



4. IA generativa como aliada en la docencia: diseño pedagógico para la educación en ingeniería

Generative AI as a Teaching Ally: Pedagogical Design for Engineering

Idalia Salceda-Flores¹ @  Armando Lozano-Rodríguez² @ 
Ramona Imelda García-López³ @  Emmanuel Contreras⁴ @ 

^{1, 2 y 3} Instituto Tecnológico de Sonora, Obregón, México.

⁴ Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón, México.

RESUMEN

La llegada de la Inteligencia Artificial Generativa de Chatbots (IAGC) presenta un desafío y una oportunidad sin precedentes para la educación superior. Ante la necesidad de superar los paradigmas de enseñanza tradicionales, los docentes requieren diseñar modelos pedagógicos que les permitan integrar estas herramientas de manera efectiva. El presente artículo desarrolla y fundamenta el diseño de una estrategia pedagógica basada en el enfoque de aprendizaje activo, que potencia al docente como diseñador de ambientes de aprendizaje, utilizando la IAGC para la creación de experiencias didácticas innovadoras en la formación de ingenieros. La metodología se enmarca en la Investigación Basada en el Diseño (IBD). Partiendo de una fase diagnóstica, que incluyó la aplicación de escalas de la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT) y el inventario de estilos de aprendizaje Kolb a 80 estudiantes, que formó la base para el diseño de las actividades. El resultado fue un modelo pedagógico, mediado con el uso de la IAGC por parte del docente, orientado al desarrollo de actividades de aprendizaje activo y dinámicas de gamificación. El modelo redefine los roles, posicionando al profesor como un arquitecto del aprendizaje, a la IAGC como su asistente de diseño pedagógico.

gico y al estudiante como un agente activo y autorregulado. Se concluye que la integración de la IAGC en la docencia es viable cuando se enfoca en el diseño. El modelo propuesto ofrece una guía práctica y teóricamente fundamentada para que los educadores puedan innovar en su práctica docente.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa; aprendizaje activo; diseño pedagógico; educación en ingeniería; investigación basada en el diseño

Generative AI as a Teaching Ally: Pedagogical Design for Engineering Education

ABSTRACT

The emergence of Generative Artificial Intelligence Chatbots (GAIC) represents an unprecedented challenge and opportunity for higher education. In the face of the need to overcome traditional teaching paradigms, educators require the design of pedagogical models that allow them to effectively integrate these tools. This article develops and substantiates the design of a pedagogical strategy based on an active learning approach that empowers teachers as designers of learning environments, using GAIC to create innovative instructional experiences in engineering education. The methodology follows the Design-Based Research (DBR) approach. It began with a diagnostic phase that included the application of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) scales and Kolb's Learning Style Inventory to 80 students, which served as the foundation for the design of the learning activities. The result was a pedagogical model that employs GAIC through the teacher's mediation, incorporating active learning and gamification dynamics. The model redefines roles, positioning the teacher as an architect of learning, GAIC as a design assistant, and the student as an active and self-regulated agent. It is concluded that the integration of GAIC into teaching is feasible when focused on pedagogical design. The proposed model offers a practical and theoretically grounded guide for educators to innovate in their teaching practice.

Keywords: Generative Artificial Intelligence; Active Learning; Pedagogical Design; Engineering Education; Design-Based Research

IA generativa como aliada no ensino: design pedagógico para a educação em engenharia

RESUMO

O surgimento da Inteligência Artificial Generativa Conversacional (IAGC) representa um desafio e uma oportunidade sem precedentes para o ensino superior. Diante da necessidade de superar os paradigmas tradicionais de ensino, os docentes requerem modelos pedagógicos que lhes permitam integrar essas ferramentas de forma eficaz. Este artigo desenvolve e fundamenta o desenho de uma estratégia pedagógica que potencializa o professor como designer de ambientes de aprendizagem, utilizando a IAGC para criar experiências didáticas inovadoras na formação de engenheiros. A metodologia adota a abordagem da Pesquisa Baseada em Design (PBD). Iniciou-se com uma fase diagnóstica que incluiu a aplicação das escalas da Teoria Unificada de Aceitação e Uso da Tecnologia (UTAUT) e do Inventário de Estilos de Aprendizagem de Kolb a 80 estudantes, o que serviu de base para o desenho das atividades de aprendizagem. O resultado foi um modelo pedagógico que emprega a IAGC mediada pelo professor, com atividades de aprendizagem ativa e gamificação. O modelo redefine os papéis, posicionando o professor como arquiteto da aprendizagem, a IAGC como assistente de design e o estudante como agente ativo e autorregulado. Conclui-se que a integração da IAGC no ensino é viável quando centrada no design pedagógico. O modelo proposto oferece um guia prático e teoricamente fundamentado para que os educadores possam inovar em sua prática.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa; Aprendizagem Ativa; Design Pedagógico; Educação em Engenharia; Pesquisa Baseada em Design

L'IA générative comme alliée de l'enseignement: conception pédagogique pour l'éducation en ingénierie

RÉSUMÉ

L'émergence de l'Intelligence Artificielle Générative Conversationnelle (IAGC) représente à la fois un défi et une opportunité sans précédent pour l'enseignement supérieur. Face à la nécessité de dépasser les paradigmes d'enseignement traditionnels, les enseignants ont besoin de modèles pédagogiques leur permettant d'intégrer efficacement ces outils. Cet article développe et justifie la conception d'une stratégie pédagogique

fondée sur l'apprentissage actif, qui renforce le rôle de l'enseignant en tant que concepteur d'environnements d'apprentissage, en recourant à l'IAGC pour concevoir des expériences didactiques innovantes dans la formation des ingénieurs. La méthodologie s'inscrit dans l'approche de la Recherche Fondée sur la Conception (Design-Based Research). Elle a commencé par une phase diagnostique comprenant l'application des échelles de la Théorie Unifiée de l'Acceptation et de l'Utilisation de la Technologie (UTAUT) et de l'Inventaire des Styles d'Apprentissage de Kolb auprès de 80 étudiants, qui a constitué la base pour la conception des activités d'apprentissage. Le résultat est un modèle pédagogique utilisant l'IAGC sous la médiation de l'enseignant, intégrant des activités d'apprentissage actif et de ludification. Le modèle redéfinit les rôles, plaçant l'enseignant comme architecte de l'apprentissage, l'IAGC comme assistant de conception pédagogique, et l'étudiant comme agent actif et autorégulé. Il est conclu que l'intégration de l'IAGC dans l'enseignement est réalisable lorsqu'elle est centrée sur le design pédagogique. Le modèle proposé offre un guide pratique et théoriquement fondé pour aider les éducateurs à innover dans leur pratique.

Mots clés: Intelligence Artificielle Générative; Apprentissage Actif; Conception Pédagogique; Formation en Ingénierie; Recherche Fondée sur le Design

1. INTRODUCCIÓN

La integración de la inteligencia artificial generativa (IAG) en la educación superior marca un cambio tecnológico significativo que suscita tanto oportunidades como desafíos para las prácticas pedagógicas establecidas. Desde el lanzamiento de herramientas como ChatGPT, un creciente cuerpo de investigación ha comenzado a explorar su impacto, transitando desde las preocupaciones iniciales sobre la integridad académica hacia una comprensión más profunda de su potencial para apoyar el aprendizaje de los estudiantes (Chiu et al., 2023; Moorhouse et al., 2023; Valentini & Blancas, 2025). Este panorama en evolución sugiere investigar cómo los docentes pueden aprovechar estratégicamente estas herramientas para fomentar entornos de enseñanza innovadores.

En este contexto, la IAG de chatbots (IAGC) parece tener un potencial considerable para desarrollar las metodologías de aprendizaje activo. La capacidad de la IAGC para generar contenido personalizado y facilitar experiencias interactivas se alinea bien con el principio fundamental de aprender

haciendo, al involucrar directamente a los estudiantes en su propia construcción del conocimiento (Lai et al., 2023; Patiño et al., 2023). Esta conexión es crucial, ya que el aprendizaje activo a menudo se considera un precursor del desarrollo de habilidades de aprendizaje autorregulado y autónomo en los estudiantes, como el establecimiento de metas y la reflexión (Lin & Chang, 2023; Karaoglan y Yilmaz, 2025). Además, la evidencia empírica indica una fuerte relación positiva entre la implementación de estrategias de aprendizaje activo por parte de los docentes, la motivación y el compromiso de los estudiantes (Lai et al., 2023; Xia et al., 2025).

Entre las diversas estrategias de aprendizaje activo, la gamificación ha sido identificada como un enfoque particularmente eficaz para aumentar la motivación intrínseca y superar la resistencia a temas teóricos complejos (Bonwell & Eison, 1991; Ding & Yu, 2024; Khatri et al., 2026). En este escenario reside una oportunidad estratégica para redefinir el rol del docente. En lugar de percibir la IAGC primordialmente en calidad de herramienta para el alumnado, es posible concebirla según un enfoque de asistencia en el diseño de la práctica educativa. Tal perspectiva empodera a los educadores para desempeñarse en el rol de facilitadores y mediadores; de este modo, emplean la IA con el fin de proyectar eficientemente recursos lúdicos, escenarios de simulación y materiales interactivos alineados con las tendencias contemporáneas que enriquecen la experiencia de aprendizaje (Chiu, 2024; Hutson et al., 2024; Daniels et al., 2025).

La formación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) es un campo particularmente sensible a la incorporación de la IAGC, ya que estas disciplinas se consideran la vanguardia de la innovación y la transformación social (Nixon et al., 2024; UNESCO, 2023a). La ingeniería, por su naturaleza, no solo exige un dominio teórico, sino la capacidad de aplicar el conocimiento para resolver problemas complejos de manera innovadora y sistémica. Asimismo, los estudiantes de estas disciplinas serán los próximos desarrolladores potenciales de estas tecnologías.

Por esta razón, la literatura académica subraya que las metodologías de aprendizaje activo son cruciales para que los estudiantes de STEM desarrollen las competencias necesarias para el mundo profesional cada vez más influenciado por la tecnología (Chiu, 2024; Patiño et al., 2023). Sin embargo, a pesar de que los estudiantes de ingeniería ya están adoptando herramientas de IAGC (Bernabéi et al., 2023), existe una brecha de conocimiento evidente que se enmarca en las investigaciones. Por un lado, las capacidades de la tecnología avanzan rápidamente; por otro, hay una notable escasez

de modelos pedagógicos claros que guíen a los docentes en su aplicación para fomentar habilidades de orden superior, en lugar de la simple automatización de tareas.

Por lo tanto, esta investigación aborda el problema de cómo los docentes de ingeniería podrían aprovechar la IAGC para diseñar ambientes pedagógicos y enriquecer sus estrategias de aprendizaje activo. De este modo, se busca potenciar el uso de esta tecnología en una práctica tangible y efectiva.

Con la llegada de la IAGC se ha creado una tensión evidente en el sistema de la educación superior, debido principalmente a la rapidez con la que se presenta en todos los entornos de la sociedad. Por un lado, existe una adopción alta y autodidacta por parte de los estudiantes (Habibi et al., 2023; Ortiz y Flores, 2024; Lai et al., 2023); mientras que, por otro lado, existe una respuesta más cautelosa y desestructurada por parte del cuerpo docente y las instituciones educativas (Sousa & Cardoso, 2025). En el contexto mexicano, esta brecha es evidente: mientras que investigaciones recientes reportan que un 33% del estudiantado ya utiliza estas herramientas con fines académicos, solo un 20% del profesorado las ha integrado en su práctica (Chao-Rebolledo & Rivera-Navarro, 2024). Esta disparidad subraya una necesidad crítica; no se trata de si la IAGC se usará, sino de cómo se guiará su uso de manera responsable para transformarla de una posible herramienta de plagio en un potente catalizador del aprendizaje (Chiu, 2024; Moorhouse et al., 2023; UNESCO, 2023b).

En el caso de la educación de ingenieros, esta situación es especialmente relevante debido al nuevo paradigma educativo, centrado en el estudiante, el cual señala la necesidad de reformular el rol del aula para que los alumnos adquieran conocimiento por sí mismos (Patiño et al., 2023). La IAGC ofrece al docente una oportunidad sin precedentes para facilitar esta transición, permitiéndole diseñar escenarios, simulaciones y actividades lúdicas que fomenten el pensamiento crítico, creativo e innovador de manera más eficiente (Daniels et al., 2025; Hutson et al., 2024). Sin embargo, la falta de modelos pedagógicos claros para guiar este proceso deja a muchos educadores en una encrucijada, conscientes del potencial, pero sin un mapa para su desarrollo e implementación.

Este sentido identifica una necesidad por parte del profesorado para aprovechar la IAGC como un asistente de diseño para crear ambientes de aprendizaje activo innovadores y gamificados que realmente favorezcan

el proceso de aprendizaje, motivándolos y generando mayor compromiso estudiantil (Masich et al., 2025; Khatri et al., 2026; Xia et al., 2025). Segundo, existe una ausencia de recursos pedagógicos sobre el desarrollo de competencias que se puedan estructurar con estas herramientas para que se cultive activamente el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante (Pellas, 2025).

Por lo antes mencionado, todo ello converge en un rediseño de rol y formación docente; dado que existe la urgencia de articular estrategias a nivel nacional, como lo demuestra la creación del Observatorio OIIAES por parte de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior-ANUIES (ANUIES, 2025a; 2025b), la cual señala que deben traducirse propuestas prácticas y fundamentadas que empoderen al profesorado en el aula con el uso de estas tecnologías. Por lo tanto, esta investigación aborda la necesidad de un modelo pedagógico claro y justificable que sirva como guía para los docentes de ingeniería, respondiendo a las preguntas: ¿Con qué estrategia se integra la IAGC como recurso didáctico que favorece la enseñanza? ¿De qué manera pueden los estudiantes interactuar con estas herramientas que favorezcan un ambiente de aprendizaje activo? ¿En qué condiciones se diseñan experiencias para garantizar que el uso de esta tecnología beneficie el aprendizaje autónomo? En este sentido, se plantea el objetivo de diseñar y fundamentar una estrategia pedagógica que potencie al docente en el rol de diseñador de ambientes de aprendizaje, utilizando la IAGC como herramienta aliada para la creación de experiencias didácticas innovadoras en la formación de ingenieros.

2. EL ENFOQUE DEL APRENDIZAJE ACTIVO COMO FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El fundamento de esta investigación reside en el enfoque del aprendizaje activo, entendido como un proceso con dos dimensiones interconectadas: la primera, centrada en la construcción de conocimiento del estudiante; y la segunda, orientada al diseño de estrategias didácticas por parte del docente. La utilización de herramientas de IAGC se posiciona como un puente tecnológico que potencia la dimensión docente para fortalecer la dimensión estudiantil.

2.1. La dimensión del estudiante: construcción activa y reflexión

Desde la perspectiva del estudiante, el aprendizaje activo se alinea con los principios constructivistas, que sostienen que el conocimiento se edifica a través de la experiencia y la reflexión (Troiano, 2025; Vygotsky & Cole, 1978). El estudiante deja de ser un receptor pasivo para involucrarse directamente en tareas que exigen análisis, síntesis y evaluación, lo que favorece el aprendizaje de un mayor significado (Patiño et al., 2023). El objetivo de esta construcción activa es el desarrollo de la autonomía y el aprendizaje autorregulado (Lin & Chang, 2023; Karaoglan & Yilmaz, 2025). La evidencia empírica confirma que este tipo de involucramiento está fuertemente correlacionado con un aumento en la motivación y el compromiso del estudiante (Lai et al., 2023; Xia et al., 2025).

2.2. La dimensión del docente: diseño de estrategias didácticas activas

Para catalizar la construcción de conocimiento en el estudiante, la segunda vertiente del aprendizaje activo se enfoca en el rol del docente como diseñador de un ambiente propicio. Como señalan los trabajos fundacionales de Bonwell y Eison (1991), la labor del profesor no es exponer, sino implementar estrategias que promuevan la participación y la reflexión. Entre las principales estrategias que ellos proponen se encuentran el aprendizaje colaborativo, el estudio de casos, los debates, el aprendizaje basado en problemas y las simulaciones.

Es precisamente en el diseño y la implementación de estas estrategias donde la IAGC emerge como una herramienta de gran valor para el docente y se convierte en un asistente de diseño que permite al profesor generar eficientemente los componentes de estas metodologías activas:

- Para el aprendizaje colaborativo y los debates, la IAGC puede crear escenarios complejos y preguntas abiertas que estimulen la discusión y la argumentación (Hashish et al., 2024).
- Para el estudio de casos y el aprendizaje basado en problemas, puede generar narrativas realistas y contextualizadas, adaptadas a los contenidos de la ingeniería, que de otra manera requerirían un tiempo considerable de investigación y redacción por parte del docente (Hutson et al., 2024).
- Para las simulaciones y el aprendizaje basado en juegos (gamificación), la IAGC puede diseñar las reglas, los roles y los sistemas de retroalimentación, creando entornos interactivos que aumentan la motivación (Daniels et al., 2025; Ding & Yu, 2024).

Para que el aprendizaje activo sea verdaderamente efectivo, el diseño de estas estrategias didácticas por parte del docente debe considerar la diversidad inherente al aula. No todos los estudiantes aprenden de la misma manera; sus preferencias para procesar la información y resolver problemas varían significativamente.

En este sentido, los estilos de aprendizaje juegan un papel crucial, ya que un mismo método puede no ser igualmente eficaz para todos los alumnos (Lozano-Rodríguez et al., 2022). Por ello, el docente, en su rol de arquitecto de ambientes de aprendizaje, debe diseñar un abanico de actividades que apele a diferentes estilos, combinando, por ejemplo, la conceptualización abstracta con la experimentación activa. La IAGC se convierte en una herramienta valiosa en esta tarea, al facilitar la creación de múltiples recursos y formatos que permiten personalizar la experiencia de aprendizaje y atender las distintas necesidades cognitivas de los estudiantes.

3. MÉTODO

La presente investigación se enmarca en la Investigación Basada en el Diseño (IBD), un enfoque metodológico de carácter pragmático orientado al desarrollo de conocimiento sobre el aprendizaje a partir del diseño, implementación y análisis de intervenciones en contextos educativos reales (The Design-Based Research Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005). El estudio tuvo un carácter aplicativo, centrándose en el diseño, desarrollo y fundamentación de un ambiente de aprendizaje activo mediado por la IAGC, con el propósito de analizar el rol del docente como diseñador y mediador del aprendizaje en la formación en ingeniería.

Desde el punto de vista pedagógico, el modelo propuesto se sustenta en un enfoque constructivista, en el que el aprendizaje se concibe como un proceso activo de construcción del conocimiento a partir de la interacción del estudiante con actividades diseñadas intencionalmente por el docente. Asimismo, integra principios de aprendizaje activo, centrados en el estudiante, que promueven la participación, la resolución de problemas y la toma de decisiones, favoreciendo el desarrollo del aprendizaje autorregulado. En este contexto, la IAGC se incorpora como un asistente de diseño que apoya al docente en la creación de materiales didácticos interactivos, actividades de indagación guiada y dinámicas de gamificación, orientadas al fortalecimiento del pensamiento creativo innovador y la autonomía en la resolución de problemas complejos, sin sustituir la mediación pedagógica del profesor.

Asimismo, el estudio se llevó a cabo de conformidad con los principios éticos de la investigación educativa. Se obtuvo el **consentimiento informado** de todos los estudiantes participantes, quienes fueron informados sobre los objetivos del estudio, el uso de la información recabada y la garantía de confidencialidad y anonimato de los datos. El protocolo de investigación fue **aprobado por el comité de ética institucional con el dictamen No. 472**, asegurando el cumplimiento de las normas éticas vigentes.

3.1. Fase 1. Diagnóstico inicial

El propósito de esta etapa fue identificar las percepciones, competencias digitales y estilos de aprendizaje de los estudiantes antes del diseño del ambiente didáctico. Para ello, se aplicaron los siguientes instrumentos a 80 estudiantes de la asignatura de “modelación de sistemas organizacionales” de primer semestre de ingeniería industrial y de sistemas en una universidad mexicana.

1. Cuestionario de Aceptación y Uso de la Tecnología: Se adaptaron las escalas de la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT) para conocer el nivel de familiaridad, intención de uso y percepción de utilidad de la IAGC en contextos académicos (Venkatesh et al., 2012).
2. Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb (Kolb & Kolb, 2009): Se usó para reconocer las preferencias cognitivas y experienciales de los estudiantes para ajustar las estrategias didácticas.

La aplicación de estos instrumentos permitió establecer un diagnóstico inicial sobre las condiciones del grupo y su disposición hacia el aprendizaje mediado por la IAGC, lo cual sirvió como insumo para orientar el diseño pedagógico de la intervención.

En términos metodológicos, el alcance de este estudio se delimita al diseño y fundamentación de una estrategia pedagógica mediada por la IAGC, desde la perspectiva del docente como diseñador de ambientes de aprendizaje. En este sentido, los datos recabados de los estudiantes (incluidas las escalas aplicadas, las observaciones del desempeño durante la interacción con las actividades y las respuestas a preguntas abiertas) cumplieron una función diagnóstica, orientada a informar el diseño pedagógico y la toma de decisiones didácticas. Por tanto, la evaluación sistemática de resultados de aprendizaje y de las experiencias estudiantiles no constituye un objetivo de esta fase de la investigación y será abordada en estudios posteriores.

3.2. Fase 2. Diseño de las actividades didácticas con IAGC

En esta fase se utilizó la IAGC como un asistente de diseño instruccional. Se le proporcionaron los materiales base de la asignatura y se le solicitó el diseño de actividades interactivas con indicaciones específicas. Las actividades se generaron en formato digital con una estructura narrativa que integró escenarios simulados y problemas contextualizados, incorporando los principios de gamificación (puntuaciones, niveles, misiones) y de pensamiento complejo (creatividad, resolución de problemas, trabajo en equipo).

Actividad 1: "Análisis de Sistemas: Juego Didáctico". Su objetivo fue introducir el pensamiento sistémico de manera interactiva. Se solicitó a ChatGPT y Gemini un código de programación en HTML para crear una actividad con cuatro escenarios (fábrica automotriz, hospital, universidad, ecosistema). Cada escenario presentaba una narrativa que requería identificar elementos del sistema y analizar sus interrelaciones. La dinámica se estructuró como un juego de decisiones, donde la aplicación ofrece retroalimentación inmediata y explicativa, ofreciendo a los estudiantes la información acerca de sus fortalezas y sus áreas a mejorar acerca del tema, así como indicando su nivel de dominio (ver Figuras 1 y 2).

Actividad 2: "Diseñando KPIs y aplicando el ciclo PHVA en la pizzería Pizza-Rico". Su propósito fue que los estudiantes aplicaran conceptos teóricos de gestión. La actividad se dividió en dos misiones: en la misión 1, los estudiantes leían el contexto de la empresa, donde se presentaba un problema y a partir de ahí diseñaban los indicadores clave de desempeño (KPIs) para un caso simulado (ver Figura 3).

En la misión 2, debían analizar los datos de los KPIs previamente desarrollados en la misión 1, para identificar los problemas y proponer acciones correctivas, simulando las fases de "Actuar" y "Verificar" del ciclo PHVA (ver Figura 4).

En ambas actividades, el docente desempeñó un papel de facilitador, apoyado en la IAGC para diseñar los escenarios, generar los textos, formular preguntas y crear los sistemas de retroalimentación contextualizada. Este tipo de retroalimentación formativa favoreció la reflexión y la comprensión profunda de los conceptos (Zapata et al., 2025).

3.3. Fase 3: Implementación y observación

Las actividades diseñadas fueron implementadas durante las sesiones de clase a través de una página web interna de la institución, constituyendo la puesta en práctica del modelo. La secuencia didáctica consistía en que, ul-

Figura 1. Interfaz de la actividad “análisis de sistemas”

 **Análisis de Sistemas**
Juego Didáctico para Ingeniería Industrial y de Sistemas

 **Fábrica Automotriz**  **Hospital**  **Universidad**  **Ecosistema**

 **Universidad Tecnológica**

Una universidad tecnológica forma ingenieros mediante programas académicos estructurados. Recibe estudiantes de preparatoria, profesores con posgrados, recursos financieros gubernamentales y privados, infraestructura tecnológica, y convenios con empresas para prácticas profesionales. El proceso educativo incluye clases teóricas, laboratorios especializados, proyectos de investigación, tesis, y vinculación empresarial. Los departamentos académicos se especializan por disciplinas (industrial, sistemas, civil, mecánica), coordinados por coordinadores académicos y un rector. La universidad se adapta a cambios tecnológicos actualizando currículas, incorpora nuevas metodologías pedagógicas, y responde a demandas del sector productivo. Mantiene acreditaciones educativas nacionales e internacionales, participa en rankings universitarios, y gestiona la inserción laboral de egresados mediante bolsas de trabajo y seguimiento de empleabilidad.

1. ¿Cuál es el SISTEMA principal en este caso?

A. Solo la biblioteca universitaria

B. La universidad tecnológica completa con todos sus programas y funciones

C. Únicamente los laboratorios de investigación

D. Solo el departamento de admisiones

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Interfaz de retroalimentación “laboratorio de sistemas”

 **Laboratorio de Sistemas Aplicados**
Actividad para aplicar el pensamiento sistémico en nuevos contextos.

Tiempo estimado: ~15–20 min

Resultado del Laboratorio

ID del Estudiante: 1111

Nivel de dominio
 **Nivel Fundamental (27%)**
Comprendes lo básico. Practica diferenciar entre Entradas, Procesos y Salidas para fortalecer tu análisis.

Fortalezas
Sigue practicando para afianzar todos los conceptos.

Áreas a reforzar
Proveedores y Clientes: No olvides que un Cliente o Proveedor puede ser otra área dentro de la misma organización. Analiza siempre el flujo completo.
Entradas y Salidas: Recuerda que las Entradas son lo que se 'usa' o 'transforma', mientras que las Salidas son el 'resultado'. ¡Sigue practicando!
Retroalimentación y Control: Busca siempre los ciclos de feedback. Una queja, una métrica, una calificación... todo es información que el sistema usa para mejorar.
Proceso y Caja Negra: Piensa en el Proceso como la 'receta'. Si las Entradas son los ingredientes y la Salida es el pastel, el Proceso son los pasos para hornearlo.
Ambiente y Estrategia: Analiza qué factores externos (el Ambiente) afectan al sistema. La estrategia es la respuesta del sistema a esos factores.

Reintentar

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Interfaz de la actividad "Diseñando KPIs"

Actividad Interactiva: Diseñando KPIs para "Pizza-Rico" 🍕

Contexto: "Pizza-Rico" es una pizzería popular con un gran reto: la demanda de pizzas varía mucho entre semana (50/día) y los fines de semana (150/día). Esto causa faltantes de producto y desperdicio de insumos frescos.

Tu misión es ayudar al equipo de abastecimiento a diseñar la **FASE DE VERIFICAR** del ciclo PHVA, eligiendo los mejores Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) para controlar su operación.

Comenzar la Misión

Para cada objetivo, selecciona el **MEJOR KPI**. Analiza no solo el nombre, sino también la fórmula y piensa cuál mide el objetivo de la manera más ****directa y efectiva****.

Objetivo 1: Evitar el desabasto de ingredientes clave en fin de semana.

☐ A) ****Índice de Roturas de Stock Crítico:**** Mide las veces que faltó un insumo esencial.
Fórmula: $(\text{Número de faltantes registrados} / \text{Días de fin de semana})$

☐ B) ****Nivel de Servicio de Inventario (Fill Rate):**** Mide la capacidad de cumplir con los pedidos internos.
Fórmula: $(\text{Solicitudes de insumos atendidas} / \text{Solicitudes totales}) \times 100$

☒ C) ****Costo de Ventas Perdidas:**** Mide el impacto económico de los faltantes.
Fórmula: $(\text{Pizzas no vendidas por falta de insumos}) \times (\text{Precio promedio})$

Análisis de esta opción:

Este indicador es muy importante para la gerencia, pero mide la consecuencia financiera del problema, no la causa operativa. Es difícil de calcular con precisión y es menos "accionable" para el equipo de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Interfaz de la actividad "Mejorando con el PHVA"

Contexto: "Pizza-Rico" es una pizzería popular con 10 empleados. Sofía y Carlos son los encargados de abastecimiento y enfrentan un gran reto: la demanda de pizzas es muy diferente entre semana (50/día) y los fines de semana (150/día). Esto causa faltantes de producto en días ocupados y desperdicio en días lentos.

Tu misión es ayudarles a usar el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) para mejorar.

Comenzar el Desafío

FASE 1: VERIFICAR - ¿Qué nos dicen los datos?

¡Es fin de semana! Después de medir el desempeño del área de abastecimiento, Sofía y Carlos obtienen los siguientes resultados:

● Faltantes de Ingredientes en Fin de Semana: 5 incidentes

● Tasa de Desperdicio de Vegetales: 25%

● % de Entregas a Tiempo de Proveedores: 75%

Tu misión es analizar cada problema y elegir la mejor acción para la fase de **ACTUAR**.

Ir a la toma de decisiones (FASE DE ACTUAR)

Problema 1: Faltante de Ingredientes

El indicador muestra **5 FALTANTES** de ingredientes clave en fin de semana. ¿Qué acción propones?

- ☐ A) Mantener los mismos niveles de inventario, pero firmar un acuerdo con un distribuidor express que, aunque es más caro, garantiza entregas de emergencia.
- ☒ B) Diferenciar por tipo de insumo. Aumentar el stock de seguridad solo para los ingredientes no perecederos (queso, pepperoni, cajas) y buscar una segunda entrega de frescos el viernes.
- ☐ C) Aumentar en un 40% la compra de todos los ingredientes (frescos y no perecederos) para crear un gran colchón de inventario.

¡Excelente decisión! Aumentar el stock de seguridad para productos clave y manejar los frescos por separado demuestra un pensamiento sistémico.

Fuente: Elaboración propia.

terior a la interacción individual con la herramienta digital, se llevaba a cabo una sesión de participación en grupo y, posteriormente, colectiva en el aula. Este momento estaba diseñado para fortalecer el aprendizaje colaborativo y promover la reflexión crítica sobre el propio proceso de aprendizaje. En este escenario, el docente asumía un rol de mediador reflexivo, orientando el análisis grupal y guiando a los estudiantes hacia la consolidación de los conceptos clave.

3.4. Análisis de la información

El análisis se realizó mediante una triangulación de fuentes, considerando: (a) la teoría pedagógica del aprendizaje activo desde el enfoque docente y estudiantil; (b) las observaciones del desempeño de los estudiantes durante la interacción; y (c) las percepciones expresadas en las respuestas abiertas. Esta metodología permitió comprender cómo la integración de la IAGC en el diseño instruccional del docente contribuye al desarrollo de la autonomía, la reflexión y la toma de decisiones, promoviendo una práctica docente más innovadora.

4. RESULTADOS

Como principal resultado de esta investigación, se presenta un modelo pedagógico estructurado para la integración de la IAGC en la formación de ingenieros. Este modelo, producto de un ciclo de diagnóstico del contexto y diseño fundamentado, buscó ofrecer una guía práctica para el docente que desea transformarse de un rol de transmisor de información a un arquitecto de experiencias de aprendizaje activo. A continuación, se detallan sus componentes, su flujo operativo y los artefactos didácticos que lo materializan.

4.1. Componentes del Modelo Pedagógico

El modelo propuesto se articula en torno a la reconfiguración de los roles tradicionales, integrando la tecnología como una aliada estratégica del docente, bajo tres componentes clave:

1. El docente como arquitecto del aprendizaje: el profesor asume un rol central como diseñador y mediador, utilizando su conocimiento pedagógico para guiar el uso de la IAGC. En lugar de ser un simple usuario, el docente la emplea para crear recursos y actividades alineados con los objetivos del curso. Este rol se alinea con la necesidad de un andamiaje docente que

guíe la experiencia de aprendizaje, especialmente en entornos gamificados (Evmenova et al., 2024).

2. La IAGC como asistente de diseño instruccional: la IAGC se posiciona como un asistente cognitivo para el docente, potenciando su creatividad y eficiencia en la creación de materiales didácticos complejos, tales como escenarios para juegos, simulaciones y sistemas de retroalimentación personalizada. Esto permite al profesorado enfocarse en la mentoría y en los aspectos más significativos del aprendizaje, mientras la IA apoya en tareas de diseño que tradicionalmente consumen mucho tiempo (Hutson et al., 2024).
3. El estudiante como agente activo y autorregulado: el diseño de las actividades posiciona al estudiante como el protagonista de su propio aprendizaje. A través de la interacción, debe tomar decisiones, resolver problemas y reflexionar sobre su proceso. Este enfoque busca desarrollar la autonomía y las habilidades de aprendizaje autorregulado, que son cruciales en la era de la IA (Lai et al., 2023; Lin & Chang, 2023).

4.2. Flujo de la experiencia de aprendizaje híbrida

El modelo opera bajo un flujo híbrido que combina momentos de trabajo en el aula y práctica individual, diseñado para maximizar tanto la colaboración como la reflexión personal. El proceso sigue tres etapas cíclicas:

1. Fase sincrónica (colaboración guiada): en el aula, el docente introduce el problema o reto (diseñado con IAGC) y facilita el trabajo en equipo. El objetivo es promover el diálogo, la coconstrucción del conocimiento y el aprendizaje entre pares, lo cual es fundamental en el aprendizaje activo (Hutson et al., 2024).
2. Fase asincrónica (práctica autónoma): fuera del aula, el estudiante interactúa individualmente con la plataforma digital. Aquí, recibe retroalimentación inmediata de la IAGC, explora los escenarios a su propio ritmo y refuerza conceptos a través de la práctica. Esta retroalimentación instantánea es clave para el desarrollo de la autorregulación (Lin & Chang, 2023).
3. Fase de reflexión (metacognición colectiva): de vuelta en el aula, el docente guía una discusión grupal sobre los hallazgos y reflexiones surgidos durante la fase autónoma. Este momento es crucial para consolidar el aprendizaje y fomentar el pensamiento crítico sobre el proceso mismo, una habilidad que se debe fortalecer al interactuar con la IAGC (Wang, 2024).

4.3. Productos del diseño: las actividades didácticas

Los productos concretos que resultaron de este proceso de diseño son las actividades didácticas descritas en el método. La Tabla 1 muestra el resumen de las metodologías empleadas para generar los productos didácticos.

Tabla 1. Resumen general del diseño pedagógico		
Tipo de producto	Descripción general	Objetivo pedagógico
Guías interactivas	Recursos teóricos diseñados con ChatGPT que incluyen preguntas de reflexión y casos aplicados	Comprensión conceptual y pensamiento crítico
Actividades gamificadas	Juegos de preguntas y retos por niveles de dificultad	Motivación y participación activa
Simulaciones organizacio- nales	Escenarios basados en problemas de gestión de procesos	Desarrollo de la resolución de problemas
Retroalimentación automa- tizada	Mensajes generados con la IAGC según el desempeño	Aprendizaje autorregulado
Debate guiado y reflexión	Guías de discusión en clase	Pensamiento colaborativo

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 sintetiza las características principales, ejemplificando cómo los principios pedagógicos se materializan con el apoyo de la IAGC desde el rol del docente y del estudiante.

Tabla 2. *Contribución de los Productos del Diseño Pedagógico para el docente y el estudiante*

Actividad (Producto)	Objetivo de aprendizaje	Rol de la IAGC en el Diseño	Componente del Pensamiento	Contribución al Modelo Pedagógico (Docente y Estudiante)
Análisis de sistemas: Juego Didáctico.	Fomentar el pensamiento sistémico como base del pensamiento complejo.	Generación de código HTML, escenarios narrativos y sistema de retroalimentación.	Pensamiento sistémico	Para el docente: Permite diseñar una experiencia didáctica de aprendizaje activo para introducir un tema abstracto de forma lúdica. Para el estudiante: Promueve la construcción activa del conocimiento a través de la exploración guiada y la autocorrección, iniciando el camino hacia la autonomía.
Diseñando KPIs y aplicando el ciclo PHVA.	Desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas como vías para el fomento del pensamiento complejo.	Creación del caso de estudio, diseño de las misiones y formulación de las opciones de decisión y sus consecuencias.	Pensamiento crítico y pensamiento sistémico	Para el docente: Ofrece una herramienta para diseñar una didáctica basada en un problema auténtico y simulado, sin necesidad de software complejo. Para el estudiante: Exige que construya soluciones aplicando la teoría a la práctica, fomentando la toma de decisiones y el aprendizaje autorregulado.

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, los resultados de esta investigación evidencian tres aportes principales del modelo pedagógico propuesto. En el plano teórico, el modelo articula de manera integrada principios del constructivismo, el aprendizaje activo y la autorregulación, concretándolos en un diseño pedagógico mediado por la IAGC, donde el aprendizaje se construye a partir de la interacción con actividades diseñadas intencionalmente por el docente. En el plano metodológico, la aplicación de la investigación basada en el diseño permitió estructurar un proceso sistemático que parte de un diagnóstico del contexto estudiantil y se traduce en un modelo pedagógico con componentes, flujo operativo y productos claramente definidos.

Finalmente, en el plano práctico, el modelo ofrece orientaciones concretas para la formación en ingeniería, materializadas en actividades didácticas, productos gamificados y estrategias de retroalimentación apoyadas por la IAGC, que facilitan al docente el diseño de experiencias de aprendizaje activo y posicionan al estudiante como un agente activo y autorregulado de su propio aprendizaje.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo del modelo pedagógico propuesto en esta investigación permite comprender cómo la integración reflexiva de la IAGC puede transformar la práctica docente, particularmente en la formación de ingenieros. El hallazgo principal no radica en la adopción tecnológica en sí misma, sino en la reconfiguración del rol docente como diseñador de experiencias de aprendizaje activo, lo cual coincide con la literatura que subraya la necesidad de nuevos enfoques pedagógicos innovadores en la era digital (Evmenova et al., 2024; Valentini & Blancas, 2025). No obstante, este estudio difiere de otros trabajos previos que se han centrado en la aceptación y el uso de la IAGC desde la perspectiva del estudiante (Strzelecki, 2024; Sousa & Cardoso, 2025). En contraste, los resultados de este estudio posicionan a la IAGC como una herramienta estratégica al servicio de la práctica docente, orientada al diseño pedagógico innovador. Desde una perspectiva teórica, el modelo valida los principios del aprendizaje activo, evidenciando que las estrategias interactivas favorecen la motivación y el compromiso (Lai et al., 2023; Xia et al., 2025).

El aporte distintivo consiste en mostrar cómo la IAGC puede actuar como mediador pedagógico que potencia las prácticas docentes. En este sentido, los resultados refuerzan la idea de que la IAGC puede asumirse como asistente de diseño instruccional, permitiendo al docente concentrarse en la tutoría, la mentoría y la evaluación formativa (Hutson et al., 2024; Martinell & Alvarado, 2024). Lejos de disminuir la interacción humana, este modelo argumenta que, al automatizar ciertos procesos de diseño, se generan condiciones para una intervención educativa de mayor calidad, más reflexiva y orientada al acompañamiento del aprendizaje.

Asimismo, en comparación con otros marcos orientados a la incorporación de tecnologías emergentes en la educación superior, el modelo pedagógico propuesto se distingue por centrar explícitamente el diseño pedagógico en el rol del docente como arquitecto del aprendizaje, apoyado por la IAGC. A diferencia de enfoques que priorizan la evaluación inmediata de resultados de aprendizaje o el uso instrumental de la tecnología, este modelo integra de manera articulada principios constructivistas, de aprendizaje activo y de autorregulación, posicionando al estudiante como un agente activo del proceso formativo.

En concordancia con la necesidad de fomentar un razonamiento profundo en la educación superior, los resultados ofrecen una ruta práctica para

el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, creativo e innovador. Mientras que la literatura a menudo discute este objetivo de manera teórica (Patiño et al., 2023), los ambientes gamificados y las simulaciones aquí diseñadas demuestran cómo la IAGC puede favorecer procesos de análisis y reflexión al conectar la teoría con problemas auténticos (Pellas, 2025; Daniels et al., 2025). La retroalimentación inmediata, un pilar del diseño, corrobora su papel en el fortalecimiento de la autorregulación del aprendizaje, tal como lo sugieren marcos pedagógicos para chatbots (Lin & Chang, 2023; Zapata et al., 2025). Este hallazgo es consistente con la alta utilidad que los propios estudiantes perciben en la IAGC como una herramienta para este fin (Romero-Rodríguez et al., 2023).

Por último, desde una mirada contextual, el modelo propuesto responde a las prioridades señaladas por organismos internacionales y nacionales, como la Unesco (2021, 2023b) y la ANUIES (2025a, 2025b), que subrayan la urgencia de fortalecer las capacidades docentes para la integración ética y pedagógicamente fundamentada de la IAGC. La experiencia documentada aporta evidencia de que la formación del profesorado en el uso crítico y creativo de la IAGC es un factor clave para aprovechar su potencial en la educación superior (Valentini & Blancas, 2025). Por tanto, el modelo actúa como una guía replicable que permite a los profesores de ingeniería crear entornos de aprendizaje más dinámicos y orientados a la autonomía estudiantil.

En conclusión, esta investigación muestra que el verdadero potencial de la IAGC en la educación superior se materializa cuando se la concibe no solo como una herramienta para el estudiante, sino como un catalizador para la innovación de la práctica docente. Al integrarse desde un enfoque pedagógico intencionado, la IAGC permite reconfigurar el rol del profesor, quien transita de ser un transmisor de conocimiento a un arquitecto de experiencias de aprendizaje activo. En este sentido, el estudio aporta un modelo pedagógico, estructurado y replicable que ofrece orientaciones prácticas y teóricas para que el profesorado de ingeniería y de otras áreas diseñe ambientes educativos gamificados y orientados a la autorregulación, favoreciendo de manera efectiva la autonomía y las habilidades de pensamiento complejo en los estudiantes. Asimismo, se subraya la necesidad de impulsar programas de formación docente centrados en el uso ético, crítico y creativo de la IAGC, una prioridad para la política educativa a nivel global.

No obstante, es crucial reconocer la principal limitación de este estudio: su enfoque en el diseño y la justificación teórica, sin presentar una evaluación

empírica sistemática de su impacto en los resultados de aprendizaje. Esta evaluación constituye la siguiente fase de esta investigación, en la cual se analizarán los datos derivados de la implementación del modelo pedagógico para medir su efectividad en el aprendizaje estudiantil.

REFERENCIAS

- Aboub, Hashish, E., El-Banna, A., Al-Hayaly, S., & Shawky, M. (2024). Faculty and student perspectives on game-based learning in veterinary histology laboratory education. *Journal of Veterinary Medical Education*, 51(3), 377–388. <https://doi.org/q7nq>
- Al-Mamary, Y. H., Al-Nashmi, M., Shamsuddin, A., & Abdulrab, M. (2025). Empowering ChatGPT adoption in higher education: A comprehensive model using partial least squares structural equation modeling. *The International Journal of Management Education*, 23(1), 101013. <https://doi.org/ptnf>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2025a). *ANUIES impulsa Observatorio Interinstitucional de Inteligencia Artificial en la Educación Superior en México*. ANUIES. <https://linkly.link/2jZQj>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2025b). *Instauran Consejo Rector del Observatorio Interinstitucional de Inteligencia Artificial en la Educación Superior*. ANUIES. <https://linkly.link/2jZQp>
- Aydın, Ö. and Karaarslan, E. (2023) 'Is ChatGPT Leading Generative AI? What is Beyond Expectations? *Academic Platform Journal of Engineering and Smart Systems*. <https://doi.org/q7sp>
- Bernabéi, 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 & Education: Artificial Intelligence*. 5, 100172. <https://doi.org/q7nb>
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. The George Washington University, School of Education and Human Development. <https://goo.su/sWGcKCi>

- Chao-Rebolledo, C., & Rivera-Navarro, M. Á. (2024). Usos y percepciones de herramientas de inteligencia artificial en la educación superior en México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 95(1), 57–72. <https://doi.org/g9q5g5>
- Chiu, T. K. F. (2024). Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 6, 100197. <https://doi.org/mgjk>
- Chiu, T. K., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2023). Teacher support and student motivation to learn with Artificial Intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/grv9s8>
- Daniels, J., van der Mierden, M., Tenge, M., & Hertogh, M. (2025). Boosting project leadership training through AI-enhanced game-based learning. *Project Leadership and Society*, 6, 100140. <https://doi.org/q7np>
- Ding, Y., & Yu, Y. (2024). Serious game-based learning and flipped learning with debate class to improve students' performance, engagement, motivation, and critical thinking. *Computers and Education*, 213, 104996. <https://doi.org/q7nm>
- Evmenova, A. S., Borup, J., & Shin, J. K. (2024). Harnessing the Power of Generative AI to Support ALL Learners. *TechTrends*, 68, 820–831. <https://doi.org/q7nj>
- García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: Systematic review and meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12,1, 171-197. <https://doi.org/pnj9>
- Habibi, A., Muhaimin, M., Danibao, B. K., Wibowo, Y. G., Wahyuni, S., & Octavia, A. (2023). ChatGPT in Higher Education Learning: Acceptance and Use. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 5, 100190. <https://doi.org/gt33nb>
- Hannafin, M. J. & Wang, F. (2025). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. <https://doi.org/btwgzx>
- Hutson, J., Fulcher, B., & Ratican, J. (2024). Mejorando la evaluación y retroalimentación en programas de diseño de videojuegos: aprovechando la IA generativa para una evaluación eficiente y significativa. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (22), 1–19. <https://doi.org/q7sq>

- Lai, C. Y., Cheung, K. Y., & Chan, C. S. (2023). Exploring the role of intrinsic motivation in ChatGPT adoption to support active learning: An extension of the technology acceptance model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100178. <https://doi.org/q7nf>
- Lin, M. P.C., & Chang, D. (2023). CHAT-ACTS: a pedagogical framework for personalized chatbot to enhance active learning and self-regulated learning. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 5, 100167. <https://doi.org/q7nd>
- Lozano-Rodríguez, A., García-Vázquez, M. F., & García-Cuen, J. L. (2022). The Role of Learning Styles in Active Learning. En Ortega-Sánchez, D., (Ess.), *Active Learning - Research and Practice for STEAM and Social Sciences Education*. (pp. 125-138). En *Intech Open eBooks*. <https://doi.org/q7nc>
- Martinell, A. R., & Alvarado, M. A. C. (2024). Percepciones docentes sobre la Inteligencia Artificial Generativa: El caso mexicano. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 5(2), 44-55. <https://doi.org/q7nr>
- Masich, A. M., Hylton Gravatt, L. A., Van Tassell, B., Clark, S., & Gauthier, T. (2025). Game-Based Learning Effects on Student Engagement and Outcomes in Clinical Therapeutics Courses. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 85(10), 8511. <https://doi.org/gmgfvk>
- Moorhouse, B. L., Yeo, M. A., & Wan, Y. (2023). Generative AI tools and assessment: Guidelines of the world's top-ranking universities. *Computers and Education Open*, 5, 100151. <https://doi.org/gtm4gp>
- Nixon, N., Lin, Y., & Snow, L. (2024). Catalyzing Equity in STEM Teams: Harnessing Generative AI for Inclusion and Diversity. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 11(1), 85–92. <https://doi.org/gt5nnt>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO. <https://linkly.link/2jc0U>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2023b). *Oportunidades y desafíos de la era de la inteligencia artificial para la educación superior*. UNESCO. <https://linkly.link/2jc0X>
- Ortiz, J. L. S., & Flores, I. A. R. (2024). Apreciaciones de estudiantes universitarios sobre el uso del ChatGPT. *Revista Paraguaya de educación a distancia (REPED)*, 5(2), 56-65. <https://doi.org/q7m9>

- Patiño, A., Ramírez-Montoya, M. S., & Buenestado-Fernández, M. (2023). Active learning and education 4.0 for complex thinking training: analysis of two case studies in open education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 8. <https://doi.org/gt6qjt>
- Pellas, N. (2025). The role of students' higher-order thinking skills in the relationship between academic achievements and machine learning using generative AI chatbots. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20, 36. <https://doi.org/hbtmdt>
- Romero-Rodríguez, J.-M., Ramírez-Montoya, M.-S., Buenestado-Fernández, M., & Lara-Lara, F. (2023). Use of ChatGPT at University as a Tool for Complex Thinking: Students' Perceived Usefulness. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(2), 323–339. <https://doi.org/k9rk>
- Sousa, A. E., & Cardoso, P. (2025). Use of Generative AI by Higher Education Students. *Electronics*, 14(7), 1258. <https://doi.org/hbtxj7>
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/fqmz9>
- Troiano, G. M. (2025). Game-based constructionist learning: An approach for programming and computational thinking in primary school. *Computers and Education*, 228, 105260. <https://doi.org/q7m8>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023a). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://linkly.link/2jZRq>
- Valentini, A., & Blancas, A. (2025). *The challenges of AI in higher education and institutional responses: is there room for competency frameworks?* UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean. UNESCO IESALC. <https://linkly.link/2jcVO>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157. <https://doi.org/gfgvz6>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wang, C., Aguilar, S. J., Bankard, J. S., Bui, E., & Nye, B. (2024). Writing with AI: What College Students Learned from Utilizing ChatGPT for a Writing Assignment. *Education Sciences*, 14(9), 976. <https://doi.org/hbfmdp>

- Xia, Q., Li, W., Yang, Y., Weng, X., & Chiu, T. K. F. (2025). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of Generative Artificial Intelligence (GenAI) on student motivation and engagement. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9, 100455. <https://doi.org/q7m7>
- Karaoglan Yilmaz, F. G., Yilmaz, R., Ustun, A. B., & Uzun, H. (2025). Exploring the role of cognitive flexibility, digital competencies, and self-regulation skills on students' generative artificial intelligence anxiety. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 5, 100187. <https://doi.org/q7m6>
- Zapata, G. C., Saini, A. K., Tzirides, A. O., Cope, B., & Kalantzis, M. (2025). The Role of AI Feedback in University Students' Learning Experiences: An Exploration Grounded in Activity Theory. *Ubiquitous Learning: An International Journal*, 18(2), 1–30. <https://doi.org/q7mt>