de mejora con base en su desempeño.

En síntesis, la cognición situada enfatiza el aprendizaje dentro de contextos reales o simulados, mientras que los robots guías en simulaciones con IA brindan asistencia y

retroalimentación para mejorar dicho aprendizaje. Esta combinación fomenta una experiencia educativa más inmersiva y personalizada.

Los modelos de lenguaje basados en *Big Data* son algoritmos de inteligencia artificial que procesan grandes volúmenes de datos textuales para identificar patrones, estructuras y relaciones en el lenguaje. Su capacidad de análisis permite mejorar su precisión en tareas como la traducción automática, la generación de texto y la comprensión del lenguaje natural.

En el contexto de la simulación, el uso de *Big Data* permite recopilar y analizar grandes cantidades de información sobre el desempeño de los estudiantes. Esta capacidad facilita la identificación de patrones de aprendizaje, fortalezas y áreas de mejora, lo que contribuye al diseño de programas educativos más efectivos y adaptados a las necesidades individuales de cada aprendiz. Asimismo, los datos obtenidos pueden optimizar la toma de decisiones clínicas en escenarios simulados, preparando a los futuros profesionales de la salud para enfrentar situaciones complejas en la práctica real.

Por mucho tiempo se ha estado utilizando el protocolo TEVISA que es una herramienta específica de evaluación en simulaciones de educación médica, utilizado para evaluar competencias clínicas en situaciones de emergencias. Este protocolo se enfoca en evaluar el desempeño de los estudiantes a través de tareas específicas en simulaciones, siguiendo una estructura organizada y sistemática para verificar cómo se llevan a cabo las intervenciones en escenarios simulados, con el objetivo de mejorar las habilidades técnicas, cognitivas y de comunicación de los estudiantes en situaciones clínicas de alta presión.

Uno de los principales beneficios de la IA en el aprendizaje basado en simulación para profesores y estudiantes es que la evaluación y retroalimentación en tiempo real por medio de redes neuronales artificiales (ANN). Las Redes Neuronales Artificiales (ANN) son modelos computacionales inspirados en el cerebro humano, utilizados para resolver problemas complejos mediante el aprendizaje automático. Las ANN pueden aplicarse en muchos campos, incluida la simulación y la inteligencia artificial (IA), como en la evaluación multimodal en simulación (Javadi et al., 2017).

La evaluación multimodal en IA en simulación se refiere a un enfoque de evaluación que utiliza múltiples fuentes de información o "nodos" para obtener una visión más completa y detallada del desempeño del estudiante o usuario dentro de una simulación.

Dentro de las funciones de la evaluación multimodal se encuentran:

- Análisis de desempeño completo.
- Retroalimentación integral.
- Personalización del aprendizaje.

La evaluación multimodal puede generar informes detallados que permiten personalizar la experiencia de aprendizaje, ofreciendo recomendaciones adaptadas a las fortalezas y debilidades del estudiante en múltiples dimensiones

Ventajas de la mejora continua

- Evaluación holística: Permite evaluar al estudiante desde múltiples perspectivas, brindando una visión más completa de sus capacidades.

- Adaptación personalizada: La retroalimentación puede ser mucho más específica y ajustada a las necesidades individuales del estudiante, lo que favorece un aprendizaje más efectivo.
- Mejora en la toma de decisiones: Al integrar diversos aspectos del aprendizaje, los estudiantes pueden entender mejor cómo sus decisiones en una dimensión impactan en otras (por ejemplo, cómo la falta de comunicación puede afectar una intervención técnica).
- Fomento de habilidades blandas: Permite evaluar no solo habilidades técnicas, sino también habilidades importantes como el trabajo en equipo, la comunicación y la gestión emocional, esenciales en entornos profesionales como la medicina.

La evaluación multimodal en simulación con IA es un enfoque completo que utiliza diversos nodos de información (técnicos, cognitivos, emocionales y sociales) para proporcionar una evaluación más rica y detallada del desempeño de los estudiantes, lo que favorece un aprendizaje más personalizado, efectivo y reflexivo.

Entre las tendencias temáticas identificadas para la IA en el aprendizaje basado en simulación se identificaron las siguientes:

- El aprendizaje situado.
- Estados afectivos.
- Aprendizaje automático y la computación multimodal.

El Aprendizaje Situado: es un enfoque que enfatiza la importancia del contexto en el que ocurre el aprendizaje. En el contexto de la inteligencia artificial (IA), esto se refiere a

sistemas que pueden adaptarse y aprender en función del entorno y las condiciones contextuales en las que se encuentran, mejorando la capacidad de los modelos para tomar decisiones basadas en situaciones dinámicas y específicas.

**Estados Afectivos:** se centra en cómo las emociones y estados psicológicos pueden influir en los procesos de aprendizaje y toma de decisiones de los sistemas inteligentes. Incorporar aspectos afectivos significa que la IA podría detectar, interpretar y responder a las emociones humanas, mejorando la interacción humano-computadora.

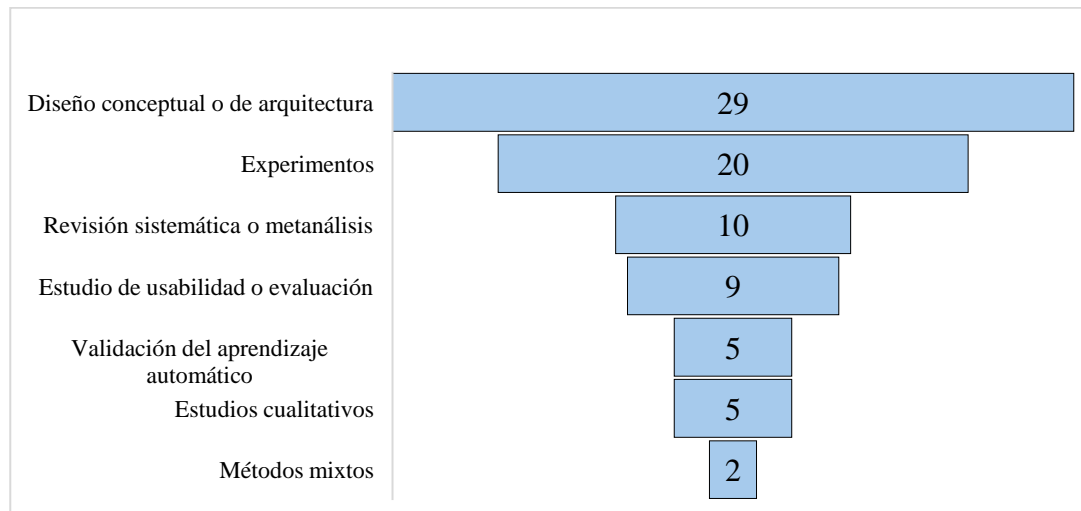
**Aprendizaje Automático y la Computación Multimodal:** El aprendizaje automático se refiere a la capacidad de los sistemas de IA para aprender de los datos sin ser explícitamente programados, mejorando su rendimiento a medida que se alimentan con más información. La computación multimodal implica la capacidad de procesar y combinar diferentes tipos de datos (como texto,

imagen, sonido y video) para obtener una comprensión más completa y contextualizada de la información. En conjunto, estas tendencias permiten a la IA integrar diversos tipos de entradas (como reconocer el habla, analizar imágenes y entender el texto) para mejorar la precisión y la capacidad de los sistemas en tareas complejas como la interacción natural y la toma de decisiones.

## Resultados

Se analizaron 59 estudios, revelando tendencias, métodos, tecnologías y principios en el aprendizaje basado en simulación con inteligencia artificial (IA).

Se pudo observar que la publicación de estudios aumentó desde 2019, alcanzando su pico en 2021 (n=10). Predominaron los diseños conceptuales (n=29), seguidos de experimentos (n=20) y revisiones sistemáticas (n=10).

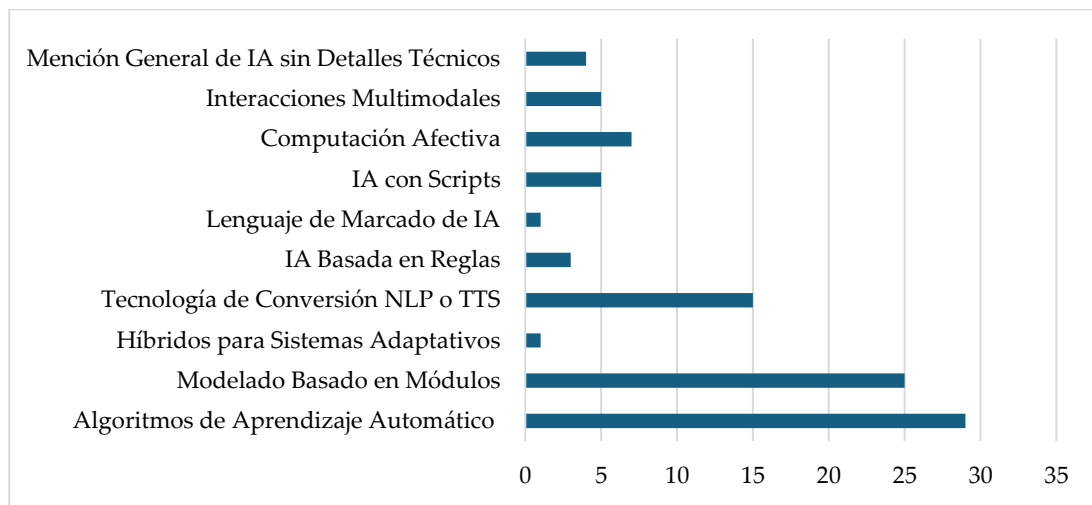


**Figura 2.** Tendencias y métodos.

Luis Molina Saltos, Rina Guerrero Vásquez, Betty Bravo Zúñiga. Alemania González Peñafiel

Los algoritmos de aprendizaje automático lideraron (n=29), junto con el modelado modular (n=25) y tecnologías como NLP/TTS (n=15). ITS

fue el entorno de simulación más usado (66 %), seguido de realidad virtual y juegos educativos (15 % cada uno).



**Figura 3.** Tecnologías de la IA y simulación.

- NLP (Natural Language Processing): Es un campo de la inteligencia artificial que permite que las máquinas comprendan, interpreten y generen el lenguaje humano de manera significativa.
- TTS (Text-to-Speech): Es una tecnología que convierte texto escrito en discurso hablado. TTS permite que los sistemas generen una voz que lea el texto de manera fluida y natural. Esta tecnología se usa comúnmente en asistentes virtuales, lectores de pantalla para personas con discapacidades visuales, y en dispositivos como altavoces inteligentes.
- Information Technology Services (ITS) (Servicios de Tecnología de la Información): En el ámbito de la tecnología y las empresas, ITS se refiere a los servicios que proporcionan soporte y gestión de infraestructuras tecnológicas, software, redes, y otros componentes informáticos. Estos servicios

son cruciales para asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas informáticos en una organización.

El análisis de estas tecnologías muestra que la IA está desempeñando un papel clave en la evolución de la simulación educativa. La combinación de aprendizaje automático, modelado modular y tecnologías como NLP y TTS mejora la interacción y la personalización de los entornos de simulación. Además, la preferencia por los ITS indica que los sistemas adaptativos siguen siendo fundamentales en la educación basada en simulación.

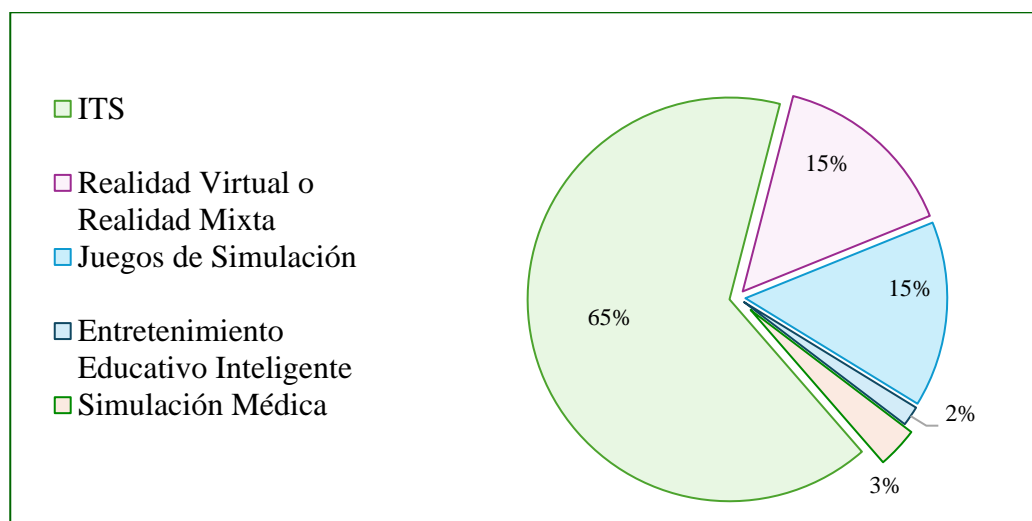
Los agentes virtuales destacaron en personalización, motivación y aprendizaje autorregulado. La computación afectiva y las evaluaciones emergieron como áreas interrelacionadas, con estudios explorando

emociones, retroalimentación y diálogo adaptativo.

### Entornos de aprendizaje basados en simulación

Los entornos de aprendizaje basados en simulación dominantes fueron los ITS (n = 40, 66 %). En varios estudios la categoría de ITS incluía

simulaciones como simulación basada en web, simulación interactiva o laboratorio virtual (plataformas). Además, la realidad virtual o realidad mixta (n = 9, 15 %) y los juegos de simulación (n = 9, 15 %) fueron iguales en el mapeo de la simulación. El entretenimiento educativo inteligente y la simulación médica representaron el 1,6 % (n = 1) y el 3,3 % (n = 2).



**Figura 4.** Entornos de Aprendizaje Basado en Simulación.

Las ITS son el entorno más utilizado en simulaciones educativas. Esto sugiere una preferencia por herramientas que ofrecen personalización y retroalimentación adaptativa en el proceso de aprendizaje. La preferencia por los ITS puede explicarse por su capacidad para ofrecer retroalimentación adaptativa y aprendizaje personalizado, lo que optimiza la enseñanza en disciplinas donde la simulación es clave, como la medicina y las ciencias aplicadas. Posiblemente, la inclusión de simulaciones web e interactivas en esta categoría sugiere una tendencia hacia el aprendizaje en línea, que facilita el acceso remoto y flexible a la educación basada en simulación.

La integración de realidad virtual en la simulación permite experiencias inmersivas que replican situaciones del mundo real con alto nivel de fidelidad. Los juegos educativos, por su parte, promueven el aprendizaje a través de la gamificación, lo que puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

Aunque el predominio de los ITS sugiere que la educación basada en simulación sigue priorizando entornos estructurados con inteligencia artificial que faciliten el aprendizaje autónomo y la adaptación personalizada. No obstante, el crecimiento de tecnologías como la Realidad Virtual y los juegos de simulación indica

una tendencia hacia la diversificación de métodos de enseñanza interactivos y dinámicos. En el campo de la simulación médica estos resultados sugieren oportunidades para futuras investigaciones.

### Conclusiones

Resulta fundamental analizar el impacto de la IA mediante principios pedagógicos, destacando el uso de Big Data para personalizar el aprendizaje y optimizar la precisión diagnóstica en contextos clínicos. Se postula la importancia de diseño de entornos educativos que sigan principios y teorías de aprendizaje, basadas en la evidencia. Es vital que se desarrolle el aprendizaje automático para personalizar y contextualizar el aprendizaje de manera inclusiva. Por último, se debe abordar los desafíos éticos asociados con el uso de IA en la educación.

### Referencias bibliográficas

- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 4(3), 359-373. <https://doi.org/10.xxxx>
- Chen, X., Xie, H., Qin, S. J., Wang, F. L. & Hou, Y. (2020). Artificial Intelligence-Supported Student Engagement Research: Text Mining and Systematic Analysis. *European Journal Of Education*, 60(1). <https://doi.org/10.1111/ejed.70008>
- Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A. (2016). Deep learning. En *MIT Press eBooks*. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3086952>
- Hintze, A. (2016). *Understanding the Four Types of AI, from Reactive Robots to Self-Aware Beings. The Conversation*. <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>
- Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Javadi, A. H., Emo, B., Howard, L. R., Zisch, F. E., Yu, Y., Knight, R., Silva, J. P. & Spiers, H. J. (2017). *Hippocampal and prefrontal processing of network topology to simulate the future*. *Nature Communications*, 8, Article 14652. <https://doi.org/10.1038/ncomms14652>
- Liu, S. & Zhang, Z. (2020). *Artificial intelligence applications in healthcare: An overview*. *Science China Information Sciences*, 63(10), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11432-019-2796-5>
- Loder, J. & Nicholas, G. (2018). *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*. New York: Penguin Random House.
- Parrow, B., Liu, J. & Wegner, D. M. (2011). *Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips*. *Science*, 333(6043), 776–778. <https://doi.org/10.1126/science.1207745>
- Topol, E. J. (2019). *High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence*. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

### Contribución de los autores

Luis Molina Saltos: Conceptualización, metodología, validación, redacción- revisión y edición, y aprobación de la versión final.

Rina Guerrero Vásquez: Análisis formal, visualización y aprobación de la versión final.

Betty Bravo Zúñiga: Análisis formal, validación, visualización y aprobación de la versión final.

Alemania González Peñafiel: Análisis formal, validación, visualización y aprobación de la versión final.

### Anexo 1. Terminología computacional.

1. Categorías de tecnologías de IA: Se identificaron siete categorías de tecnologías de IA utilizadas en la literatura sobre aprendizaje basado en simulación.
2. Algoritmos de aprendizaje automático y métodos de conjunto: Estos dominaron los estudios, lo que significa que la mayoría de los estudios utilizaron estos enfoques para entrenar sistemas de IA en tareas como clasificación, predicción y aprendizaje basado en datos.
3. Modelado basado en módulos: Estos métodos se utilizaron para representar el conocimiento de manera modular, facilitando la inteligencia distribuida y el modelado del conocimiento en diferentes áreas del aprendizaje.
4. Mecanismos híbridos: Un estudio específico utilizó un enfoque híbrido, adaptando el sistema de aprendizaje a los estados psicológicos del estudiante para ofrecer una experiencia de aprendizaje personalizada.
5. Tecnología de conversión NLP o TTS: Se utilizó para realizar interacciones más naturales y auténticas, mejorando la comunicación entre los estudiantes y el sistema mediante el uso de tecnologías de procesamiento de lenguaje natural (NLP) o síntesis de voz (TTS).
6. IA basada en reglas, lenguaje de marcado de IA e IA con scripts: Estas son tecnologías de IA más predeterminadas, con reglas fijas o guiones predefinidos que generan interacciones menos flexibles en comparación con los modelos de aprendizaje automático.
7. Computación afectiva: Se utiliza para modelar y reconocer emociones, sentimientos y estados afectivos, tanto de las computadoras como de los estudiantes, mejorando la experiencia de aprendizaje al considerar el estado emocional de los participantes.
8. Interacciones multimodales sensoriomotoras: Tecnologías que utilizan detectores para registrar interacciones físicas (como movimientos corporales) y analizarlas en el contexto de la simulación de aprendizaje o el entrenamiento quirúrgico, lo que permite una experiencia más inmersiva.
9. IA en general (n = 4): Algunos estudios mencionaron la IA de manera general, sin entrar en detalles sobre las tecnologías o enfoques específicos utilizados.