

Diseño de material didáctico para el apoyo de cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de
Inteligencia Artificial Generativa (IAG)

Autor

Angelica Zulay Martínez Pinilla

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial - UIS

Director:

Henry Lamos Díaz

Doctor en Física y Matemáticas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de estudios industriales y empresariales

Programa de Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Hoy dedico estas páginas a mí misma, a esa versión que jamás dejó de confiar, incluso cuando parecía que las fuerzas se desvanecían. Me reconozco por la disciplina, el empeño y la constancia que hicieron posible alcanzar esta meta. Valoro cada amanecer de estudio, cada sacrificio y cada momento en el que opté por seguir adelante en lugar de desistir.

Este trabajo representa mi compromiso, así como mi capacidad para superar los retos y la certeza de que los sueños se construyen con esfuerzo y determinación. Hoy me abrazo con orgullo, porque sé que detrás de estas líneas se encuentra mi historia de esfuerzo, crecimiento y fortaleza.

Celebro este logro, consciente de que no es fruto del azar, sino el resultado de mi entrega y del profundo amor que siento por lo que hago.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que formaron parte de este recorrido, pues soy consciente de que nada de lo que he logrado habría sido posible sin su apoyo, compañía y aliento constante en cada etapa. En especial, a mi familia, cuyo amor incondicional y palabras de ánimo fueron siempre el refugio al que podía regresar. A ellos les debo no solo la fuerza para continuar en los momentos difíciles, sino también la motivación para superarme día a día.

A mis amigos, que siempre me acompañan con paciencia, comprensión y sonrisas sinceras, les agradezco por recordarme que la vida no se limita a las metas, sino que también se nutre de los momentos compartidos. A mis maestros, incansables orientadores, que con su conocimiento, ejemplo y entrega iluminaron mi aprendizaje, mostrándome que el conocimiento adquiere verdadero sentido cuando se transmite con pasión y generosidad.

A quienes creyeron en mí y me animaron a seguir, gracias, porque cada palabra, gesto y acción dejó una huella en mi corazón. A la vida misma, por brindarme la posibilidad de crecer, aprender y entender que incluso las experiencias difíciles nos moldean y fortalecen tanto en lo personal como en lo profesional.

Este logro no solo me pertenece, también refleja la fuerza de la unión, el valor del acompañamiento y la importancia de confiar en los demás. Hoy celebro no solo un avance en mi camino, sino también la fortuna de haberlo compartido con personas tan valiosas. Muchas de ellas formaron parte de esta etapa y siguieron su rumbo, pero otras continúan a mi lado, y espero poder contar siempre con su compañía en los nuevos caminos que aún me esperan.

Tabla de contenido

Introducción.....	13
1. Tabla de cumplimientos y objetivos.	14
2. Planteamiento del problema	15
3. Objetivos	16
3.1. Objetivo General	17
3.2. Objetivos Específicos.....	17
4. Justificación	17
5. Revisión de literatura	19
5.1. Análisis bibliométrico	19
5.2. Temáticas, países y años.....	19
6.2.1. Temas.....	19
6.2.2. Países	21
6.2.3. Años	22
5.3. Análisis de contenido de la literatura.....	23
5.3.1. Rol docente, alfabetización digital y políticas institucionales para la integración de la IAG	23
5.3.2. Personalización del aprendizaje mediante sistemas inteligentes adaptativos	27
5.3.3. Contribuciones de la IAG a los desafíos pedagógicos en Ingeniería Industrial	40
5.3.4. Riesgos técnicos y validación experta en la generación de contenido por IAG en Ingeniería Industrial	44
5.3.5. Síntesis del análisis temático	46
6. Marco de referencia	46
6.1. Marco teórico.....	46
7.1.1. Modelos de Diseño Instruccional para Integrar la IAG.....	46
7.1.2. Teorías sobre Cómo Aprenden las Personas	47
7.1.3. Cómo se Adoptan las Nuevas Tecnologías	48
7.1.4. Cómo Funciona la IAG por Dentro	48
7.1.5. Consideraciones Éticas para el Uso Responsable de la IAG.....	49
6.2. Marco legal	51
6.3. Marco conceptual	58
6.4. Marco de antecedentes	60
7. Metodología.....	62
7.1. Fase 1: Revisión de Literatura (Cumplimiento del objetivo específico 1).	63

7.2.	Fase 2: Identificación y Selección de Herramientas de IAG (Cumplimiento del objetivo específico 2).	65
7.3.	Fase 3: Diseño y Desarrollo de Material Didáctico Adaptativo (Cumplimiento del objetivo específico 3).	66
7.4.	Fase 4: Diseño e Implementación de un Curso de Formación (Cumplimiento del objetivo específico 4).	67
7.5.	Fase 5: Elaboración del Informe Académico (Cumplimiento del objetivo específico 5).	67
8.	Resultados	67
8.1.	Identificación y selección de herramientas IAG.	67
8.1.1.	Selección inicial de herramientas de IAG.	68
8.1.2.	Definición de criterios de evaluación.	68
8.1.3.	Construcción de una matriz comparativa y selección final.	69
8.1.4.	Análisis de Resultados	70
8.1.5.	Selección Final.	76
8.2.	Diseño y desarrollo del material didáctico.	78
8.2.1.	Integración con el modelo SAMR.	88
8.3.	Curso en Moodle: Educación 4.0 – Creando Aulas Inteligentes con IA Generativa	89
8.4.	Consideraciones éticas y legales en la creación de recursos con IAG	91
8.5.	Artículo de carácter publicable.	93
9.	Discusión.	95
10.	Limitaciones.	96
10.1.	Limitaciones técnicas y necesidad de validación experta	97
11.	Conclusiones	99
	Referencias	101

Lista de tablas

Tabla 1: Cumplimiento de objetivos.	14
Tabla 2: Categorización preliminar de herramientas de IAG.....	68
Tabla 3: Criterios de evaluación.....	69
Tabla 4: Resultados del material didáctico de la asignatura investigación de operaciones I.	80
Tabla 5: Resultados del material didáctico de la asignatura dirección de operaciones.....	82
Tabla 6: Resultados del material didáctico de la asignatura.....	85

Lista de figuras

Figura 1: Temáticas de la revisión de literatura.	20
Figura 2: Países de publicación.....	21
Figura 3: Fecha de publicación de los documentos académicos.....	22
Figura 4: Datos estadísticos de la generación de texto (T).	71
Figura 5: Datos estadísticos de la generación de imagen (I).....	72
Figura 6: Datos estadísticos de la generación de multimedia (M).	73
Figura 7: Datos estadísticos del diseño educativo interactivo (S).....	74
Figura 8: Datos estadísticos de asistencia para el código (O).	75

Lista de apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A: Matriz de evaluación de herramientas de IAG

Apéndice B: Caso de investigación de operaciones, tema de programación lineal.

Apéndice C: Caso de dirección de operaciones, tema métodos y tiempos.

Apéndice D: Caso de ingeniería económica, tema evaluación de proyectos de inversión.

Apéndice E: Evaluación financiera de proyectos de inversión.

Apéndice F: El inversor inteligente.

Apéndice G: Presentación general del curso

Apéndice H: Fundamentos

Apéndice I: Ética y Evaluación

Apéndice J: Prompts

Apéndice K: Material

Apéndice L: Aplicaciones

Apéndice M: Discusiones

Apéndice N: Glosario

Apéndice O: Artículo

Apéndice P: Resultados de las pruebas piloto con herramientas de IAG

Resumen

Título: Diseño de material didáctico para el apoyo de cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa (IAG)

Autor: Angelica Zulay Martínez Pinilla

Palabras Clave: Ingeniería Industrial, Prompts, Educación, Inteligencia Artificial Generativa (IAG)

Descripción: Esta tesis examina la incorporación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la educación superior, enfocándose en su aplicación al diseño de materiales didácticos para la enseñanza de Ingeniería Industrial. Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura correspondiente al periodo 2024–2025, siguiendo la metodología PRISMA, y se utilizó el modelo ADDIE como guía para el diseño instruccional. La selección de herramientas se efectuó mediante una matriz multicriterio, complementada con el desarrollo de casos de estudio validados por expertos y la creación de un curso de formación docente en la plataforma Moodle.

Los resultados muestran que la calidad de los materiales generados depende en gran medida de la precisión de los prompts y de la validación realizada por especialistas. Se concluye que la IAG puede desempeñar un papel como asistente pedagógico, siempre que cuente con la mediación del docente, formación adecuada en ingeniería de prompts y el respaldo de marcos éticos institucionales. La investigación evidencia la relevancia de la IAG para potenciar la personalización y la eficiencia del aprendizaje en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

Abstract

Title: Design of teaching materials to support Industrial Engineering courses using Generative Artificial Intelligence (GAI)

Author: Angelica Zulay Martinez Pinilla

Key Words: Industrial Engineering, Prompts, Education, Generative Artificial Intelligence (GAI)

Description: This thesis examines the integration of Generative Artificial Intelligence (GAI) in higher education, focusing on instructional design for Industrial Engineering. A systematic review (2024–2025) was conducted using PRISMA and the ADDIE model. Tools were selected through a multicriteria matrix, validated case studies were developed, and a teacher training course was implemented in Moodle.

Findings show that resource quality depends on prompt accuracy and expert validation. The study concludes that GAI can serve as a pedagogical assistant, provided teacher mediation, prompt engineering training, and institutional ethical frameworks are in place. GAI is confirmed as a relevant tool to enhance personalization and learning efficiency in Industrial Engineering.

Síntesis elaborada con Inteligencia Artificial Generativa (IAG)

Resumen

El documento base aborda el diseño de material didáctico para cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa (IAG). La investigación parte de una revisión de literatura reciente (2024-2025), que muestra el impacto de la IAG en la educación superior, sus aplicaciones pedagógicas y los desafíos éticos asociados. El proyecto plantea fases claras: selección de herramientas de IAG, diseño de material adaptativo, desarrollo de un curso de formación docente y elaboración de un informe académico. Los resultados evidencian que la IAG puede generar contenidos educativos dinámicos y personalizados, fortaleciendo la enseñanza y el aprendizaje mediante la ingeniería de prompts y el uso de modelos de diseño instruccional.

Ideas futuras

El trabajo abre la posibilidad de ampliar la investigación en tres direcciones: (i) implementar pilotos en distintas asignaturas y programas universitarios, midiendo el impacto de la IAG en el rendimiento estudiantil; (ii) desarrollar guías prácticas de ingeniería de prompts que fortalezcan la autonomía de los docentes en el uso pedagógico de la IA; y (iii) consolidar políticas institucionales que regulen el uso responsable de estas herramientas, garantizando criterios de ética, accesibilidad y equidad. Asimismo, la integración de la IAG con tecnologías emergentes como el IoT o el aprendizaje adaptativo en tiempo real puede enriquecer las experiencias formativas.

Críticas/Reflexión

El documento reconoce limitaciones relacionadas con la dependencia tecnológica, la necesidad de infraestructura robusta y la desigualdad en el acceso a herramientas digitales. También se identifican tensiones en el ámbito ético, especialmente en lo referente a la autoría, el plagio y la

detección de “alucinaciones” en los contenidos generados. Aunque se establecen modelos de referencia sólidos (ADDIE, SAMR, TPACK), persiste la necesidad de validar empíricamente la aplicabilidad del material didáctico en entornos diversos y de garantizar la formación continua de docentes y estudiantes en competencias digitales.

Beneficio

El aporte central del documento radica en ofrecer un modelo estructurado para integrar la IAG en el diseño de recursos educativos universitarios, con énfasis en la Ingeniería Industrial. La investigación proporciona un marco conceptual, metodológico y práctico que orienta a los docentes en la adopción de estas tecnologías. Además, resalta el valor de la IAG como apoyo en la síntesis y generación de información académica, mostrando su potencial para agilizar procesos de enseñanza y promover aprendizajes más personalizados. Esta síntesis, elaborada con Inteligencia Artificial Generativa a partir del documento base, evidencia cómo la propia herramienta puede servir de apoyo en la construcción de productos académicos claros, concisos y alineados con los objetivos de investigación.

Introducción

“la inteligencia artificial generativa está divisada como una fuerza transformadora en el panorama educativo con la habilidad de reestructurar los enfoques de aprendizaje y enseñanza de manera novedosa para la entrega de materiales educativos”

-Qadir (2023)

A lo largo de la evolución humana, los avances tecnológicos han tenido un papel decisivo en la mejora de la calidad de vida. Estos desarrollos han facilitado la simplificación de procesos complejos, especialmente en áreas relacionadas con la optimización de la comunicación y la administración eficiente de los recursos.

La difusión cada vez mayor de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha contribuido de forma sustancial al mayores niveles de productividad y eficiencia siendo cada vez más frecuente en sectores como la tecnología, salud, el empresarial y educativo.

De igual manera, con el desarrollo de las TIC el uso de la inteligencia artificial (IA) ha ganado un papel fundamental revolucionario en los últimos años, mejorando la productividad en distintas actividades como, el desarrollo automotriz con el uso de maquinaria computarizada mejorando el rendimiento de los automóviles, igualmente en la salud con el análisis de enfermedades para la búsqueda de medicamentos que evidencie una mejora significativa en la calidad de vida de los pacientes.

En la actualidad, el impacto de las TIC y el uso de la IA no ha sido ajeno en la incorporación de nuevos modelos y métodos pedagógicos que ayudan al estudiante a aumentar su proceso de aprendizaje, debido a que esta tecnología está caracterizada por su capacidad de producir contenido

personalizado y original en distintos formatos, comenzando a transformar progresivamente las prácticas pedagógicas, facilitando procesos como lo es la personalización del aprendizaje, tareas automatizadas para docentes y la creación de nuevos entornos de interacción educativa.

El presente proyecto tiene como propósito analizar el estado actual del conocimiento sobre el uso de la IAG en la generación de materiales didácticos y su relación con modelos de diseño instruccional en la educación universitaria. Buscando identificar aportes teóricos y prácticos, así como tendencias emergentes que permiten fundamentar, crear y desarrollar de forma óptima los prompts para fines educativos.

Actualmente el programa de Ingeniería Industrial ha iniciado un proceso de formación de los profesores en el uso de la IAG en lo que constituye el diseño de actividades de aprendizaje y se considera que este puede servir como insumo importante para lograr este propósito.

1. Tabla de cumplimientos y objetivos.

Tabla 1: *Cumplimiento de objetivos.*

Objetivo	Cumplimiento
Realizar una revisión de literatura sobre el uso de la IAG en la educación universitaria para la creación de material didáctico, identificando su impacto, tendencias, metodologías y aplicaciones.	Fase 1
Identificar y seleccionar herramientas de IAG óptimas para la creación de material educativo eficiente y adaptativo.	Fase 2
Diseñar y desarrollar material didáctico adaptativo basado en inteligencia artificial generativa, alineado con las necesidades de diversas asignaturas y estrategias pedagógicas actuales.	Fase 3
Diseñar e implementar un curso de formación para educadores sobre la IAG y aplicación en la creación de recursos educativos.	Fase 4

Elaborar un informe académico, donde se expongan los hallazgos del material didáctico generado con la IAG, para su posterior publicación.	Fase 5
---	--------

Nota. Información contenida en la metodología.

2. Planteamiento del problema

A finales del siglo XX, cuando surgieron las primeras computadoras y la codificación, durante la conferencia de Dartmouth en 1956, John McCarthy estableció el término "Inteligencia Artificial" (IA). Esto generó el desarrollo de modelos e incluso teorías que intentaban explicar su cómo funcionaba de manera limitada. Posteriormente, con el crecimiento de la tecnología en computadoras y el procesamiento masivo de datos, la IA experimentó un desarrollo exponencial, alcanzando mayor precisión y eficiencia, esto debido a algoritmos mucho más sofisticados.

Con el paso del tiempo, las IA generativas han transformado la forma en que interactúan las personas con la tecnología, facilitando su aplicación en distintos sectores, como lo es, la educación. Estas herramientas tienen el potencial de mejorar la enseñanza al generar contenidos personalizados y adaptativos. Sin embargo, su efectividad está ligada en gran medida de la correcta formulación de prompts, los cuales son un conjunto de ordenes textuales en modo de pregunta o lenguaje natural. los cuales actúan como instrucciones que guían a la IA en la generación de respuestas más precisas y relevantes.

A pesar del aumento del uso de la IA, la enseñanza aún tiene diversos desafíos, como la necesidad de diseñar materiales didácticos que sean dinámicos y prácticos, que se adapten a los distintos estilos de aprendizaje. La dependencia de enfoques tradicionales limita la flexibilidad de estos recursos y dificulta la aplicación práctica del conocimiento.

La correcta implementación de IA en la enseñanza aún es incipiente y carece de estrategias que sean claras para aprovecharla en la creación de material didáctico eficaz. Tal y como lo expresa el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2025) dentro del territorio colombiano el uso de la IA sigue siendo limitado debido a la desigualdad, falta de recursos y falta de adaptación de tecnologías emergentes, esto resalta la necesidad de promover su adopción y para ello se están planteando iniciativas, las cuales son clave para que se fortalezca el uso de este tipo de herramientas en las aulas universitarias.

Ante esta problemática, el autor pretende como solución innovadora el diseño de material didáctico para cursos de Ingeniería Industrial mediante la inteligencia artificial generativa, haciendo uso de la ingeniería de *prompts*, con el fin de garantizar la calidad, pertinencia y aplicabilidad de los recursos generados. Este proyecto tiene como objetivo facilitar la integración de la IA en un aula donde se promueva un aprendizaje más efectivo y autónomo. Por lo tanto, se considera cómo pregunta de investigación:

¿Cómo diseñar material didáctico para el apoyo de cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa?

3. Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo definir como desarrollar material didáctico que apoye los cursos de Ingeniería Industrial, utilizando (IAG) inteligencia artificial generativa. Para ello, se planteó hacer una revisión de literatura, la cual brindó información para poder escoger herramientas apropiadas para crear recursos adaptativos y diseñar un curso para docentes.

3.1. Objetivo General

Diseñar material didáctico para el apoyo de cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión de literatura sobre el uso de la IAG en la educación universitaria para la creación de material didáctico, identificando su impacto, tendencias, metodologías y aplicaciones.
- Identificar y seleccionar herramientas de IAG óptimas para la creación de material educativo eficiente y adaptativo.
- Diseñar y desarrollar material didáctico adaptativo basado en inteligencia artificial generativa, alineado con las necesidades de diversas asignaturas y estrategias pedagógicas actuales.
- Diseñar e implementar un curso de formación para educadores sobre la IAG y aplicación en la creación de recursos educativos.
- Elaborar un informe académico, donde se expongan los hallazgos de la aplicación del material didáctico generado con la IAG, para su posterior publicación.

4. Justificación

Recientemente, la IAG ha transformado múltiples sectores mediante la automatización de tareas, la mejora de procesos y la generación de contenido original en diversas disciplinas. En el ámbito educativo, la IAG ha permitido el desarrollo de herramientas que personalizan la enseñanza, generan materiales didácticos que son dinámicos y además facilitan el acceso a recursos pedagógicos adaptados a las necesidades que presenta cada estudiante.

Actualmente existen modelos como ChatGPT han demostrado su potencial para asistir en la tutoría personalizada, la resolución de dudas y mejorar los conocimientos acerca del uso de la tecnología, o también llamada: alfabetización digital, promoviendo enfoques de enseñanza más interactivos e inclusivos.

El diseño de prompts, es esencial para guiar a los modelos de IA en la generación de material educativo preciso y relevante. Este proyecto buscó abordar una necesidad crítica en la educación moderna el cual es: “El cómo diseñar de material didáctico adaptado a diferentes asignaturas mediante la inteligencia artificial generativa y el uso de *prompts*, facilitando la integración de conocimientos y promoviendo un aprendizaje que sea más efectivo y personalizado”.

La importancia del proyecto de grado se encuentra en la capacidad para ofrecer herramientas prácticas que mejoren la calidad del material educativo ya existente o creen nuevos recursos

Según Real (2019), el continuo avance tecnológico que transforma nuestra sociedad ha llegado a los espacios educativos, propiciando el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza. Por ello se les proporciona a los profesores un curso para la creación de contenidos adaptables basados en lineamientos con enfoques pedagógicos actuales, como el aprendizaje constructivista y el aprendizaje fundamentado en tareas. Estos enfoques fomentan la participación y la autonomía del estudiante, siendo elementos clave en la educación moderna.

Además, contribuirá aprovechando el uso de la IAG y la formación de competencias clave en la ingeniería de prompts, a través de una metodología o guía sobre la creación y ajuste de los prompts. De donde los profesores y desarrolladores podrán utilizar estas herramientas de manera más efectiva, lo cual puede beneficiar una amplia gama de asignaturas y de contextos educativos.

En última instancia, el propósito de este esfuerzo no solo es impulsar la calidad y eficiencia del material didáctico, sino que también permitir una integración más estratégica y significativa de la IAG en el proceso de enseñanza y del aprendizaje.

5. Revisión de literatura

5.1. Análisis bibliométrico

Se llevó a cabo una revisión de artículos científicos utilizando como base la plataforma Scopus, introduciendo una ecuación de búsqueda comprendida entre los años 2024- 2025: ("Generative Artificial Intelligence" OR "Generative AI" OR "Machine Learning") AND ("Instructional Design" OR "Educational Resources" OR "Teaching Materials" OR "Didactic Materials" OR "Learning Resources" OR "Curriculum Development") AND ("Higher Education" OR "University Teaching" OR "College Courses" OR "Postsecondary Education"). A partir de esta ecuación en la búsqueda inicial se obtuvieron 158 registros. Los cuales, a través de un proceso de filtrado que incluyó la selección de documentos con acceso abierto y el uso de la herramienta NotebookLM de Google Labs, se realizó una revisión detallada del material recopilado. Durante este proceso se eliminaron los duplicados, obteniéndose un total de 28 textos pertinentes a la temática planteada en la pregunta de investigación, los cuales constituyen la base para el análisis desarrollado en las siguientes etapas de la planificación.

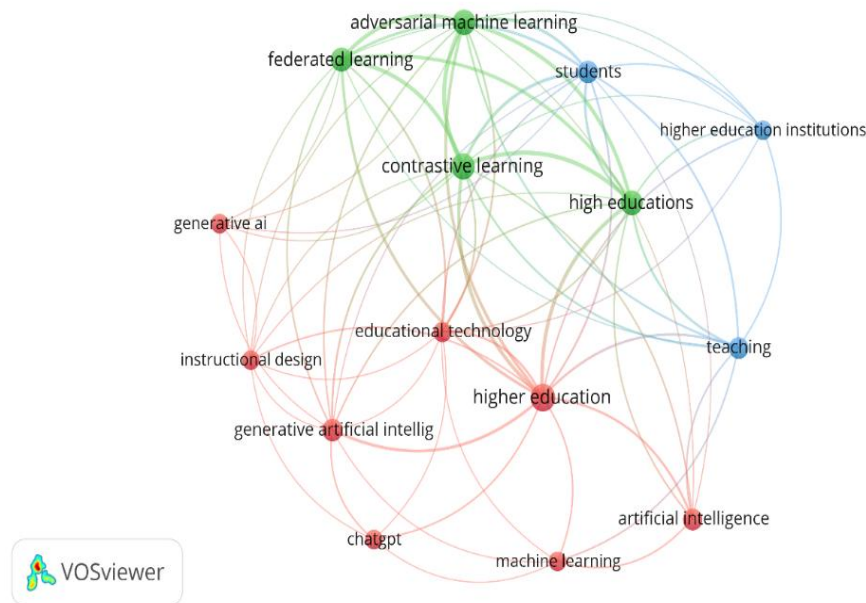
5.2. Temáticas, países y años

6.2.1. Temas

Para la visualización de las temáticas que se analizaron dentro del ejercicio de la revisión científica de literatura se opta por la utilización de VOSviewer el cual es una herramienta de software que es utilizada para construir y visualizar redes bibliométricas, las cuales incluyeron investigadores, revistas o publicaciones individuales basándose en relaciones de citas,

acoplamiento bibliográfico. Esto sirvió para realizar la visualización donde tiene relación con la inteligencia artificial y la educación superior. (Figura 1)

Figura 1: Temáticas de la revisión de literatura.



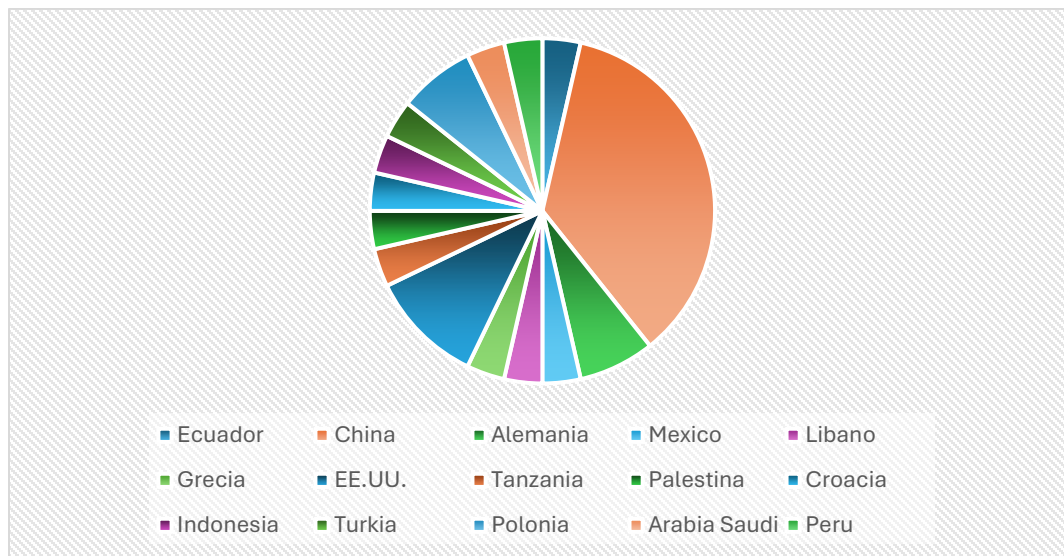
Nota. Agrupación de nodos por colores según su similitud o concepto.

En resumen, el mapa revela una estructura tripartita donde, el centro del eje es de tipo tecnológico - pedagógico de color rojo el cual está centrado en la aplicación de la IAG en el diseño educativo este se conecta fuertemente con conceptos relacionados que indican que este tipo de eje gira en torno al uso de tecnologías emergentes, en especial la IAG, para rediseñar los procesos educativos en centros universitarios; Por otra parte surge el eje técnico lo que está relacionado con métodos avanzados de aprendizaje automático, que refleja que no solo habla de aplicaciones prácticas, sino también de técnicas avanzadas de aprendizaje automático aplicadas a entornos universitarios; y por último, el eje pedagógico – social que está enfocado más en los autores de aprendizaje en esta caso los estudiantes, siendo un punto de equilibrio entre los enfoques de tipo pedagógicos, tecnológicos y sociológicos.

6.2.2. Países

Del mismo modo según la caracterización e informe 28 artículos científicos de la base de datos de Scopus, se presenta un análisis de distribución clasificando dichos artículos según su país de publicación (Figura 2).

Figura 2: Países de publicación.



Nota. Países de origen de los artículos científicos.

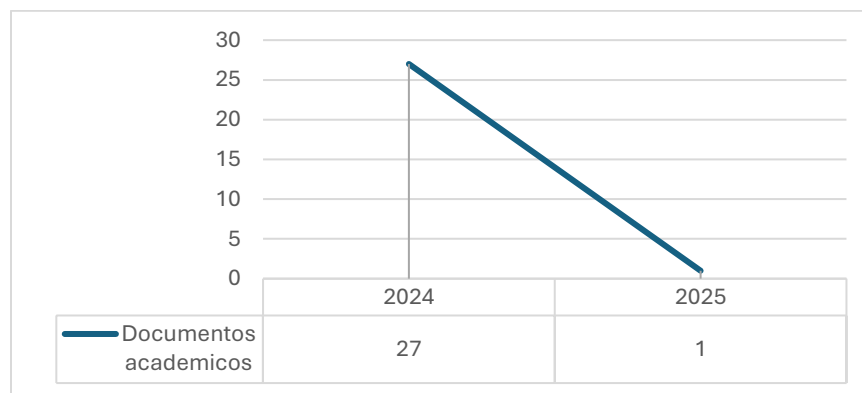
Tal y como se evidencia en el gráfico, el país con mayor proporción de publicaciones es China, representando el 35.71% (10 doc.) del total, lo que refleja su papel protagónico en la difusión y desarrollo del conocimiento sobre esta tecnología emergente, el cual tiene como consiguiente Estados Unidos con un 10.71% (3 doc.), por lo cual se evidencia su consolidada capacidad investigativa y su interés en las aplicaciones de la IAG; seguidamente los países como, Alemania y Polonia cuentan con un 7.14% (2 doc.) cada uno, destacándose como centros relevantes de producción científica.

Finalmente, otros países como Turquía, Indonesia, Croacia, Palestina, Arabia Saudita, Perú, Tanzania, Ecuador, Grecia, Líbano y México registran una participación del 3.57% (1 doc.), esta diversidad geográfica en la producción científica evidencia el interés global por la Inteligencia Artificial Generativa, con una concentración significativa en países con sistemas científicos y tecnológicos consolidados, pero también con una participación creciente de naciones emergentes, lo cual sugiere una expansión del campo hacia una perspectiva más inclusiva y multidisciplinar.

6.2.3. Años

Del mismo modo, basada en la restricción de solo el último año (2024-2025) en los 28 documentos, se utiliza una gráfica lineal, lo cual permite identificar la distribución temporal de los documentos académicos los cuales se relacionan con la IAG. (Figura 3)

Figura 3: Fecha de publicación de los documentos académicos.



Nota. Año de publicación de los artículos científicos relacionados con la IAG.

La mayoría de los artículos son de 2024, con un total de 27 documentos, donde representó un auge en cuanto a la producción científica sobre la IAG esto posiblemente impulsado por el avance de las compañías y tecnologías en su incorporación en diversos campos como lo son el educativo y organizacional.

A diferencia, del año 2025 se registra una disminución significativa en la cantidad de publicaciones el cual está relacionada mayormente con el hecho de que el año aún no ha finalizado al momento de realizar la recopilación de datos, por lo que no se ha consolidado el volumen total de publicaciones.

5.3. Análisis de contenido de la literatura

Esta revisión bibliográfica sobre IAG en la creación de materiales didácticos, es fundamental para establecer la base conceptual clara para comprender tanto su definición como sus principales diferencias respecto a otros enfoques de inteligencia artificial, en particular el *Machine Learning* (aprendizaje automático).

5.3.1. Rol docente, alfabetización digital y políticas institucionales para la integración de la IAG

Diversos autores coinciden en que la formación docente en IAG es clave para una integración efectiva. En una encuesta a profesores mexicanos, la mayoría reportó usar IA generativa para preparar materiales y actividades, reconociendo ahorros de tiempo y mejoras en la calidad de sus cursos. Sin embargo, también manifestaron preocupaciones, especialmente sobre la ética (deshonestidad) académica, y muchos no habían adaptado sus métodos de evaluación para mitigar posibles trampas con IA. Esto evidencia la necesidad de capacitar al profesorado en nuevas estrategias (Perezchica-Vega et al., 2024).

La investigación de la Universidad María Grzegorzewska de Varsovia, a la que asistieron 58 profesores y 139 estudiantes, investigó las creencias y prácticas de la inteligencia artificial en educación. Los resultados muestran un claro contraste entre ambos grupos: Los estudiantes utilizan la IA con mayor frecuencia para sus investigaciones y para la redacción de trabajos académicos,

haciendo uso de ChatGPT como herramienta habitual, mientras que los docentes lo hacen, sobre todo, para la búsqueda de materiales didácticos y elaboración de estos.

Se reconocen también evidentes progresos en la enseñanza de IA, incluyendo la personalización del aprendizaje, el apoyo a la evaluación y la gestión del tiempo docente. Sin embargo, el estudio destaca preocupaciones éticas y la necesidad de formar a los docentes para transmitir un mensaje educativo que promueva un uso responsable de estas tecnologías. Finalmente, “...se concluye que la integración de IA en el currículo constituye un requisito para impulsar la competitividad académica y profesional, sugiriéndose investigaciones futuras sobre sus efectos en el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante” (Nowak & Kowalska, 2024a).

Por su parte, los estudiantes manifiestan una percepción positiva de las herramientas de inteligencia artificial, aunque expresan preocupación por su posible impacto en las habilidades cognitivas y la necesidad de mantener una actitud crítica frente a los resultados generados por la tecnología. Los autores señalan que, al tratarse de estudiantes de ciencias sociales, sus competencias en tecnologías de la información son consideradas moderadas, lo cual contrasta con las demandas de disciplinas como la ingeniería, en las que el liderazgo tecnológico y la adopción de la IAG resultan fundamentales para la innovación educativa (Romaniuk & Łukasiewicz-Wieleba, 2024b).

Por eso, varios trabajos subrayan la importancia de entrenar a los docentes en el uso pedagógico y ético de estas herramientas; según un trabajo de investigación de Cordero et al. (2025) documentaron que, tras una serie de talleres sobre ChatGPT y otros sistemas, la confianza de los profesores para usar IAG en clase aumentó significativamente (en torno a un 30%), demostrando que la capacitación formal potencia la disposición a innovar.

Cabe señalar que el estudio destaca que los docentes mantienen una postura reflexiva. Les inquieta cómo preservar la integridad académica y detectar contenido generado por IA en las tareas estudiantiles. Esto refuerza el pensamiento teórico de la urgencia de brindar formación continua acompañada de guías éticas y herramientas de apoyo, en la formación inicial como se observó en los resultados positivos: los futuros docentes expuestos a un curso sobre ChatGPT aumentaron su conocimiento y redujeron temores hacia la IA, al finalizar dicho curso, pocos docentes manifestaron estar listos para incorporar inmediatamente la IA en sus prácticas, evidenciando que persisten dudas sobre su uso de manera pedagógica de forma sólida (Cordero et al., 2025).

Wood y Moss (2024) analizan el uso de IA generativa en un curso de maestría en Diseño Instruccional. La integración estructurada de estas herramientas aumentó la comodidad de los estudiantes y su comprensión ética. Mediante actividades deliberadas y plataformas de detección de contenido generado por IA, los estudiantes desarrollaron mayor responsabilidad académica, aprendieron a formular preguntas propias y reflexionaron sobre límites tecnológicos.

Los hallazgos indican que el enfoque pedagógico debe priorizar pensamiento crítico, discurso ético y autonomía sin delegar completamente en la IAG. La integración exitosa requiere estrategias educativas que fomenten uso responsable y comprensión de límites.

Kim et al. (2025) analizan cómo los estudiantes perciben la IA generativa en escritura académica: no solo como herramienta, sino como agente activo que funciona como asistente, tutor y par digital. El estudio muestra que la IAG fomenta la ideación, colaboración y sentido de comunidad, pero presenta desafíos como la falta de "conciencia humana", riesgo de errores y necesidad de mayor interoperabilidad entre plataformas.

Los autores enfatizan la importancia de diseñar IA educativa centrada en el usuario e integrar en el currículo la ingeniería de prompts y la alfabetización en IA para desarrollar competencias críticas en comunicación y evaluación de textos generados.

Esto sugiere que la alfabetización en IAG debe reforzarse tanto en docentes en ejercicio como en docentes en formación. Distintas investigaciones proponen estrategias convergentes: capacitar al profesorado en el manejo de IAG y en nuevas metodologías de evaluación (Perezchica-Vega et al., 2024), en donde se apoyen con asesores especializados como un diseñador instruccional que actúe como puente entre la tecnología y la pedagogía donde fomente en las comunidades de educadores la práctica del uso de la IAG y compartan las experiencias y buenas prácticas. (Kumar et al., 2024).

De igual forma, la preparación del docente tanto teórica, como técnica y didáctica se perfila como un factor determinante para que la IAG sume valor en el aula de forma responsable y efectiva.

Yongli, Qi y Zhipeng (2024) describen una plataforma educativa universitaria basada en big data que combina IPv6, IA generativa y técnicas de ingeniería web para modernizar la educación en China. La red IPv6 permite recopilar y transmitir datos del campus de forma eficiente, facilitando análisis profundo y recuperación rápida de información para tomar decisiones educativas. La IA generativa recopila y analiza retroalimentación en tiempo real, alimentando un proceso continuo de mejora mediante ingeniería web. Los autores plantean un ecosistema integral y dinámico centrado en el estudiante, donde la convergencia de protocolos avanzados, diseño sistemático y algoritmos inteligentes transforma la gestión y pedagogía universitaria.

Dramnesc et al. (2024) describen AiRobo, un proyecto europeo multidisciplinario que desarrolla un marco educativo para integrar robótica basada en IA con verificación formal. El

proyecto aborda el vacío en educación superior sobre cómo incorporar éticamente y con seguridad la IA en sistemas robóticos.

Incluye la creación colaborativa de un libro de acceso abierto, aplicaciones robóticas en medicina, agricultura e industria que priorizan inclusión social, y capacitación docente en pedagogía centrada en el estudiante y verificación formal de algoritmos. Los autores resaltan el uso de gemelos digitales para simular sistemas robóticos cuando hay limitaciones materiales, y plantean la ética, seguridad e inclusión como pilares del desarrollo curricular en robótica e IA avanzada en Europa.

Xiong (2025) valida empíricamente el papel mediador de la motivación entre los estilos pedagógicos docentes y el compromiso estudiantil en educación superior. El estudio identifica tres estilos docentes: humorístico y activo, riguroso y lógico, y atento y compartido, cada uno fomentando diferentes dimensiones del compromiso y respondiendo a necesidades de autonomía, competencia y pertenencia.

El autor muestra que la motivación de aprendizaje es el canal clave mediante el cual los estilos de enseñanza influyen en la energía, concentración y motivación estudiantil. Recomendando a los educadores optimizar sus métodos para combatir la "ausencia oculta" y fortalecer la participación en el aula.

5.3.2. Personalización del aprendizaje mediante sistemas inteligentes adaptativos

Otra línea prominente de investigación aborda la educación adaptativa potenciada por IA, en donde resalta la personalización del aprendizaje mejorando los resultados de los estudiantes. Para Ginting et al. (2024) revisan múltiples iniciativas de instrucción adaptativa desde tutores inteligentes hasta plataformas como ALEKS y chatbots educativos, en donde concluyen que estas

tecnologías pueden ajustar contenidos y ritmo a las necesidades individuales con notable éxito teniendo un meta-análisis de 48 estudios mostrando un efecto positivo significativo de 0.45 en el rendimiento académico, especialmente en matemáticas y ciencias, al implementar sistemas adaptativos en entornos universitarios.

Alfirević et al. (2024) investigan el uso de chatbots basados en Modelos de Lenguaje Grandes personalizados como Recursos Educativos Abiertos en educación superior. Encuentran una diferencia marcada en percepciones: los estudiantes consideran el chatbot útil y conveniente para estudiar, mientras que los académicos lo ven limitado en profundidad y calidad comparado con modelos genéricos. Aunque estos LLMs personalizados permiten crear OERs accesibles y funcionales, su aplicación académica requiere mejora continua en datos de entrenamiento y capacidades conversacionales para satisfacer a estudiantes y docentes. Los autores concluyen que la optimización debe ser iterativa y holística para reducir la brecha de calidad percibida entre ambos grupos.

De igual modo, además de elevar las calificaciones promedio, dichas herramientas aumentaron la motivación de los alumnos y fomentaron habilidades cognitivas superiores en mayor medida que la instrucción tradicional no adaptativa (Ginting et al., 2024).

Resultados similares se observan en aplicaciones prácticas específicas: Zheng et al. (2024) describen un sistema de recomendación de recursos educativos personalizado mediante IA, donde más del 92% de los estudiantes valoró necesaria la recomendación individualizada. Un 83% afirmó que su desempeño mejoró significativamente al emplear esta modalidad de estudio asistido; estos estudiantes no solo aprendieron con mayor profundidad en menos tiempo, sino que mostraron más interés por las materias gracias a la adaptación del contenido a su nivel (Zheng et al., 2024)

Por un lado, como lo señala Alvarado (2025) en un estudio en el cual es aplicado a estudiantes de básica primaria sobre la adaptación de contenidos educativos que potencian el desarrollo integral pero este estudio presentó diversas restricciones entre ellas su dependencia a la tecnología la cual demanda una infraestructura digital apropiada.

Liu, Li y Guo (2024) proponen un modelo híbrido de redes neuronales para optimizar el aprendizaje personalizado en entornos universitarios, superando limitaciones de los sistemas de recomendación tradicionales. El enfoque combina una red neuronal convolucional con autoatención (SA-CNN) para representar características de recursos educativos, junto con un modelo de atención métrica que mejora la alineación entre materiales y necesidades estudiantiles.

El sistema monitorea datos de comportamiento y preferencias, permitiendo recomendaciones en tiempo real. Los resultados muestran que la integración de procesamiento profundo y atención mejora significativamente la eficiencia educativa, optimizando la adaptación de recursos y promoviendo rutas personalizadas de aprendizaje.

Lukwaro, Kalegele y Nyambo (2024) revisan técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) para evaluar calidad educativa en educación superior. Diferencian entre modelos tradicionales (Bag of Words, TF-IDF, N-grams) y avanzados (CNN, LSTM, GRU, Word2vec), señalando que su combinación permite evaluación más completa. Identifican una brecha investigativa: aunque abundan trabajos sobre clasificación automática de preguntas de examen usando la Taxonomía de Bloom, hay poca exploración sobre análisis de sílabos y documentos curriculares, fundamentales para conectar educación con competencias industriales.

Los autores enfatizan la necesidad de mejorar modelos y reorientar la investigación hacia textos curriculares, enfrentando desafíos como ruido textual y variaciones lingüísticas.

Además, desde la perspectiva de Ginting et al., (2024), se requiere infraestructura tecnológica robusta y grandes volúmenes de datos de estudiantes para que los algoritmos ajusten en tiempo real los materiales y ejercicios.

Por otro lado, el profesorado necesita desarrollar nuevas competencias para interpretar las analíticas de aprendizaje y gestionar distintas trayectorias educativas en paralelo. Esto puede generar resistencia inicial a ceder parte del control al sistema automatizado (Ginting et al., 2024).

Lo anterior, fundamenta la idea de Zheng et al., (2024) sobre garantizar la calidad de las recomendaciones: algunos estudiantes han reportado dificultad para entender cierta información proporcionada por la plataforma o insatisfacción con funcionalidades de apoyo, lo que indica que la interfaz y la forma de presentar los datos deben refinarse para que todos los alumnos, no solo la mayoría, aprovechen plenamente el sistema.

Ante esto, las recomendaciones de los expertos convergen en integrar gradualmente estos sistemas adaptativos acompañados de apoyo docente. En donde se sugiere usarlos especialmente en cursos con amplia diversidad de niveles, combinándolos con enfoques que promuevan la autonomía del alumno para mantener su motivación intrínseca, e invertir en la capacitación del profesorado para utilizar estas herramientas y evaluar su impacto pedagógico (Ginting et al., 2024).

Incluso, se están explorando ecosistemas educativos más avanzados que combinen la IA con el Internet de las cosas (IOT) para personalizar en vivo la experiencia formativa un ejemplo de este tipo de ecosistema son el desarrollo de sensores IOT acoplados con algoritmos de Deep Learning que ajustan dinámicamente los recursos durante actividades prácticas, lo que ha mostrado aumentar la interactividad y satisfacción de los estudiantes, sin embargo, dichos enfoques requieren una infraestructura y colaboración interdisciplinaria aún mayores (Zhan, 2024).

Ewais et al. (2024) muestran que las simulaciones inmersivas con Realidad Virtual (RV) en cursos universitarios de ciencias complejas pueden igualar la efectividad del aprendizaje presencial y en línea, desafiando la superioridad tradicional del aula física. La RV supera limitaciones materiales en disciplinas como biología molecular forense (escasez de laboratorios, costos, riesgos biológicos) y desarrolla competencias técnicas y habilidades colaborativas. Los autores señalan que el éxito depende de la calidad visual, temática y realismo, que aumentan la motivación. La RV puede complementar o sustituir métodos tradicionales si se prioriza diseño pedagógico riguroso y alta fidelidad visual.

En definitiva, la personalización apoyada por IA ha demostrado mejorar el aprendizaje en la educación superior, siempre que vaya acompañada de los recursos, competencias y cuidados necesarios para su correcta ejecución, tal y como lo expone Padilla et, al. (2025) en el resultado de su estudio de diseño e implementación de sistemas inteligentes de aprendizaje personalizado basados en la IA para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en la educación superior exponiendo que existe una mejora en las calificaciones después de integrar el sistema de IA en las pruebas de grupo experimental.

De manera que, en cuanto al diseño curricular y la creación de contenidos mediante IAG, los estudios muestran oportunidades de innovación tanto a nivel macro (planificación de cursos) como micro (materiales didácticos específicos). Li et al. (2024) proponen mejorar el diseño curricular universitario con un sistema dual inteligente: un algoritmo de análisis textual llamado máquina de vectores de soporte conocido por sus siglas (SVM) el cual procesa automáticamente los comentarios cualitativos de los estudiantes sobre sus asignaturas, extrayendo patrones útiles para optimizar la planificación docente, y un sistema de recomendación basado en aprendizaje profundo que ajusta el material didáctico según el nivel y estilo de aprendizaje de cada alumno,

este caso destaca cómo la inteligencia de datos puede retroalimentar el diseño de asignaturas y contenidos para elevar su eficacia.

En estos casos, la utilidad de las sugerencias depende de la calidad de los comentarios estudiantiles si son poco sinceros, el análisis pierde valor, y los docentes deben poder interpretar fácilmente los resultados para confiar en ellos (Li et al., 2024).

La implementación de soluciones concretas en el ámbito del procesamiento del lenguaje natural plantea desafíos prácticos que son significativos, de los cuales se destaca la necesidad de procesar grandes cantidades de datos que no están estructurados como las opiniones abiertas, ya que esta tarea requiere el desarrollo y entrenamiento de los modelos que sean capaces de captar los matices inherentes al lenguaje natural.

5.3.2.1. Metodologías de ingeniería de prompts

En este contexto, la ingeniería de prompts se ha posicionado como un área de conocimiento fundamental para optimizar el desempeño de los Grandes Modelos de Lenguaje (LLM). Su objetivo es estructurar las entradas de manera que se incremente la coherencia, exactitud y correspondencia con las tareas específicas.

Debnath et al. (2025) identifican metodologías derivadas de esta práctica. Una de ellas es el Zero-shot Prompting, ampliamente reconocido en el procesamiento de grandes volúmenes de datos, que habilita a los modelos para ejecutar tareas sin necesidad de ejemplos previos. Otra es el Few-shot Prompting, que emplea un número reducido de ejemplos. Esto mejora tanto la precisión como la pertinencia de las respuestas generadas.

Más allá de las técnicas básicas como Zero-shot o Few-shot, existen otros enfoques de ingeniería de prompts que resultaron particularmente útiles durante el diseño del curso. Algunas de

estas metodologías son relativamente nuevas y todavía están en desarrollo, pero ofrecen posibilidades interesantes para contextos técnicos como la ingeniería industrial.

El One-Shot Prompting es probablemente la más sencilla de implementar. Consiste en darle a la IA un solo ejemplo bien construido de lo que se espera obtener. Si el ejemplo es bueno y representativo, el modelo puede replicar esa estructura en problemas similares (Prompting Guide AI, 2021). Esto funcionó especialmente bien para generar informes técnicos o matrices de tiempos con un formato estandarizado. El truco está en que ese único ejemplo sea realmente claro y completo, porque la IA va a tomarlo como referencia directa.

Otra técnica que llamó la atención es el Meta-Prompting. Aquí la idea es que la propia IA genere los prompts que necesita para resolver una tarea más compleja. Suena abstracto, pero en la práctica permite crear secuencias de actividades de forma más dinámica. Por ejemplo, se puede pedir a la herramienta que diseñe un banco de preguntas escalonadas para un tema específico, y ella misma va ajustando el nivel de dificultad. Unisabana (2025) menciona en sus guías que esto es útil para mantener control pedagógico sin tener que escribir manualmente cada variación de un ejercicio.

La metodología Self-Consistency busca reducir errores ejecutando el mismo problema varias veces y comparando las respuestas. Si tres de cuatro intentos dan el mismo resultado, hay mayor confianza en que es correcto. Kojima et al. (2022) trabajaron bastante este enfoque para casos analíticos, y tiene sentido aplicarlo en ingeniería industrial cuando se hacen cálculos financieros o se validan restricciones en programación lineal. No elimina completamente las alucinaciones, pero las reduce.

ReAct Prompting combina razonamiento con acción. El modelo no solo resuelve el problema, sino que verbaliza los pasos que está siguiendo, como si fuera un ingeniero pensando en voz alta mientras optimiza un proceso o diseña un experimento. MLQ.ai (2024) destaca su potencial para modelar razonamientos multi-etapa, como los que ocurren en la planeación de rutas logísticas o la resolución de problemas de mejora continua. Esto es útil para enseñar a los estudiantes a estructurar su pensamiento, aunque hay que reconocer que a veces el "razonamiento" que muestra la IA puede sonar artificial o demasiado ordenado comparado con cómo realmente piensan las personas.

El tema de Retrieval-Augmented Generation (RAG) es interesante porque permite que la IA acceda a bases de datos externas o documentos técnicos antes de responder. En teoría, esto debería mejorar la precisión porque la herramienta no solo trabaja con su conocimiento interno, sino que puede consultar fuentes específicas. Unisabana (2025) señala que el RAG es especialmente útil para docentes que buscan integrar fuentes científicas y experiencias reales en la formación profesional de ingenieros. Para un docente que quiere integrar literatura científica actualizada o normativas de la industria, esto puede ser bastante útil. El problema es que no siempre es fácil de implementar y requiere acceso a las fuentes correctas.

Finalmente, está el concepto de Multi-Agent Prompting, donde varios "agentes" de IA especializados trabajan juntos en un problema complejo: uno se encarga de los cálculos, otro de la simulación, otro del análisis estadístico. Unisabana (2025) menciona que la interacción colaborativa entre estos agentes permite construir soluciones más sofisticadas para problemas integrados en la ingeniería industrial. Es un enfoque ambicioso que podría funcionar para problemas multidisciplinarios, pero en la práctica todavía está en desarrollo y puede ser complicado de coordinar.

El punto central es que estas metodologías ofrecen mayor control sobre lo que genera la IA, permiten adaptar el contenido a necesidades específicas y ayudan a mejorar la calidad del material educativo. No todas son fáciles de usar y algunas requieren más experimentación que otras, pero amplían considerablemente las posibilidades de trabajo con estas herramientas.

Por lo anterior, se recomienda una integración progresiva de estas herramientas en la planificación académica, comenzando con proyectos piloto en algunas materias y ampliando su uso solo tras comprobar que mejoras se evidencian, así como una evaluación continua ciclo a ciclo que permita ajustar los algoritmos con nuevos datos (Li et al., 2024).

Ahora bien, además de la automatización curricular, la IAG también se está empleando de forma creativa y colaborativa en el desarrollo de materiales. Los diseñadores instruccionales (IDs), por ejemplo, juegan un papel crucial: según Kumar et al. (2024), estos profesionales están usando IA generativa para agilizar sus tareas como: generar borradores de contenidos educativos, bancos de preguntas y actividades interactivas. Al mismo tiempo, asesoran a los docentes en la incorporación de dichas herramientas en sus cursos, en donde estos actúan como mediadores que garantizan que la tecnología se integre de manera alineada con los objetivos pedagógicos y las políticas institucionales evitando usos apresurados o inapropiados del material.

Por consiguiente, este acompañamiento resulta valioso para que la IA aporte valor educativo real y no se quede en una moda: Los sistemas de detección de instrucciones (IDS) enfatizan la necesidad de revisar críticamente todo contenido generado por posibles sesgos o errores de codificación y de establecer guías claras para su uso ético (Kumar et al., 2024).

Por otra parte, los propios estudiantes han comenzado a utilizar la IAG en la creación de recursos académicos, lo que ofrece nuevas vías de desarrollo de competencias. Un estudio

comparativo de Kazanidis y Pellas (2024) examinó cómo alumnos de dos disciplinas distintas como la Educación Infantil y Ciencias de la Computación integraron herramientas generativas en proyectos de clase, en donde ambos grupos de clase obtuvieron beneficios y mostraron alta satisfacción al generar imágenes y videos para sus trabajos, aunque con matices: en donde los estudiantes en educación infantil consideraron la IA especialmente transformadora para crear material visual atractivo sin necesitar conocimientos avanzados de diseño, mientras que los estudiantes de informática la percibieron más como un complemento interesante a sus habilidades técnicas ya existentes.

De modo que, no se encontraron rechazos significativos en ninguno de los dos colectivos; más bien, el entusiasmo ligeramente mayor en el ámbito educativo sugiere que, en campos menos tecnológicos, la IAG se aprecia como una solución innovadora para cubrir carencias, mientras que en campos informáticos se asume como una herramienta más dentro de un repertorio técnico amplio.

En consecuencia, la integración óptima de IAG debiera de considerar el perfil del usuario: brindando más acompañamiento en facultades no tecnológicas para el aprovechamiento máximo de la IA, otra posible limitación observada fue que las diferencias individuales como la creatividad y la habilidad digital pueden hacer que algunos estudiantes exploten mejor la IA que otros, por lo que en futuras implementaciones convendría apoyar especialmente a quienes tengan más dificultades en el manejo de estas herramientas tecnológicas.

Lo mismo ocurre con otras investigaciones que también abordan las consideraciones éticas y la necesidad de un uso responsable de la IAG, donde muchas instituciones de educación superior mantienen una postura abierta pero cautelosa frente a estas tecnologías precisamente por los dilemas éticos y académicos que plantean.

En este sentido, Wang, Dang, Wu y Mac (2024a) realizaron un estudio exploratorio sobre las políticas, recursos y directrices de las cien principales universidades de Estados Unidos respecto al uso de ChatGPT y otras herramientas de IAG. Los autores identificaron que ninguna universidad impone una prohibición total, sino que delegan la decisión al profesorado (54,8%), permitiendo adaptar su uso a las características del curso. Las principales preocupaciones institucionales se relacionan con la integridad académica, la privacidad de los datos y las limitaciones de los modelos generativos, entre ellas la posibilidad de sesgos o “alucinaciones” al producir información.

Asimismo, se evidencia una tendencia creciente a desarrollar recursos y materiales de apoyo (blogs, plantillas de sílabos y guías éticas) dirigidos principalmente a docentes (67,4%), con el propósito de promover un uso pedagógico, transparente y responsable de la IAG. Estas iniciativas fomentan el pensamiento crítico y la evaluación multifacética, alentando a los estudiantes a analizar y revisar textos producidos por IA, más que a prohibir su uso. De acuerdo con los autores, las universidades tecnológicas y de ingeniería presentan directrices más completas y restrictivas, lo que resalta la necesidad de políticas diferenciadas por disciplina.

Por tanto, este estudio refuerza la idea de que el uso institucional de la IAG debe equilibrar la innovación con la ética y la formación docente, estableciendo lineamientos que orienten su implementación pedagógica (Wang et al., 2024a).

Wang, Wu, Chen y Li (2024b) estudiaron cómo funciona el aprendizaje combinado cuando se apoya en plataformas LMS. Aunque no hablan directamente de IA generativa, sus conclusiones son útiles: los entornos digitales bien diseñados mejoran el rendimiento académico y la relación entre profesores y estudiantes.

Lo interesante es que identifican dos factores clave para que esto funcione. Primero, los docentes necesitan dominar tanto la tecnología como la pedagogía. Segundo, las herramientas deben adaptarse a cada estudiante, no ser iguales para todos. Aquí es donde entra la IAG: puede personalizar contenidos, evaluar automáticamente y dar retroalimentación inmediata.

Su conclusión es clara: la IA no reemplaza al profesor, lo potencia. En ingeniería esto tiene mucho sentido. Los LMS con IA permiten que los estudiantes practiquen con casos reales, reciban feedback instantáneo y desarrollen habilidades técnicas a su propio ritmo.

Las preocupaciones éticas más citadas o más recurrentes incluyen la posibilidad de contenido incorrecto o engañoso generado por IA como los errores conocidos como *alucinaciones*, el riesgo de plagio y autoría difusa en trabajos académicos, la privacidad de los datos de estudiantes y la dependencia excesiva de la tecnología en detrimento del aprendizaje profundo (Wang et al., 2024; Marchena et al., 2024; Kumar et al., 2024).

Asimismo, profesores de distintos países han expresado inquietud por la integridad académica: temen que los estudiantes utilicen la IA para realizar tareas o exámenes de manera deshonesto, dificultando la evaluación real de sus aprendizajes (Romaniuk & Łukasiewicz, 2024).

Por esta razón, en áreas como la enseñanza de idiomas se ha detectado que un número alarmante de alumnos ya emplea estas herramientas para redactar o corregir textos sin autorización, mientras muchos docentes subestiman esa práctica, lo que erosiona la confianza en las evaluaciones escritas tradicionales (Alharbi et al., 2024).

Ante este panorama, los expertos abogan por establecer lineamientos y políticas claras que orienten el uso de la IAG en la educación superior en donde varias universidades han empezado a proporcionar recursos y lineamientos específicos: desde plantillas de sílabo donde indican cómo y

cuándo se permite usar IA en una asignatura, hasta talleres y documentos informativos sobre consideraciones éticas y estrategias para prevenir el mal uso de esta herramienta tecnológica (Wang et al., 2024).

Mientras que, se insiste en que docentes y estudiantes deben estar al tanto de las limitaciones y de este tipo de herramientas, fomentando una cultura de transparencia: algunos autores sugieren que, si un estudiante emplea ChatGPT u otra IAG en una tarea, se declare abiertamente y se enseñe a citar o reconocer esa ayuda de manera adecuada, para no ocultar su intervención (Kazanidis & Pellas, 2024; Marchena et al., 2024).

Aunque, se propone actualizar las formas de evaluar incorporando más instancias orales o ejercicios en clase donde sea más difícil delegar completamente en la IAG, y usando evaluaciones más auténticas que valoren el proceso además del producto final (Alharbi et al., 2024).

En particular, varias investigaciones como la de (Perezchica-Vega et al., 2024) enfatizan la importancia de herramientas que permitan la detección y prevención: desde mecanismos anti plagio especializados en identificar texto generado automáticamente hasta configuraciones de tareas que dificulten el plagio por IAG como la utilización de exámenes orales, trabajos altamente personalizados.

En términos de política institucional, Kumar et al. (2024) sugieren que las universidades desarrollen directrices explícitas sobre el uso aceptable de IAG en actividades académicas, acompañadas de apoyo a docentes en cuanto a tiempo y recursos para implementar dichas directrices en el aula.

Igualmente, autores como Alharbi et al. (2024) recomiendan programas de desarrollo profesional enfocados en IAG para el profesorado, de modo que adquieran familiaridad con las

herramientas que sus estudiantes ya están utilizando; esto incluye formarlos en el uso de detectores de contenido de IAG y en la creación de actividades resilientes a trampas tecnológicas.

Paralelamente, se propone integrar la alfabetización en IAG en el currículo estudiantil, enseñando desde temprano cómo funcionan estas herramientas, cómo usarlas de forma ética y además cómo evaluar críticamente sus respuestas, creando espacios de diálogo abierto entre alumnos y profesores acerca del papel de la IAG como una estrategia recomendada para así alinear expectativas y pactar un uso responsable (Alharbi et al., 2024; Delcker et al., 2024).

Es importante destacar, que la clave para una adopción exitosa de la IAG es enfocarse en cómo se complementa con la enseñanza tradicional, nunca como un sustituto absoluto, señalando que la IAG puede enriquecer la educación superior, brindando tutorías personalizadas fuera del horario de clase o generando materiales adaptados que aporten beneficios tangibles como lo es la accesibilidad, la personalización y la eficiencia, pero solo si se incorpora de manera objetiva, clara y pedagógica (Marchena et al., 2024).

5.3.3. Contribuciones de la IAG a los desafíos pedagógicos en Ingeniería Industrial

La incorporación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en el ámbito universitario ha abierto nuevas posibilidades para la enseñanza en la ingeniería industrial. Si bien la literatura especializada apenas comienza a consolidarse en este campo, es importante examinar cómo estas tecnologías pueden contribuir a la formación de ingenieros industriales.

Una de las aplicaciones más prometedoras de la IAG se encuentra en el diseño de entornos virtuales para la experimentación con sistemas productivos. Jiménez (2023) sostiene que los modelos adaptativos generados mediante estas tecnologías permiten a los estudiantes manipular variables de proceso y observar sus efectos de manera inmediata, lo cual favorece un aprendizaje

más activo que el tradicional modelo expositivo. En este sentido, Silgado-Tuñón y López-Flores (2025) documentan experiencias donde plataformas basadas en agentes inteligentes han dado la posibilidad de evaluar configuraciones logísticas complejas antes de su implementación real, reduciendo así la brecha entre teoría y práctica.

Sin embargo, es importante señalar que la efectividad de estas simulaciones depende en gran medida de la calidad de los datos con que se entrenan los modelos generativos, aspecto que no siempre recibe la atención necesaria en los contextos académicos.

La aplicación de técnicas de ingeniería de prompts es un área de interés. Peñalver-Higuera (2025) demuestra que, mediante instrucciones diseñadas de forma correcta, los sistemas de IAG pueden generar alternativas de solución para problemas de asignación de recursos con múltiples restricciones. Esta capacidad resulta especialmente valiosa en la formación de ingenieros industriales, los cuales frecuentemente deben tomar decisiones en escenarios donde convergen criterios técnicos, económicos y operativos que pueden ser contradictorios.

La experimentación con estas herramientas en ambientes controlados permite desarrollar en los estudiantes una comprensión más matizada de la complejidad inherente a las decisiones industriales, aunque persiste el riesgo de que se genere una dependencia excesiva de las soluciones automatizadas perdiendo paralelamente el juicio crítico.

El uso de IAG para la construcción de modelos matemáticos aplicados constituye otro campo de exploración relevante. Tanto Jiménez (2023) como Tumbaico (2025) coinciden en que la automatización parcial en la generación de ecuaciones y la validación de supuestos puede facilitar el trabajo con sistemas mal estructurados, los cuales son característicos de los entornos

industriales reales. Este enfoque contrasta con la enseñanza tradicional de métodos matemáticos, frecuentemente centrada en problemas idealizados con soluciones únicas.

No obstante, conviene preguntarse hasta qué punto esta automatización podría erosionar las competencias matemáticas fundamentales si no se implementa con criterios pedagógicos claros. La facilidad para generar modelos no debe sustituir la comprensión profunda de los principios matemáticos subyacentes.

Bae et al. (2024) analizan la paradoja en la adopción de IAG por parte de docentes en formación. Encuentran que, aunque la capacitación en línea aumenta el conocimiento y reduce la ansiedad hacia la IA, persiste una marcada incertidumbre ética y pedagógica. Solo una minoría de futuros docentes confirma intención de usar estas tecnologías en su práctica, citando preocupaciones sobre plagio, pérdida de pensamiento crítico y creatividad, y posibles sesgos en las respuestas. Los autores argumentan que formar docentes en IAG debe ir más allá de la competencia técnica e integrar estrategias pedagógicas y éticas para mitigar riesgos y abordar la incertidumbre persistente.

En el ámbito de la logística y la gestión de cadenas de suministro, diversos autores identifican aplicaciones concretas de la IAG. Silgado-Tuñón y López-Flores (2025) reportan casos donde estas tecnologías han permitido modelar redes de distribución complejas y simular respuestas ante eventos disruptivos, mientras que Fontanillas (2025) destaca su utilidad en la optimización de inventarios y en rutas de transporte.

La capacidad de analizar múltiples escenarios de manera relativamente ágil representa una ventaja significativa frente a los métodos analíticos que ya se conocen, particularmente cuando se

trabaja con sistemas caracterizados que tienen alta variabilidad e incertidumbre. Sin embargo, la validación de estos modelos con datos reales continúa siendo un desafío metodológico importante.

Finalmente, la IAG ofrece posibilidades interesantes para la evaluación diagnóstica en contextos de operaciones industriales. Tumbaico (2025) argumenta que estos sistemas pueden identificar áreas críticas de mejora y sugerir intervenciones específicas, que se basan en patrones detectados en datos operacionales. Esta funcionalidad se alinea con los principios de la mejora continua, centrales en la filosofía de la ingeniería industrial.

Más allá de las aplicaciones específicas mencionadas, resulta fundamental reflexionar sobre el papel que debe desempeñar la IAG en la formación de ingenieros industriales. Fontanillas (2025) advierte que el valor de estas tecnologías no está únicamente en su capacidad para automatizar tareas o generar contenidos, sino en su potencial para estimular el pensamiento crítico y la creatividad cuando se utilizan como herramientas de apoyo al aprendizaje activo.

Tumbaico (2025) complementa esta visión al señalar que la interacción con sistemas de IAG puede desarrollar competencias metacognitivas que son importantes, siempre que los estudiantes sean formados para cuestionar las salidas generadas y no simplemente aceptarlas como soluciones definitivas. En este sentido, la IAG podría funcionar más efectivamente como un "interlocutor" que desafía el razonamiento del estudiante que como un "oráculo" que proporciona respuestas cerradas.

Peñalver-Higuera (2025) insiste en que el verdadero potencial transformador de la IAG se podrá materializar cuando se logre integrar estas herramientas dentro de metodologías pedagógicas que promuevan la agencia del estudiante, el aprendizaje colaborativo y también la transferencia de conocimientos a contextos profesionales auténticos.

La revisión de la literatura reciente sugiere que la IAG representa un recurso valioso para enfrentar diversos desafíos pedagógicos en la enseñanza de la ingeniería industrial, particularmente en áreas como la simulación de procesos, la optimización de decisiones complejas y el modelado de sistemas logísticos. No obstante, su implementación efectiva requiere superar obstáculos importantes relacionados con la calidad de los datos, la validación de modelos y, sobre todo, el diseño de estrategias pedagógicas que eviten la dependencia pasiva de estas tecnologías.

El desafío fundamental consiste en formar ingenieros industriales capaces de utilizar críticamente las herramientas de IAG, reconociendo tanto sus potencialidades como sus limitaciones, y desarrollando simultáneamente las competencias analíticas, creativas y éticas necesarias para liderar procesos de transformación en entornos industriales, los cuales son cada vez más complejos e inciertos.

5.3.4. Riesgos técnicos y validación experta en la generación de contenido por IAG en Ingeniería Industrial

Si bien la IAG ha demostrado grandes avances en la automatización y personalización de recursos que son útiles para la enseñanza en la ingeniería industrial, su aplicación en entornos técnicos presenta riesgos emergentes que deben ser considerados con cuidado. Uno de los principales retos corresponde a las denominadas “alucinaciones” generadas por los modelos de IA, es decir, la producción de errores o contenido engañoso que aparenta ser correcto, pero carece de fundamento riguroso o incluso puede llegar a ser incorrecto en su totalidad (Fontanillas, 2025; Peñalver-Higuera, 2025).

En Ingeniería Industrial, este fenómeno adquiere relevancia donde la exactitud de una fórmula matemática, un parámetro en un modelo, o un dato en el análisis de casos financieros (por

ejemplo, el cálculo de la tasa interna de retorno – TIR) puede ser determinante para la validez de todo el caso de estudio. Al respecto, Silgado-Tuñón y López-Flores (2025) enfatizan que incluso un error menor, derivado de una alucinación en la generación de restricciones para programación lineal, puede comprometer tanto el aprendizaje del estudiante como la fiabilidad de las conclusiones extraídas a partir del recurso educativo.

La literatura reciente recomienda que toda producción de contenido técnico generado por IAG sea sometida a procesos de validación experta, idealmente por profesionales con experiencia real en la asignatura y familiaridad con el análisis requerido en ingeniería industrial. Este proceso además de proteger la calidad y precisión algorítmica enseña a los futuros ingenieros la importancia de la evaluación crítica, el rigor metodológico y la colaboración interdisciplinaria en ambientes industriales de alta complejidad (Jiménez, 2023; Silgado-Tuñón & López-Flores, 2025).

Özmat y Akkoyunlu (2024) analizan la tensión en la adopción de IAG en estudios de Traducción e Interpretación. Los estudiantes la perciben como amenaza laboral y señalan falta de contexto humano en traducciones automáticas. Los docentes valoran beneficios de tiempo, pero advierten riesgos éticos como uso indebido en evaluaciones. Ambos grupos coinciden en redefinir el currículo integrando formación colaborativa IA-humano, pero identifican como obstáculos la escasez de ajustes en evaluación y lenta adaptación institucional. Los autores concluyen que la transición es indispensable, aunque limitada por ansiedad estudiantil y falta de estrategias institucionales.

La discusión de fondo sugiere que la integración efectiva de la IAG en la enseñanza requiere no sólo el diseño eficiente de prompts y tareas, sino también la construcción de protocolos de revisión y validación constantes, que permitan mitigar el riesgo de alucinaciones y fortalecer la formación del pensamiento ingenieril de alto nivel.

5.3.5. Síntesis del análisis temático

En conclusión, la IAG debe utilizarse para potenciar las capacidades que ya poseen los docentes y el aprendizaje de los estudiantes, manteniendo siempre el juicio crítico que aportan los humanos. Es Así como, con evaluación continua de sus efectos y ajustes sobre la marcha, la integración de la IAG podrá pasar de la promesa teórica a mejoras educativas reales y sostenidas en la educación superior.

6. Marco de referencia

6.1. Marco teórico

Para el desarrollo de esta investigación, se integraron varios modelos y teorías que sirven como base fundamental para entender cómo diseñar material didáctico con Inteligencia Artificial Generativa (IAG). Este marco se apoya en cuatro pilares: 1) los modelos de diseño instruccional, que guían la forma de estructurar el material; 2) las teorías de aprendizaje, que explican cómo se aprende; 3) los modelos de adopción tecnológica, que ayudan a entender cómo los profesores integran nuevas herramientas; y 4) los fundamentos técnicos de la IAG, que permiten conocer su funcionamiento.

7.1.1. Modelos de Diseño Instruccional para Integrar la IAG

Crear material educativo de calidad necesita un proceso organizado. Para esto, modelos como ADDIE (Molenda, 2003) son muy útiles porque divide el trabajo en cinco fases (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). Este modelo es ideal para usar con IAG: en la fase de *Análisis* se definen lo que los estudiantes necesitan; en el *Diseño* se planifica cómo pedirle a la IAG (ingeniería de prompts) que genere el contenido correcto; en el *Desarrollo* se crea el

material; en la *Implementación* se usa en clase; y en la *Evaluación* se ve si funcionó, para mejorar en el siguiente ciclo.

Otro modelo clave es SAMR (Puentedura, 2006), que ayuda a ver hasta qué punto la tecnología cambia la educación. La IAG no sirve solo para reemplazar cosas viejas (como escribir en computador en vez de a mano). Su verdadero poder está en modificar las tareas de aprendizaje (por ejemplo, generar casos de estudio únicos para cada estudiante) y hasta redefinirlas, creando actividades completamente nuevas (como hacer entrevistas a personajes históricos a través de un chatbot). Este proyecto se enfoca en modificar la práctica educativa.

Además, el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006) es central para capacitar a los docentes. TPACK significa que un buen profesor combina tres conocimientos: el de su materia (Ingeniería Industrial), el de pedagogía (cómo enseñar) y el de tecnología (cómo usar la IAG). Un profesor con TPACK no le pide a la IAG cualquier cosa; le diseña prompts precisos como: " Genera un problema de optimización de producción (empresa manufacturera) para estudiantes de 4.º semestre que conocen álgebra lineal; incluye variables de decisión, restricciones, función objetivo y solución paso a paso por programación lineal con explicaciones claras". Este modelo es la base para el curso de formación que se plantea en el objetivo 4.

7.1.2. Teorías sobre Cómo Aprenden las Personas

La IAG permite aplicar teorías de aprendizaje de una manera nueva y poderosa. La Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968) dice que se aprende mejor cuando se conectan ideas nuevas con el conocimiento ya existente. La IAG puede generar materiales que hagan explícitas estas conexiones con ejemplos y analogías fáciles de entender, lo que hace el aprendizaje más profundo y duradero.

La Teoría Sociocultural de Vygotsky (1978) introduce la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), está es la diferencia entre lo que un estudiante puede realizar por sí solo y lo que puede lograr con ayuda. La IAG actúa como un tutor que proporciona esa ayuda, justo en el momento necesario, dando pistas y explicaciones adaptadas al nivel del estudiante hasta que pueda resolver los problemas por sí mismo.

Esto fomenta el Aprendizaje Autodirigido (Knowles, 1975), donde el estudiante toma el control de su aprendizaje. Con la IAG, puede pedir recursos a su medida: "explica este tema de otra manera" o "dame más ejercicios de estadística". El rol del profesor es guiarlo para que use estas herramientas de forma crítica y efectiva.

7.1.3. Cómo se Adoptan las Nuevas Tecnologías

Tener una tecnología innovadora no significa que los profesores la vayan a usar. La Teoría de la Difusión de Innovaciones (Rogers, 2003) explica que en cualquier grupo hay personas más abiertas a innovar (innovadores) y otras más cautelosas (mayoría tardía). Entender esto es clave para diseñar una capacitación que convenza a todos los tipos de docentes.

A nivel personal, el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) (Davis, 1989) dice que un profesor usará la IAG solo si cree que es útil para su trabajo (Utilidad Percibida) y si le parece fácil de usar (Facilidad de Uso Percibida). Por eso, la selección de herramientas y el curso de formación deben demostrar claramente estos dos beneficios.

7.1.4. Cómo Funciona la IAG por Dentro

Para usar bien estas herramientas, es importante entender sus bases. El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) (Jurafsky & Martin, 2023) es el campo de la IAG que le permite a las

máquinas entender y generar lenguaje humano. Es lo que hace posible que se pueda "hablar" a ChatGPT a través de prompts y que este "responda".

Muchas IAG modernas usan Aprendizaje Supervisado, una técnica descrita por Mitchell (1997), donde los sistemas aprenden patrones a partir de ejemplos etiquetados. Esto explica por qué a veces se inventan cosas ("alucinan") o repiten sesgos de sus datos de entrenamiento. Por esta razón, es absolutamente necesario que el profesor, como experto, revise y valide todo el material generado, un paso crucial en la metodología de este proyecto.

En conclusión, estas teorías y modelos no funcionan por separado. Todas se combinan: los fundamentos técnicos (PLN) permiten usar la herramienta; los modelos de diseño (ADDIE, SAMR, TPACK) guían su aplicación en clase; las teorías de aprendizaje (Ausubel, Vygotsky) aseguran que el material sea pedagógico; y los modelos de adopción (TAM, Rogers) ayudan a que los docentes la usen con confianza. Juntas, forman la base sólida de esta investigación.

7.1.5. Consideraciones Éticas para el Uso Responsable de la IAG

El uso de la Inteligencia Artificial Generativa en educación no está exento de riesgos. Por esto, su implementación debe guiarse por marcos éticos robustos que aseguren un impacto positivo y prevengan posibles daños. Para esta investigación, se adoptan dos marcos complementarios fundamentales.

En primer lugar, los Principios Éticos para la IAG mencionados por Floridi (2023) ofrecen una base sólida estructurada en cinco pilares esenciales para el uso responsable de la tecnología:

Beneficencia: La IAG debe emplearse para fomentar el bienestar y mejorar las experiencias de aprendizaje en los estudiantes.

No maleficencia: No se debe hacer daño. Esto significa prevenir la generación de contenido predispuesto, es decir, sesgado, erróneo ("alucinaciones") o que pueda reforzar prejuicios.

Autonomía: El uso de la IAG debe potenciar y no suprimir la agencia humana. Los docentes y estudiantes deben conservar el control dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, usando la IAG como una asistente y no como un sustituto.

Justicia: Los beneficios y riesgos de la IAG deben tener una distribución equitativa. El material generado debe ser accesible para todos los estudiantes, sin importar su contexto, y los algoritmos deben ser evaluados para detectar sesgos injustos.

Aplicabilidad: Debe ser posible conocer y explicar cómo la IAG llegó a un resultado determinado. Esta es una consideración fundamental para que los docentes puedan confiar y validar crítica y pedagógicamente el material generado.

Adicionalmente, la Recomendación sobre la Ética de la IAG de la UNESCO (2021) establece principios globales que refuerzan y expanden estos preceptos. Este contexto destaca la importancia de:

Protección de Datos y Privacidad: Es necesario asegurar que los datos personales de estudiantes y docentes ingresados en las plataformas de IAG estén protegidos y no sean usados para otros fines.

Inclusión y Equidad: La IAG debe ser empleada para disminuir, y no incrementar, las brechas educativas y digitales ya existentes.

Sostenibilidad: El desarrollo y uso de la tecnología debe ser responsable ambientalmente.

Respeto a los Derechos Humanos: Todas las aplicaciones de IAG deben promover y también proteger la dignidad humana, así como los derechos fundamentales.

Integración en la Investigación: Estos principios no son solo teóricos; son guías de acción práctica para este proyecto. Se aplican directamente en:

La fase de validación del material (Objetivo 3), donde el docente verifica la ausencia de sesgos y errores (No maleficencia, Justicia).

El diseño del curso para educadores (Objetivo 4), donde se enseña a usar la IAG de manera que se mantenga su criterio experto (Autonomía) y se proteja la privacidad de los datos.

La selección de herramientas (Objetivo 2), priorizando aquellas que sean más transparentes en su funcionamiento (Aplicabilidad) y accesibles (Justicia, Inclusión).

Al adoptar estos marcos, esta investigación se compromete con una integración de la IAG que no solo es innovadora, sino también ética, responsable y alineada con los valores educativos y los derechos humanos.

6.2. Marco legal

Se detallan las principales leyes del marco normativo el cual hace que se regule la presente investigación dentro del territorio colombiano.

- *Constitución política de Colombia:*

Esta se encuentra promulgada en 1991, la cual constituye la norma de mayor jerarquía en ordenamiento jurídico del país en donde establece los principios fundamentales sobre los cuales el Estado se organiza, consagrando a Colombia como un Estado social de derecho, democrático, participativo y además pluralista, asimismo define la estructura del poder público jerarquizándolo

entre las ramas Ejecutiva, Legislativa y Judicial, ya que este garantiza el equilibrio institucional promoviendo la justicia social, la participación de la ciudadanía y la protección del medio ambiente, siendo estos elementos clave para el desarrollo sostenible del país.

- *Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1969)*

En el territorio colombiano entro en vigor el 29 de octubre de 1969, establece obligaciones para los Estados en la garantía de derechos como el trabajo digno, la salud, educación, y la cultura donde este tratado internacional reconoce que el desarrollo integral del ser humano requiere condiciones sociales y económicas adecuadas. Visto desde el contexto de la inteligencia artificial, su relevancia radica en asegurar que las nuevas tecnologías no vulneren estos derechos descritos anteriormente, donde se debe implementar políticas que promuevan el acceso equitativo a los beneficios del desarrollo tecnológico.

- *Convención Americana sobre Derechos Humanos (1973)*

Se conoce como Pacto de San José, fue adoptada en 1969 y entró en vigor en 1978, donde se establecen derechos civiles y políticos que son fundamentales, como lo es la libertad de expresión, el derecho a la vida, la igualdad ante la ley y la protección judicial. Visto desde el contexto de la inteligencia artificial la Convención cobra relevancia al exigir que los avances tecnológicos respeten estos principios donde se deben garantizar la no discriminación, la privacidad y la protección de datos personales promoviendo que las tecnologías sean utilizadas para fortalecer los derechos humanos y no para restringirlos.

- *Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas (1886)*

Con su última revisión en París-Francia 1971, establece normas internacionales sobre los derechos de autor, garantizando la protección de las creaciones intelectuales. Este tratado reconoce

que los autores tienen derechos morales y patrimoniales sobre sus obras, sin necesidad de registro formal este convenio protege únicamente la autoría humana, lo cual plantea desafíos jurídicos cuando se trata de creaciones automatizadas. Por ello, es fundamental analizar cómo se interpretan estos derechos en entornos donde la IAG participa en procesos creativos.

- *Tratados de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2000)*

Los Tratados de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) del año 2000 representan un avance significativo en la protección de los derechos de autor y conexos a nivel internacional, se destacan el Tratado de la OMPI sobre Derecho de Autor (WCT) y el Tratado de la OMPI sobre Interpretación o Ejecución y Fonogramas (WPPT), para esto ambos tratados reconocen el derecho exclusivo de los autores y artistas a controlar la distribución y comunicación de sus obras en entornos digitales. Dicho dentro del contexto de la inteligencia artificial, estos tratados se vuelven relevantes para delimitar la autoría y el uso de contenidos generados por medios tecnológicos donde su aplicación en entornos educativos exige un análisis cuidadoso del uso legítimo y la gestión de licencias.

- *La Ley 33 de 1987*

Esta ley ordena la aprobación en el territorio colombiano del "Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas", estableciendo principios que son fundamentales en el derecho de autor, aplicado al contexto de la inteligencia artificial, esta ley es relevante ya que reconoce la protección automática de las obras sin necesidad de que se registren, lo cual es determinante para las creaciones generadas por IA, también establece derechos morales y derechos de propiedad para los autores, lo que plantea interrogantes en cuanto a la titulación de obras creadas por sistemas de IA.

- *La Ley 1915 de 2018*

Esta norma reforma el régimen del derecho de autor en Colombia, y lo armoniza a los estándares internacionales y a las necesidades del entorno digital, estableciendo límites y excepciones al derecho de autor, entre los que se encuentran fines educativos y de investigación. Dado que, en el contexto de la inteligencia artificial, esta ley autoriza el uso de obras protegidas bajo determinadas condiciones, como el análisis de texto y minería de datos, potenciando la protección de los derechos morales y patrimoniales de los autores frente al uso automatizado de sus obras.

- *La Ley 30 de 1992*

Esta ley establece el marco general para la organización del servicio público de la educación superior en Colombia, la cual reconoce la autonomía universitaria, la libertad de cátedra y la responsabilidad social de las instituciones educativas, ya que al relacionarlo con la inteligencia artificial, permite explorar nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje apoyadas en tecnologías emergentes en contextos académicos donde se alineen con factores como principios de calidad, equidad, los cuales ayuden a fomentar la investigación y la innovación como pilares del desarrollo universitario.

- *La Ley 115 de 1994*

También llamada La Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) regula la estructura y funcionamiento del sistema educativo en Colombia, estableciendo los principios fundamentales de formación integral, equidad y calidad promoviendo el uso de tecnologías como herramienta para fortalecer procesos de enseñanza y también de aprendizaje. En el contexto de la inteligencia

artificial la implementación debe responder a los fines educativos definidos por esta norma, la cual garanticen el desarrollo de competencias y el respeto por los valores humanos.

- *La Ley 1978 de 2019*

Esta ley sienta las bases para una transformación digital inclusiva y sostenible en el país en donde moderniza el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia, promoviendo la inversión y facilitando el despliegue de infraestructura digital, estableciendo un regulador único para el sector, simplificando el marco institucional y regulatorio. Visto desde el contexto de la inteligencia artificial busca minimizar la brecha digital permitiendo un acceso más equitativo a tecnologías emergentes donde fortalezca la televisión y la radio públicas que promuevan contenidos multiplataforma de interés público.

- *La Ley 1581 de 2012.*

Establece un marco legal para protección de datos personales, reconociendo que los colombianos tienen el derecho a conocer, actualizar y rectificar la información que se haya recogido sobre ellos en bases de datos o archivos, desde el contexto tecnológico con el uso de las TIC, esta ley cobra relevancia debido a que los sistemas de IAG requieren grandes volúmenes de datos para su funcionamiento, por ello es fundamental que el tratamiento de datos personales en estos sistemas se realice conforme a los principios de legalidad, finalidad, libertad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida, seguridad y confidencialidad. Además, que sea regida por la Superintendencia de Industria y Comercio, la cual emita directrices específicas para el uso de IA.

- *El Decreto 1075 de 2015*

Conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación en Colombia, el cual compila y organiza las normas relacionadas con la educación formal, no formal e informal. De

igual forma, este decreto promueve el uso pedagógico de medios de comunicación y las TIC en los procesos educativos. De acuerdo con el contexto tecnológico, establece la importancia de integrar herramientas tecnológicas para mejorar la calidad y cobertura educativa donde resalta la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de estas tecnologías emergentes como la IA.

- *Decreto 1330 de 2019*

Con este decreto se reforma el sistema de aseguramiento de calidad en la educación superior colombiana, el cual promueve una visión amplia y flexible de la calidad educativa, en ella se reconocen diferentes modalidades de formación, entre ellas la virtual y dual, que permita la incorporación de tecnologías como la inteligencia artificial en los programas académicos, donde focaliza la evaluación en los resultados de aprendizaje y estimula a las instituciones a innovar en sus métodos pedagógicos, integrando herramientas de IAG para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje, así mismo fomenta la autoevaluación y autorregulación institucional, permitiendo una adaptación más ágil a los avances tecnológicos.

- *Decreto 1377 de 2013*

El decreto que reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012 colombiana, establece directrices para el tratamiento de datos personales, especialmente para la autorización de los titulares y la implementación de políticas de privacidad, en cuanto a la implementación de sistemas de IAG la normativa enfatiza en la necesidad de obtener el consentimiento informado de los titulares antes de recolectar y utilizar sus datos, siendo esto un punto importante para así garantizar la transparencia y la protección de la privacidad. Además, establece la responsabilidad de los encargados del tratamiento de datos, que están en la obligación de implementar medidas de seguridad adecuadas para así proteger la información.

- *La Resolución 2774 de 2003*

Emitida por el Ministerio de Educación Nacional, establece características específicas de calidad para los programas de pregrado en Economía; Aunque no menciona de forma directa la inteligencia artificial, esta resolución resalta la importancia de una formación sólida, tanto en herramientas cuantitativas y cualitativas, así como en métodos de análisis y argumentación basados en modelos, ya que este tipo de competencias son importantes para comprender y aplicar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial en el análisis económico, así proporciona un marco normativo que puede adaptarse para incorporar la inteligencia artificial en la educación de economistas, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos que vienen con la transformación digital en el ámbito económico.

- *La Resolución 3355 de 2008*

Emitida por el Ministerio de Educación Nacional, establece las características específicas de calidad para los programas de pregrado en Ingeniería enfocándose en la importancia de una formación sólida en fundamentos matemáticos, científicos y también tecnológicos, que son primordiales para el desarrollo y aplicación de las TIC en el ámbito de la ingeniería, de igual forma promueve la integración de competencias clave, la investigación, innovación y uso de nuevas tecnologías, propiciando un marco normativo que puede adaptarse para incorporar contenidos que se relacionan con la inteligencia artificial, preparando a los futuros profesionales en programas de ingeniería para enfrentar los desafíos de la transformación digital.

- *La Ordenanza 049 de 2019*

Esta fue emitida por la Asamblea Departamental de Santander, la cual establece la Política Pública de Educación Superior en el departamento la cual busca fortalecer la calidad, cobertura y

pertinencia de la educación superior, promoviendo la articulación entre instituciones educativas, el sector productivo y la sociedad, donde reconoce la importancia de incorporar tecnologías emergentes en los procesos formativos y de investigación ya que estos fomentan la innovación y el uso de herramientas digitales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

6.3. Marco conceptual

- *Inteligencia Artificial Generativa (IAG)*

Es una subdisciplina de la inteligencia artificial que se centra en la creación de contenido nuevo y original a partir de modelos entrenados en grandes volúmenes de datos los cuales a diferencia de las técnicas tradicionales de IAG este tipo de IAG se enfoca en la clasificación o predicción teniendo como objetivo generar textos, imágenes, videos o música que no existían previamente (Perezchica-Vega et al., 2024).

- *Machine Learning y su Distinción con la IAG*

Es un campo más amplio dentro de la IA, que está orientado a que las máquinas aprendan patrones a partir de datos para realizar tareas como clasificación o regresión como la ejemplificación de predecir si un correo es spam o no; a diferencia de debido a que en lugar de solo identificar patrones este tipo de IAG crea nuevas muestras como la ejemplificación de redactar un correo desde cero (Marchena Sekli et al., 2024).

- *Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)*

Es una rama de la IAG la cual se enfoca en la interacción entre las máquinas y el lenguaje humano ya que este permite que los sistemas comprendan, interpreten y generen lenguaje natural por medio de la aplicación de técnicas de PLN para la creación automática de textos coherentes y

contextuales, facilitando la generación de contenido como resúmenes, cuestionarios o explicaciones.

- *Material Didáctico y Recursos Educativos Digitales*

El material didáctico está comprendido entre todos aquellos recursos que son diseñados para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro del contexto digital, estos recursos se ajustan a las necesidades de los distintos tipos de estudiantes en donde se incluyen contenidos de tipo multimedia interactivos o simulaciones adaptativas que son generados mediante el uso de herramientas como la IAG (Perezchica-Vega et al., 2024).

- *Diseño Instruccional y Modelos Relevantes*

El diseño instruccional es un proceso sistemático en el cual se planifica, desarrolla y evalúa experiencias de aprendizaje efectivas (Kumar et al., 2024). En donde existen diversos modelos que apoyan este proceso como lo son: el ADDIE, (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación): estructura clásica que permite la creación ordenada de programas educativos. El TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge): que es un modelo que integra el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido para el uso efectivo de tecnología en educación. El SAMR (Sustitución, Augmentation, Modification, Redefinition): que es un modelo que describe los niveles de integración tecnológica en el aula, desde la sustitución hasta la redefinición de las prácticas educativas. Y, por último, la IAG puede integrarse en cada uno de estos modelos para mejorar la generación de materiales y la planificación educativa.

- *Educación Superior y su Contexto en Ingeniería Industrial*

En el desarrollo educativo y su relación con el aprendizaje y desarrollo de la carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha requerido de diversos recursos los cuales facilitan la

enseñanza de disciplinas complejas como estadística, logística, optimización y manufactura. En donde al desarrollar la integración de IAG se le permite adaptar contenidos técnicos a distintos niveles de comprensión donde esto ayuda a mejorar la interacción en plataformas de aprendizaje y automatizar los procesos de la creación de ejercicios prácticos (Ginting, 2024).

- *Personalización del Aprendizaje mediante IAG*

Esta busca ajustar el contenido y formato de la enseñanza a las características de aprendizaje de cada estudiante, el uso adecuado de la IAG, mediante algoritmos adaptativos ofrece recomendaciones personalizadas de recursos que generan un contenido específico según el nivel de conocimiento incluso su estilo de aprendizaje del estudiante (Chen et al., 2024).

6.4. Marco de antecedentes

En los últimos años, la expansión de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ha impactado significativamente múltiples sectores, incluyendo la educación y la industria esta evolución tecnológica ha dado lugar a nuevas metodologías para la creación de contenidos, el diseño de procesos y el desarrollo de estrategias pedagógicas que se implementan. En este contexto, el presente documento de grado se centra en como diseñar material didáctico para cursos de Ingeniería Industrial a través de la IAG, cuyo propósito es reconocer su potencial educativo y sus desafíos éticos-tecnológicos. A continuación, se revisan los estudios pertinentes que permiten tener un entendimiento global sobre el tema en consideración:

- *Aplicaciones de la IAG en la Educación*

En el proceso de creación de aplicaciones interactivas de IAG para el ámbito educativo, Vargas (2024) elaboró una estrategia didáctica con IAG para favorecer la comprensión lectora en

estudiantes de una escuela rural en donde la metodología empleada fue de tipo cualitativa basándose en el modelo instruccional ADDIE, donde integro herramientas digitales adaptadas a las limitaciones tecnológicas del contexto, en este estudio se reportó un incremento significativo en los niveles inferencial y crítico de comprensión, demostrando que la IAG puede fortalecer habilidades cognitivas en entornos educativos con menos recursos (Vargas, 2024).

Por otro lado, Chio Cho (2024) aplicó pruebas de evaluación generados por IAG (ChatGPT, Copilot, Gemini) en cursos de Ingeniería Mecatrónica y Biomédica, a través de un enfoque mixto y proyectivo, de las cuales desarrollo en diez fases las cuales permitieron explorar desde la definición del problema hasta la valoración de los resultados. Los hallazgos mostraron un rendimiento positivo, pero también evidenciaron dificultades.

- *Desarrollo Tecnológico y Aplicaciones Interactivas con IAG*

En cuanto al desarrollo tecnológico, Rueda Quintero (2024) diseñó un aplicativo web interactivo para facilitar la interacción entre usuarios y modelos de IAG, específicamente mediante Hugging Face. Donde esta investigación adoptó un enfoque cualitativo y de tipo descriptiva, implementando una metodología Scrum para el desarrollo iterativo del sistema esto permitió la generación de texto e imágenes las cuales fueron evaluadas mediante pruebas de usuario, que confirmaron eficiencia, destacando la accesibilidad para personas sin experiencias en tecnología.

- *Aplicaciones de la IAG en Ingeniería Industrial*

Ampliando el enfoque hacia tecnología y las aplicaciones de la IAG en la ingeniería, Torres Martínez (2024) propuso una metodología basada en inteligencia artificial para optimizar la gestión del mantenimiento industrial, este estudio utilizó técnicas de machine learning y sistemas expertos

para mejorar la toma de decisiones en la programación y ejecución de tareas de mantenimiento en entornos industriales; donde los resultados mostraron mejoras en la eficiencia operativa, la reducción de costos y el aumento de la disponibilidad de equipos, validando así el potencial de la IAG para optimización de los procesos en el sector industrial.

- *Aspectos Éticos y Legales en el Uso de IAG*

El uso de la IAG plantea desafíos que han sido abordados en el documento para Hoyos y López (2024) los cuales realizaron un análisis documental sobre la protección de derechos de autor en obras generadas por IAG en Colombia donde incluyeron que existe un vacío en la reglamentación colombiana debido a que no existe una regulación específica la cual reconozca la titularidad de las creaciones generadas por IA.

De igual modo para la UNESCO (2022) se destacan los riesgos asociados al uso de la IAG en la educación, donde se incluyen factores importantes como el sesgo algorítmico, la privacidad de los datos, y la falta de transparencia en los modelos que son generados por la IAG, donde se implementaron marcos éticos y capacitaciones docente para garantizar un uso responsable de estas tecnologías, asegurando que complementen, pero no sustituyan, los métodos pedagógicos tradicionales.

7. Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se adoptó un enfoque de investigación aplicada, que se estructuró en cinco fases, cada una alineada con el cumplimiento de un objetivo específico integrándose los principios conceptuales, legales y conceptuales. En donde se planifica la estructuración en las siguientes fases por objetivo:

7.1. Fase 1: Revisión de Literatura (Cumplimiento del objetivo específico 1).

Para el alcance del primer objetivo específico, se estableció una identificación de la problemática en donde surge la pregunta problema la cual habla sobre: “¿Cómo diseñar material didáctico para el apoyo de cursos de Ingeniería Industrial mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa?”.

Posterior a ello, se realiza una revisión previa de literatura siguiendo las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), como lo expone Matthew Page, et al. (2021) Las revisiones sistemáticas son de utilidad en muchos aspectos críticos, ya que proporcionan una síntesis del estado del conocimiento en determinadas áreas; en otras palabras este es un proceso transparente, estructurado y replicable que tiene como fin identificar el impacto, las tendencias, las metodologías y las aplicaciones de la inteligencia artificial generativa (IAG) en la creación de material didáctico para la educación universitaria.

Consecuente, para el segundo paso se centra en la estrategia de búsqueda donde se seleccionó como base de datos Scopus ya que al poseer una cobertura amplia y rigurosa es más confiable para el desarrollo investigativo, en la cual se procede a establecer la ecuación específica de búsqueda en dimensiones investigativas de inteligencia artificial, recursos educativos y educación superior; mediante el uso de términos claves y operadores booleanos.

De igual modo se aplicaron criterios de inclusión como: el idioma (español o inglés), publicaciones entre los años (2024 – 2025), el tipo de estudio de acceso abierto donde aborden la aplicación del IAG en el diseño o creación de materiales para la educación superior; por otra parte, se aplicaron los criterios de exclusión como: documentos no relacionados con recursos educativos y estudios documentados sin acceso al texto completo.

De acuerdo con los anteriores criterios, surge la siguiente ecuación de búsqueda que fue aplicada en la base de datos de Scopus: TITLE-ABS-KEY (("Generative Artificial Intelligence" OR "Generative AI" OR "Machine Learning") AND ("Instructional Design" OR "Educational Resources" OR "Teaching Materials" OR "Didactic Materials" OR "Learning Resources" OR "Curriculum Development") AND ("Higher Education" OR "University Teaching" OR "College Courses" OR "Postsecondary Education"))

Conforme a lo anterior, en el tercer paso se realizó el proceso de selección de documentos debido a que en la búsqueda inicial arrojó un total de 158 registros científicos, donde se aplicaron los filtros haciendo una reducción de registros a 29 documentos no sin antes realizar una depuración de un documento repetido, logrando así obtener una muestra final de 28 documentos que cumplieron con los criterios que fueron establecidos para el análisis.

Por lo tanto, el cuarto paso se hizo uso de la herramienta de análisis NotebookLM la cual sirvió para facilitar los procesos de sistematización de la información y los procesos de codificación, así mismo se empleó la herramienta de Microsoft Excel que simplificó el proceso de sistematización para la complementación de la categorización y la síntesis de datos.

Por último, se realizó el análisis temático donde surgieron 3 ejes temáticos:

- 1- Las definiciones y distinciones conceptuales en torno a la IAG con su diferenciación al machine learning.
- 2- Modelos de diseño instruccional vinculados a la integración de tecnologías emergentes.
- 3- Enfoques innovadores para la creación de materiales educativos que son mediados por la IA generativa.

Esta estructuración temática permito organizar los hallazgos de manera integral lo cual fue clave para el desarrollo de las estrategias didácticas que fueron apoyadas por las tecnologías generativas

7.2. Fase 2: Identificación y Selección de Herramientas de IAG (Cumplimiento del objetivo específico 2).

Para dar cumplimiento al objetivo de esta fase se identificaron y seleccionaron herramientas de IAG óptimas para la creación de material educativo eficiente y adaptativo. El proceso se desarrolló en tres etapas:

1. Se realizó una exploración de herramientas de IAG disponibles en el mercado, además se incluyeron las IAG que fueron identificadas en la revisión de literatura,
2. Se definieron criterios de evaluación basados en usabilidad, adaptabilidad pedagógica, calidad del output, accesibilidad y costos.
3. Se construyó una Matriz de Evaluación, según Santos et al, (2025) es una herramienta estructurada, a menudo en forma de tabla utilizada para realizar la comparación y clarificación de diferentes opciones, proyectos o desempeños según criterios preestablecidos. En otras palabras, esta se basa en una herramienta de medición utilizada en encuestas para cuantificar opiniones, actitudes y percepciones conocida como Escala Likert lo que permitió seleccionar de manera objetiva las herramientas más adecuadas para el contexto educativo de la Ingeniería Industrial.
4. La evaluación de las herramientas fue realizada conjuntamente por la autora y el director del proyecto, quien aportó su experiencia en innovación educativa y tecnologías para la enseñanza de ingeniería. Primero, cada evaluador asignó puntajes de forma independiente; después se

discutieron los resultados hasta lograr un consenso. Esto hizo el proceso más robusto al minimizar la subjetividad y confirmar que las herramientas de IAG elegidas atendieran necesidades reales del programa de Ingeniería Industrial.

7.3. Fase 3: Diseño y Desarrollo de Material Didáctico Adaptativo (Cumplimiento del objetivo específico 3).

Esta etapa consistió en diseñar y desarrollar material didáctico adaptativo basado en IAG, ajustado a las necesidades de diversas asignaturas y estrategias pedagógicas actuales. Se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se seleccionaron asignaturas troncales del programa de Ingeniería Industrial que representaran diferentes áreas de conocimiento.
- Se eligió el modelo de diseño instruccional ADDIE por su claridad y estructura, para guiar el proceso de creación.
- Se realizó un trabajo colaborativo de la mano de ciertos docentes, donde la autora actuó como facilitadora en el uso de las herramientas de IAG que fueron seleccionadas. Y posterior a ello entre ambas partes se diseñó y desarrolló materiales educativos adaptativos (guías de ejercicios, infografías y casos de estudio), aplicando buenas prácticas en la elaboración de *prompts* y en la integración pedagógica del contenido generado.
- Durante toda esta fase se aplicaron medidas de protección de datos personales y supervisión experta, evitando el uso de información real de estudiantes o instituciones, y garantizando la autoría humana del material producido. Las consideraciones éticas y legales específicas se detallan en la sección 8.4 de Resultados.

7.4. Fase 4: Diseño e Implementación de un Curso de Formación (Cumplimiento del objetivo específico 4).

Con el fin de transferir el conocimiento adquirido, se implementó en Moodle un curso de formación para educadores sobre la IAG y su aplicación en la creación de material educativo. El curso se estructuró en modalidad virtual, con base en principios de andragogía y aprendizaje activo, donde el contenido abarcó desde los fundamentos de la IAG y consideraciones éticas, hasta la aplicación práctica de las herramientas y la metodología de co-creación utilizada en la Fase 3. Se utilizaron las mismas herramientas seleccionadas previamente para garantizar la coherencia y practicidad del curso.

7.5. Fase 5: Elaboración del Informe Académico (Cumplimiento del objetivo específico 5).

Como fase final, se elaboró un informe académico integral en formato de artículo científico. Este documento sistematizó todo el proceso de investigación, presentando una introducción, marco teórico, metodología, resultados del desarrollo e implementación, discusión de hallazgos y conclusiones desarrollado bajo los lineamientos de una revista científica indexada para su posterior envío y publicación, dando así difusión a los resultados con la metodología propuesta y cumpliendo con el objetivo específico.

8. Resultados

8.1. Identificación y selección de herramientas IAG.

Para la identificación, evaluación y selección de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) se realizó mediante pruebas piloto, basada en los antecedentes reportados en estudios previos mencionados anteriormente en la revisión de la literatura. Este procedimiento

constituye un análisis exploratorio inicial, donde permitió determinar las herramientas más adecuadas para el diseño de material didáctico adaptativo en el contexto de esta investigación basado en tres ítems

8.1.1. Selección inicial de herramientas de IAG.

Se realizó una exploración de herramientas de IAG disponibles en el mercado, considerando tanto aquellas mencionadas en el análisis de literatura como las más utilizadas en el ámbito educativo y creativo, donde esta selección preliminar incluyó herramientas de diversas categorías (Tabla 2).

Tabla 2: Categorización preliminar de herramientas de IAG.

Categoría	Herramientas
Generación de Texto (T)	ChatGPT, Google Gemini, Claude, Perplexity
Generación de Imagen (I)	DALL·E, Midjourney, Stable Diffusion, Canva AI
Generación de Multimedia (M)	Gamma, Synthesia, HeyGen
Diseño educativo interactivo (S)	Genially, Curipod, Eduaide, Quizizz AI
Asistencia para código (O)	GitHub copilot, Replit AI

Nota. Identificadores de las categorías implementados en la matriz, encerrados en paréntesis “()”.

8.1.2. Definición de criterios de evaluación.

Posteriormente, se establecieron 6 criterios de evaluación, donde cada uno de estos ítems fue operacionalizado mediante indicadores concretos para permitir una evaluación objetiva como se expone en la (Tabla 3).

Tabla 3: *Criterios de evaluación.*

Criterio	Indicadores
Facilidad de uso (A)	Interfaz intuitiva, curva de aprendizaje, documentación disponible
Adaptabilidad pedagógica (B)	Capacidad de personalización, alineación con objetivos de aprendizaje, variedad de formatos de salida
Calidad del contenido (C)	Precisión técnica, relevancia contextual.
Alucinaciones (D)	Ausencia de sesgos.
Accesibilidad (E)	Soporte en español, opciones de accesibilidad, disponibilidad gratuita (prueba gratis).
Costo (F)	Planes gratuitos o costos de suscripción, licencias educativas

Nota. Identificadores de los criterios de evaluación implementados en la matriz, encerrados en paréntesis “()”.

8.1.3. Construcción de una matriz comparativa y selección final.

Finalmente, se construyó una matriz de evaluación (ver Apéndice A) donde se valoró cada herramienta en una escala Likert del 1 al 5 para cada criterio, este tipo de herramienta permitió una comparación objetiva y sistemática entre los 6 criterios de evaluación y las 5 categorizaciones

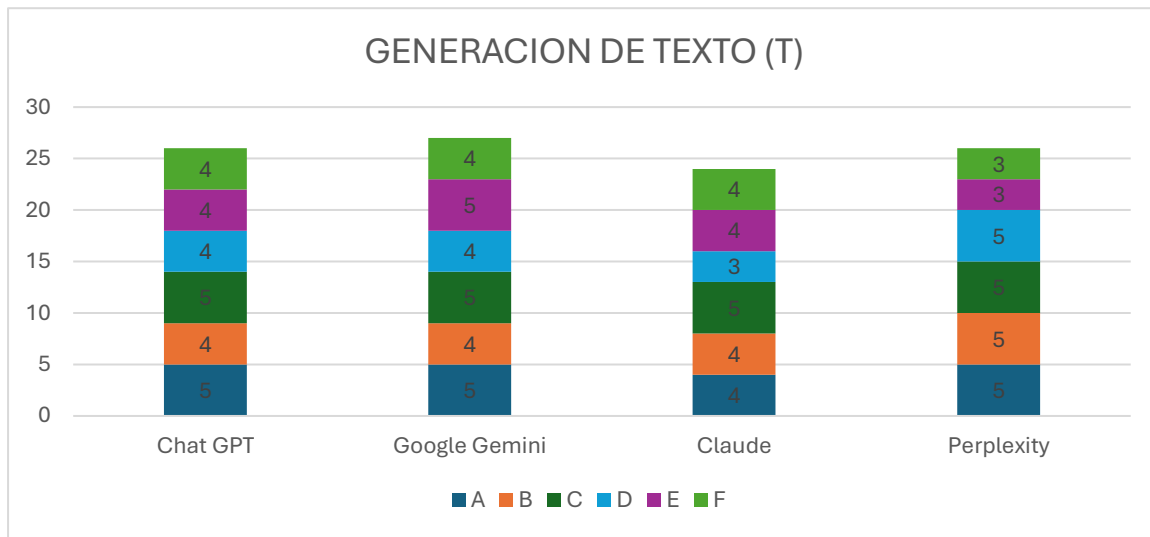
preliminares de las herramientas de IAG donde se contrastaron los resultados con los hallazgos reportados en la literatura.

Además, para respaldar las puntuaciones asignadas, se realizaron pruebas piloto, con prompts contextualizados en la Ingeniería Industrial, evaluando la calidad del contenido, velocidad de respuesta y presencia de errores técnicos. Los resultados de estas pruebas se presentan en el Apéndice P.

Como resultado de esta fase, se obtuvo una lista priorizada de herramientas de IAG recomendadas para su uso en la creación de material didáctico, seleccionándose aquellas que alcanzaron las puntuaciones más altas en la matriz donde demostraron mayor relevancia y o potencial para generar materiales adaptativos de calidad para las asignaturas de Ingeniería Industrial.

8.1.4. Análisis de Resultados

Con base en la estructuración de la matriz, se procedió a un análisis en la identificación de herramientas con mejores características clasificando 17 herramientas de asistencia basada en inteligencia artificial descritas y clasificadas en la caracterización preliminar de herramientas (Tabla 2), con las cuales se pudo crear el material didáctico, de acuerdo con las 6 variables que fueron clasificadas según los criterios de evaluación (tabla 3); tales como: variable A (facilidad de uso), variable B (adaptación pedagógica), variable C (calidad de contenido), variable D (alucinaciones), variable E (accesibilidad), y la variable F (costos). Asimismo, se identificaron en representaciones de graficas de barras agrupadas con el fin de facilitar la interpretación de los datos arrojados de la siguiente manera:

Figura 4: Datos estadísticos de la generación de texto (T).

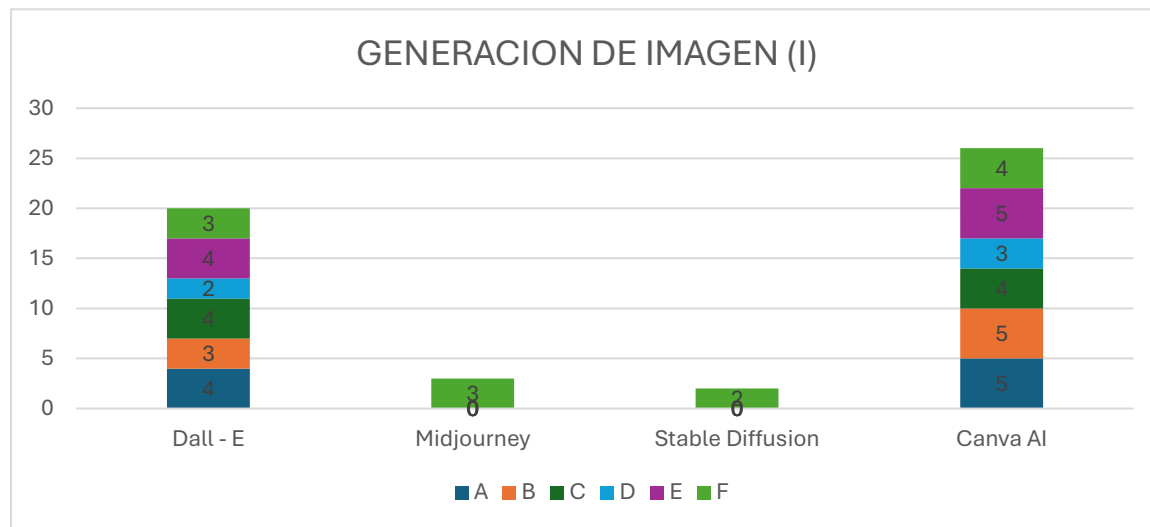
Nota: Grafico estadístico de la matriz de evaluación de herramientas de IAG.

Basado en la figura anterior, en la variable A, la variable B y la variable C, los valores oscilaron entre 4 y 5 puntos, esto evidencio que los cuatro modelos de IAG presentaron un nivel alto de usabilidad, con buen nivel de adaptación dentro del contexto educativo y buen manejo de la información.

Del mismo modo, en la variable D, la variable E, y la variable F, presentaron valores entre 3 y 5 en donde se observaron diferencias tales como el nivel de las alucinaciones teniendo presente que 5 refleja que no presenta información falsa y 1 por el contrario presenta demasiada información falsa, de igual manera el acceso a las herramientas presentaba falta de disponibilidad lo cual está ligado a los costos en donde pueden estar altos o cuentan con una demo (prueba gratuita) para la demanda de la necesidad que se requiere la cual es la generación de texto y material de lectura.

Por lo anterior se reflejan las calificaciones de las herramientas de IAG de la siguiente manera: Google Gemini (27 puntos), Chat GPT (26 puntos), Perplexity (26 puntos) y por último Claude (24 puntos), destacan la homogeneidad en la valoración de manera positiva.

Figura 5: Datos estadísticos de la generación de imagen (I).

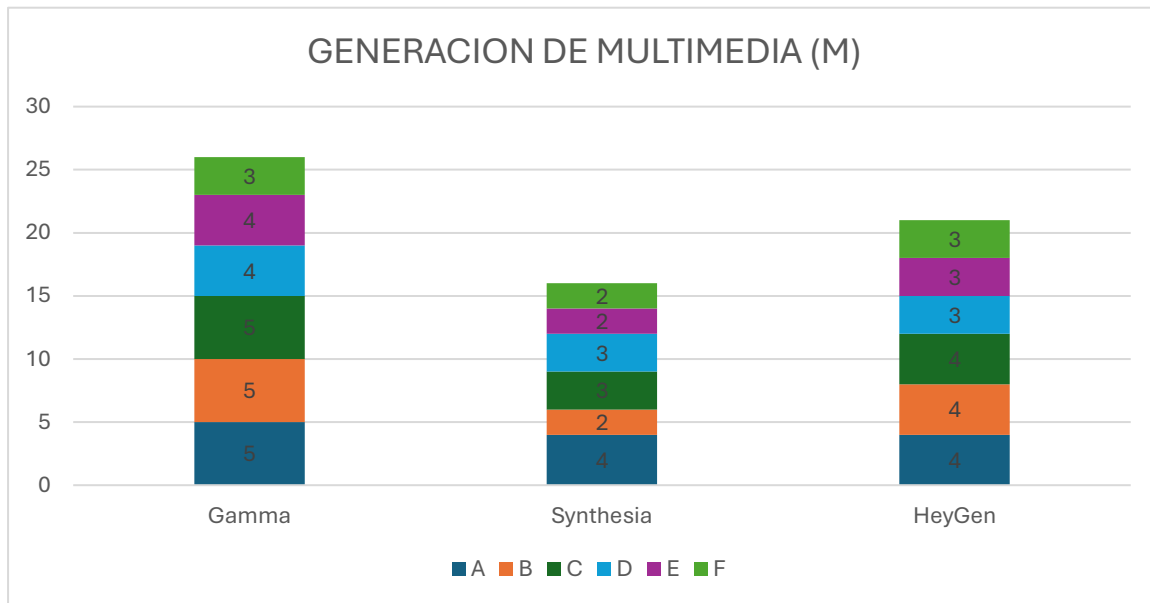


Nota: Grafico estadístico de la matriz de evaluación de herramientas de IAG.

Los resultados que se presentan en el grafico de generación de imagen herramientas como Dall – E y Canva AI, muestran que la variable A, la variable B y la variable C, presentan valores entre 3 y 5 de los cuales sitúan a este tipo de recursos con buena calidad del contenido priorizando la pertinencia, la claridad y la coherencia de la información presentando un carácter didáctico mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje, por otra parte la variable D, variable E y la variable F evidencia que presentan valores entre 2 y 4 que reflejan variedad de inconsistencias tales como datos ficticios y limitaciones en el acceso debido a los altos costos que exige la creación de generación de imagen además herramientas como Midjourney o Stable Diffusion presentan

puntuaciones en 0 en las variables A,B,C,D y E anteriormente mencionadas debido a los altos costos.

Figura 6: Datos estadísticos de la generación de multimedia (M).

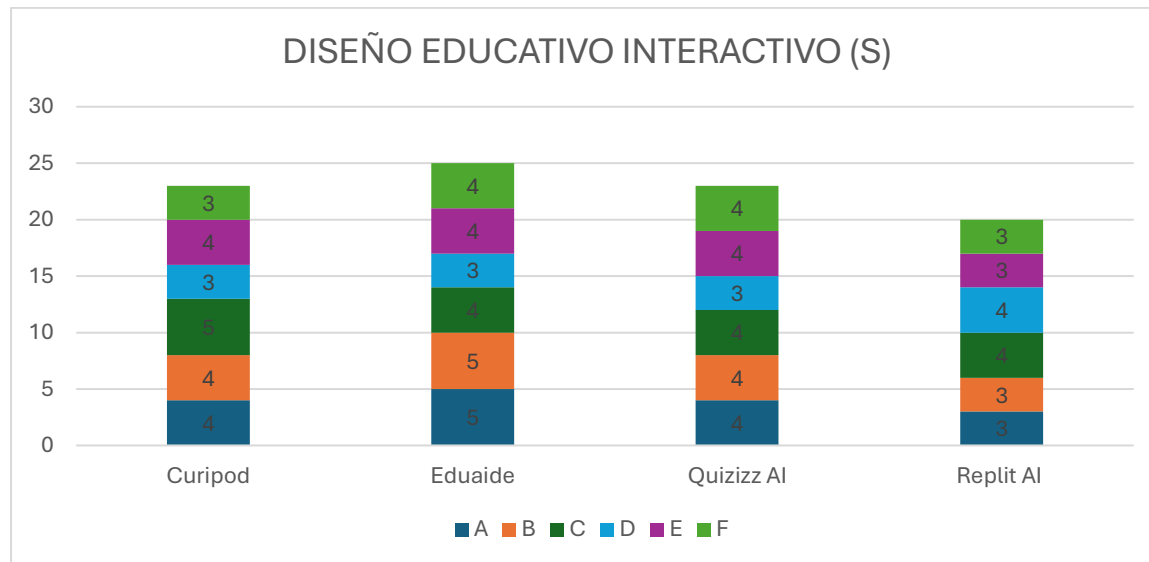


Nota: Grafico estadístico de la matriz de evaluación de herramientas de IAG.

El análisis de las herramientas de generación de multimedia se observa una tendencia positiva en las variables A, B y C, presentan valores entre 2, 3 y 5 en donde muestran que además de la de la practicidad en la manera de uso también mantienen una relevancia importante en la generación de contenido con valor educativo, de manera complementaria las variables D, E y F, cuentan con valores entre 2 y 3, de los cuales presentan variedad de datos ficticios los cuales hacen que surjan variables en los elementos gráficos del contenido multimedia, de igual manera se muestran limitaciones en los aspectos económicos y de accesibilidad debido a los altos valores de las versiones premium.

Por lo anterior se reflejan las calificaciones de mejor a menor las herramientas de IAG de la siguiente manera: Gamma (26), HeyGen (21), y Synthesia (16).

Figura 7: Datos estadísticos del diseño educativo interactivo (S).



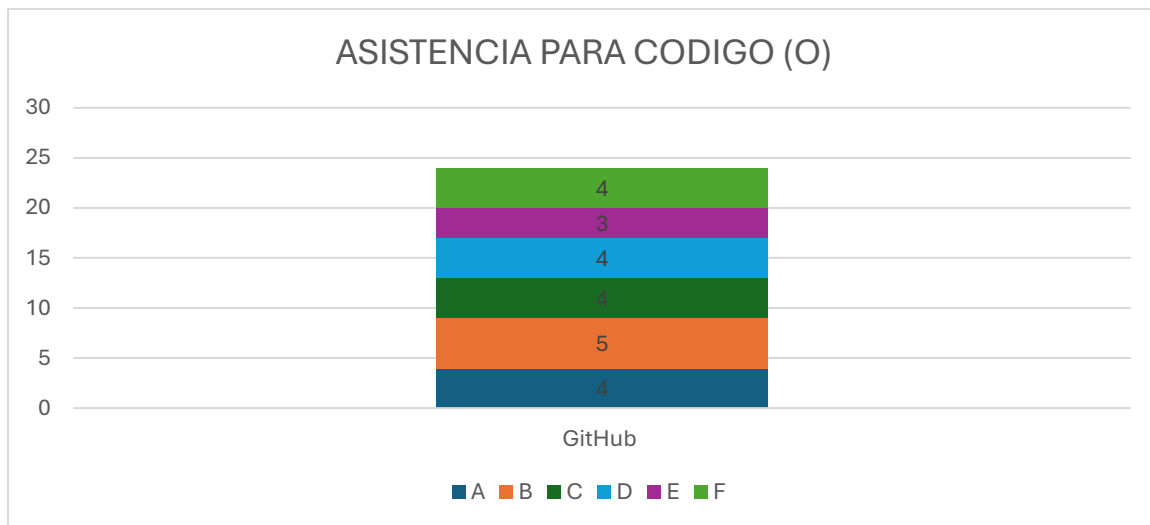
Nota: Grafico estadístico de la matriz de evaluación de herramientas de IAG.

En el análisis estadístico de las plataformas de diseño educativo interactivo se observaron patrones diferenciados en la distribución de valores entre 3 y 5 evaluadas en donde la variable A, variable B y variable C, reflejó que la mayoría de las herramientas presentan practicidad al interactuar con la misma, donde tienen lineamientos con objetivos de tipo educativos siendo objetivo con la calidad del contenido siendo este confiable y adecuado con distintas variaciones entre las herramientas de IAG. Sin embargo, también no todas alcanzan un desempeño óptimo, de igual manera alcanzando limitaciones en la adaptabilidad de manera pedagógica.

Además, en la variable D, variable E y variable F, destacan que con valores entre 3 y 5, reflejan que presentan pocas inconsistencias o información falsa, en donde el ingreso a las

plataformas es asequible con precios bajos lo cual presenta una viabilidad económica y mejor entendimiento de estas plataformas. Por lo anterior se reflejan las calificaciones de mejor a menor las herramientas de IAG de la siguiente manera: Eduaide (25), Curipod (23), Quizizz IA (23) y Replit IA (16).

Figura 8: Datos estadísticos de asistencia para el código (O).



Nota: Grafico estadístico de la matriz de evaluación de herramientas de IAG.

El análisis de la asistencia para código de la plataforma GitHub, presenta fortalezas en las variables A, B y C con valores entre 4 y 5; lo cual indica que los usuarios perciben una experiencia de manejo adecuada en la ejecución de los códigos, pero existen aspectos que son susceptibles de optimización, además de ello presenta un alto grado de alineación con procesos formativos dentro de la aplicabilidad de los distintos contextos educativos, ofreciendo información valiosa y precisa. Del mismo modo las variables D, E y F, con valores entre 3 y 5 donde expone un bajo nivel de inconsistencias o errores. Sin embargo, crea limitaciones relativas a la facilidad del acceso e indica que, aunque es una herramienta económicamente viable no es completamente gratuita.

8.1.5. Selección Final

Donde se observó que las herramientas con mejores puntuaciones fueron: Google Gemini (27/30), ChatGPT (26/30), Perplexity (26/30), Gamma (26/30) y Canva AI (26/30), destacando por su equilibrio entre facilidad de uso, adaptabilidad pedagógica y accesibilidad.

Google Gemini y ChatGPT se seleccionaron como las opciones principales para la generación de texto y contenido narrativo. Destacaron por ser robustas, la calidad técnica de las respuestas y por el soporte en español, características especialmente útiles para la creación de casos de simulación en logística, ejercicios de programación lineal o guías de control de calidad industrial.

De igual forma, Perplexity se posiciona como una opción sólida para el aula, por su facilidad de uso, su alto nivel de adaptación educativa, calidad de contenido y fiabilidad de la información generada. Estos elementos son indicios de que puede ser integrado eficazmente en procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, aspectos como la accesibilidad y los costos representan áreas de mejora que podrían limitar su adopción en ciertos contextos. Por lo tanto, aunque esta ofrece importantes ventajas para la creación y gestión de recursos educativos, se requiere considerar estos factores para maximizar su efectividad y alcance.

Se decidió incluir también Gamma por su puntuación máxima en Adaptabilidad Pedagógica, un criterio fundamental para la finalidad del proyecto. Su especialización en la creación de recursos educativos para las clases, la convierte en un complemento ideal para las herramientas de propósito general.

Por otra parte, Canva AI se seleccionó porque, si bien la plataforma original no es en sí una herramienta de Inteligencia Artificial Generativa, en sus últimas actualizaciones añadió funciones propias de IAG que permiten generar contenido gráfico y textual de manera automatizada. Estas capacidades facilitan la creación de materiales instruccionales, diagramas de flujo y esquemas de cadenas de suministro, lo que la convierte en un complemento útil cuando se trata de Ingeniería Industrial.

Las herramientas seleccionadas se eligieron por su equilibrio entre facilidad de uso, adaptabilidad pedagógica y capacidad para generar contenido confiable. Google Gemini y ChatGPT se destacan para la creación de textos y casos de simulación, Perplexity ofrece robustez y confiabilidad para entornos educativos, Gamma aporta recursos interactivos altamente adaptados y Canva AI permite generar material gráfico y textual de apoyo. En conjunto, estas herramientas cubren de manera complementaria las necesidades del material didáctico.

Es importante mencionar que GitHub Copilot obtuvo 22/30 puntos en la evaluación y podría ser útil para asignaturas como Investigación de Operaciones, pero no fue incluido por varias razones.

Este proyecto se centró en recursos didácticos generales (textos, visuales, multimedia) aplicables de forma transversal para Ingeniería Industrial. Las herramientas especializadas en código requieren validación algorítmica distinta, mayor supervisión técnica y adaptación a entornos locales de desarrollo, lo que excede el alcance del estudio.

Además, las herramientas seleccionadas (ChatGPT, Gemini, Claude) pueden generar código funcional en varios lenguajes, suficiente para enseñanza básica con supervisión docente.

Por esta razón, la categoría "herramientas de código" quedó sin una opción dedicada. Se priorizó aplicabilidad transversal sobre especialización, aunque se reconoce el valor de Copilot para proyectos futuros más específicos.

Por otra parte, las herramientas analizadas representan solo una muestra del ecosistema de IAG, que cambia constantemente. Esta selección se ajusta al alcance del proyecto y a las necesidades detectadas durante el diseño del material didáctico. Como no participaron docentes en pruebas piloto durante esta fase, se sugiere que, al momento de implementar el curso, cada docente pueda explorar de forma autónoma otras alternativas, y así seleccionar herramientas más acordes a contextos y estilos de enseñanza. La matriz construida funciona como guía inicial y flexible, no como catálogo cerrado, y se recomienda actualizarla según evolucionen tanto las asignaturas como la IAG en educación.

8.2. Diseño y desarrollo del material didáctico.

La selección final de herramientas de IAG, se encuentra sustentada bajo el análisis comparativo de criterios de usabilidad, adaptabilidad pedagógica y calidad del contenido, en la cual construye una base metodológica para el diseño y desarrollo del material didáctico, ya que este proceso no solo se limita a la elección de aplicaciones, sino que aprovecha las fortalezas y utilidades de cada herramienta.

Con respecto a lo anterior, herramientas como: ChatGPT y Google Gemini se emplearon para la generación de textos narrativos y casos de estudio en ingeniería industrial; de igual forma, Perplexity se especializó en la búsqueda y verificación de información confiable para enriquecer los contenidos, donde posteriormente Gamma facilitó la estructuración de presentaciones y recursos interactivos; mientras que Canva AI contribuyó con la creación de materiales visuales de

apoyo. En consecuencia, la integración de estas herramientas, garantizo que el material didáctico resultante fuese técnicamente sólido, adaptativo y atractivo para los docentes.

Ahora bien, en el desarrollo estructural y la validación de este material didáctico apoyado de la inteligencia artificial, se integró el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). El cual permitió organizar los procesos de creación y adaptación de los recursos educativos en etapas definidas, garantizando la coherencia pedagógica y la alineación con los objetivos de aprendizaje.

Por lo anterior, se diseñaron 3 casos de estudio fundamentados en tres asignaturas que se encuentran en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS), ya que este pensum académico cuenta con líneas robustas que son importantes dentro del aprendizaje de los estudiantes: la línea de operaciones y la línea de finanzas.

Los casos de estudio integran estrategias pedagógicas actuales de manera concreta. El Aprendizaje Basado en Tareas aparece en actividades donde el estudiante analiza datos, hace cálculos, evalúa escenarios y elabora recomendaciones técnicas (ver Apéndices B, C y D). Desde el constructivismo, los casos plantean situaciones del contexto profesional del Ingeniero Industrial, decisiones operativas, evaluación financiera de proyectos para que el estudiante construya conocimiento mediante razonamiento crítico y resolución de problemas aplicados.

Aunque el material no se implementó con estudiantes en esta fase, un docente experto de la facultad revisó el diseño y confirmó su alineación pedagógica con el Objetivo Específico 3, validando su pertinencia didáctica para futuras aplicaciones.

Se seleccionaron las asignaturas de Investigación de Operaciones 1, Dirección de Operaciones e Ingeniería Económica; para abordar estos casos se organizó según las fases del modelo ADDIE, los resultados de cada una de las fases se sintetizaron en tablas comparativas, lo cual permitió identificar de manera clara las acciones realizadas, las herramientas de IAG empleadas y los aportes obtenidos en cada una de las asignaturas tal y como se expresan de la siguiente manera:

- **Caso de la asignatura Investigación de operaciones 1**

Se elaboraron recursos orientados a la temática de programación lineal, siendo esta una técnica de investigación de operaciones que ayuda a la toma de decisiones de manera óptima cuando los recursos son limitados, de esta manera para efectos de claridad y trazabilidad del proceso, se incluyeron elementos complementarios que respaldan este caso como lo son: los *prompts* empleados, la versión inicial del material generado, la retroalimentación proporcionada por el docente de la asignatura, así como la versión iterada del caso construida a partir de dicha retroalimentación y los comentarios adicionales derivados de esta segunda revisión (ver Apéndice B), los resultados de este material se reflejan en (tabla 4), de la siguiente manera.

Tabla 4: Resultados del material didáctico de la asignatura investigación de operaciones I.

Fase del modelo	Descripción del proceso	Evidencias y recursos
ADDIE		
Análisis	Se revisó el plan de la asignatura <i>Investigación de Operaciones I</i> con el fin de identificar los temas clave. Entre ellos se seleccionó Programación Lineal, dada su	Plan de la asignatura (ver Apéndice B).

	relevancia para el desarrollo de competencias en modelado y resolución de problemas.	
Diseño	Se definió la estrategia metodológica para la construcción del material didáctico, optando por un caso de estudio contextualizado en una empresa colombiana de manufactura. Como apoyo, se decidió utilizar herramientas de IAG, principalmente ChatGPT y Gemini, para estructurar el contenido inicial.	Guion inicial de contenidos y <i>Prompts</i> empleados (ver Apéndice B).
Desarrollo	A partir del <i>prompt</i> definido, Gemini generó un caso práctico de Programación Lineal, que incluyó enunciado narrativo, variables de decisión, función objetivo y restricciones. Posteriormente, el ejercicio fue redactado con un enfoque pedagógico, incorporando preguntas guía para su resolución gráfica y con software.	Caso de estudio inicial generado (ver Apéndice B).
Implementación	El material fue sometido a revisión por parte del docente de la asignatura, quien resaltó la pertinencia del caso como recurso didáctico y sugirió mejoras, entre ellas: incorporar el precio sombra, detallar los costos de recursos y precisar la materia prima utilizada.	Retroalimentación del docente (ver la Tabla B3, del Apéndice B,).
Evaluación	Se elaboró una versión iterada del caso con base en la retroalimentación. El docente señaló la importancia de asegurar que los costos fueran realistas respecto a la	Caso ajustado y comentarios finales del docente (ver la

	economía colombiana y destacó el valor de la IAG para estandarizar casos entre profesores y explorar su uso en estrategias de gamificación.	Tabla B4, Apéndice B).
--	---	------------------------

Nota: Resultados del material didáctico del caso de programación lineal. **Fuente:**

Elaboración propia.

De este modo, según los resultados obtenidos no solo sirvió para afinar el ejercicio de programación lineal desarrollado, sino también para explorar nuevas líneas de integración de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo de la Ingeniería Industrial, tanto en la estandarización de casos de estudio como en la gestión inteligente de recursos de gamificación donde la IAG juega un papel fundamental en la construcción de materiales didácticos siendo estos un insumo para nuevas formas de innovación o creatividad pedagógica.

- **Caso de la asignatura Dirección de operaciones**

La elaboración de los recursos educativos se generó en dos momentos ya que en el primer intento el material “*InnovaPlast S.A.S*” que genero resultado ser poco pertinente, llevándose a replantear el diseño mediante especificaciones enfocadas a la temática métodos y tiempos, desde este ajuste surgió el caso titulado “*Empaquetado de Galletas Dulce Tentación*”, el cual se centró en el análisis de movimientos, tiempos y la identificación de cuellos de botella en un proceso de tipo manual (ver apéndice C), los resultados de este material se reflejan en (tabla 5), de la siguiente manera.

Tabla 5: Resultados del material didáctico de la asignatura dirección de operaciones.

Fase del modelo	Descripción del proceso	Evidencias y recursos
ADDIE		
Análisis	Se revisó el plan de la asignatura Dirección de Operaciones I. Tras un primer intento fallido, se delimitó el tema a <i>Métodos y Tiempos</i> como eje central, priorizando los conceptos de capacidad, procesos, distribución y balance de línea.	Plan de la asignatura y experiencia del primer caso (ver Apéndice C).
Diseño	Se definió la estrategia metodológica basada en un caso de estudio contextualizado en una empresa colombiana. Se utilizó ChatGPT para generar un <i>prompt base</i> complejo y, posteriormente, un segundo <i>prompt</i> más específico centrado en <i>Métodos y Tiempos</i> .	Prompts empleados y <i>prompt base</i> complejo (ver Apéndice C).
Desarrollo	Se generó un primer caso (<i>InnovaPlast S.A.S.</i>) que fue descartado por incluir temas no pertinentes. A partir del <i>prompt</i> ajustado, Gemini generó el segundo caso, “ <i>Empaquetado de Galletas ‘Dulce Tentación’</i> ”, enfocado en la ineficiencia operativa y el factor humano, con datos de movimientos y tiempos.	Caso de estudio inicial y caso descartado (ver Apéndice C).
Implementación	El primer caso fue sometido a revisión docente. El profesor Rodolfo Mosquera recomendó descartarlo	Tabla de retroalimentación del

	por incluir temas de otras asignaturas (demanda, inventarios, localización) y por falta de claridad en la definición de capacidad. Esta retroalimentación permitió afinar los criterios de diseño para el segundo caso.	docente sobre el caso inicial (ver la Tabla C6, Apéndice C).
Evaluación	El segundo caso fue evaluado por el docente, quien resaltó su pertinencia temática. Sugirió complementar con un diagrama de <i>layout</i> y preguntas guía más específicas. Se concluyó que el proceso evidenció la relevancia de la ingeniería de prompts y la supervisión experta en la creación de recursos didácticos.	Comentarios finales del docente sobre el caso ajustado (ver la Tabla C7 Apéndice C).

Nota: Resultados del material didáctico del caso de empaquetado de galletas “Dulce Tentación”.

De esta manera, el caso destaca que no solo se permiten aplicar conceptos de análisis de procesos y mejora de la eficiencia, sino que también, evidencia del aprendizaje relacionado con la interacción con inteligencias artificiales generativas (IAG). Donde el docente resalta el tipo de relevancia de la ingeniería de Prompts para la validación y mejora de los recursos educativos generados ya que durante el proceso de realización se evidenció que Prompts demasiado amplios o con información dispersa y de múltiples temáticas pueden generar errores sin ajustarse a los objetivos de aprendizaje. Por el contrario, prompts más claros y concisos permiten que la IAG genere contenido más adecuado y enfocado

- **Caso de ingeniería económica**

A diferencia de los dos procesos anteriores, la definición del tema no partió del plan de estudios, sino de una conversación directa con la docente en este caso Laura Garcés, la cual refiere trabajar la temática de evaluación de proyectos de inversión por su relevancia en la formación de los estudiantes. El proceso fue altamente iterativo, combinando la generación de prompts con ChatGPT, Gemini, y la retroalimentación docente en diferentes etapas (ver apéndice D).

Del mismo modo, el caso titulado “*La Decisión Estratégica de TecnoSoluciones S.A.*”, presenta a una empresa del sector tecnológico enfrentando dos alternativas de inversión, este ejercicio integró datos financieros detallados, riesgos cualitativos diferenciados y un conjunto de preguntas guía diseñadas para que los estudiantes calcularan indicadores financieros, realizaran análisis de sensibilidad y formularan una recomendación estratégica integral, los resultados de este material se reflejan en (tabla 6), de la siguiente manera.

Tabla 6: Resultados del material didáctico de la asignatura

Fase	Descripción del proceso	Evidencias y recursos
Análisis	La definición del tema se realizó mediante una conversación directa con la profesora Laura Garcés, quien sugirió trabajar la evaluación de proyectos de inversión por su importancia en la formación. Se identificaron los indicadores clave a abordar: VPN, TIR, PRI y RBC.	Sugerencia de la docente y objetivos del curso (ver Apéndice D).

Diseño	Se empleó ChatGPT para generar un primer prompt base y posteriormente un prompt mejorado, aplicado en Gemini. Tras la retroalimentación inicial, se ajustó el prompt con mayores detalles: contexto narrativo, datos financieros completos, riesgos específicos y preguntas más concretas.	Prompts iniciales y ajustados (ver Apéndice D).
Desarrollo	Con los prompts refinados, Gemini generó el caso La Decisión Estratégica de TecnoSoluciones S.A. Donde el caso planteó dos alternativas de inversión (CloudPlus y DataInsight) con supuestos cuantitativos, tablas financieras, riesgos diferenciados y un set de preguntas guía. Posteriormente se elaboró una segunda versión más completa tras incorporar observaciones adicionales.	Versiones inicial y final del caso (ver Apéndice D).
Implementación	El primer caso fue presentado a la profesora, quien señaló mejoras necesarias: ampliar el contexto narrativo, precisar la tasa de descuento, incluir depreciaciones y costos de materia prima, enriquecer las alternativas y formular preguntas más específicas.	Tabla de retroalimentación de la docente (ver Apéndice D6).
Evaluación	El segundo caso fue revisado por la docente, quien valoró los avances logrados, pero identificó errores en la proyección de suscriptores y la confusión entre ingresos brutos y flujos de caja. Además, propuso ideas para futuros	Comentarios finales del docente sobre el caso ajustado (ver la

	casos: estructurar el contenido en una secuencia progresiva y vincular más estrechamente los aspectos cuantitativos y cualitativos.	Tabla D7, Apéndice D).
--	---	------------------------

Nota: Resultados del material didáctico del caso Decisión Estratégica de TecnoSoluciones S.A.

Además de los casos de estudio diseñados bajo el modelo ADDIE, se exploró la creación de recursos didácticos en formato de presentaciones interactivas mediante la herramienta Gamma. Se elaboraron dos materiales principales: uno titulado “*Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión*” (ver apéndice E), donde resume de manera visual las métricas fundamentales de valoración como el VPN, TIR, PRI e IR, con ejemplos aplicados y análisis de sensibilidad y otro basado en el libro “*El Inversor Inteligente*” de Benjamin Graham (ver apéndice F), donde se exponen los principios atemporales de la inversión de valor, como la diferencia entre inversión y especulación, el margen de seguridad y la disciplina psicológica del inversor. Estos recursos no siguieron un proceso formal de diseño instruccional como el modelo ADDIE, pero se constituyeron en productos de tipo exploratorios los cuales enriquecen la experiencia pedagógica.

Fueron mostrados a la profesora como recursos mostrando el potencial de la Inteligencia Artificial Generativa aplicada al diseño de contenidos visuales, señalando la velocidad y claridad con la que pueden resumir conceptos complejos en un formato atractivo y de fácil acceso para estudiantes. Su inclusión en este trabajo permite ilustrar cómo la IAG puede complementar los casos de estudio al ofrecer material de apoyo inmediato y flexible, útil para reforzar la comprensión y fomentar la motivación en el aprendizaje.

8.2.1. Integración con el modelo SAMR

En este En este proyecto, los casos de estudio no fueron una mejora incremental de materiales existentes, sino nuevos recursos educativos creados íntegramente con apoyo de IAG. No obstante, la incorporación de estas herramientas permitió transformar de manera sustancial la forma en que se diseña el material didáctico, en concordancia con el modelo SAMR de Puentedura (2014). El uso de herramientas como ChatGPT, Gemini y Gamma permitió:

Modificación del proceso de diseño: el contenido se generó mediante iteraciones entre docente e IAG, lo que permitió crear múltiples versiones del mismo caso, ajustando parámetros, complejidad, contexto y variables operativas en función de los objetivos formativos.

Generación dinámica y adaptable del recurso: los casos pueden actualizarse automáticamente mediante prompts, superando el enfoque tradicional de ejercicios estáticos predefinidos.

Base para personalización del aprendizaje: se diseñaron prompts que permiten generar variantes según desempeño o necesidades específicas de los estudiantes.

Co-diseño didáctico: el docente se consolidó como curador experto, revisando, ajustando y también validando los outputs para garantizar pertinencia pedagógica y técnica.

Por estas razones, los recursos diseñados se ubican en el nivel de Modificación del modelo SAMR, ya que implican cambios significativos tanto en el recurso como en la metodología de creación.

La Redefinición, que incluye simulaciones interactivas y analítica adaptativa automatizada, se propone como una línea para futuras investigaciones, una vez los materiales se implementen con estudiantes y se vinculen herramientas adicionales.

En conclusión, la IAG permitió modificar la práctica de diseño de material didáctico y sentar las bases para llegar a la redefinición pedagógica en la Ingeniería Industrial.

8.3. Curso en Moodle: Educación 4.0 – Creando Aulas Inteligentes con IA Generativa

Como producto final de este trabajo de grado se implementó un recurso práctico que consistió en un curso virtual en la plataforma Moodle, titulado “*Educación 4.0: Creando Aulas Inteligentes con IA Generativa*” (ver apéndice G), este fue creado como una propuesta formativa dirigida a educadores, con el propósito de capacitarlos en el uso pedagógico de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) para la creación de recursos educativos aplicables en el aula.

Este recurso fue estructurado en diferentes secciones temáticas que guían a los participantes de forma clara y accesible desde los conceptos básicos hasta la aplicación práctica y la reflexión ética. Donde la sesión general se encuentran los avisos institucionales y la presentación general del curso, donde cada bloque se diseñó con materiales propios, actividades interactivas y recursos de apoyo que permiten a los docentes apropiarse de las herramientas y ponerlas en práctica de manera inmediata.

Posteriormente, en el apartado de Fundamentos se genera una introducción al participante en aspectos esenciales de la IAG (ver apéndice H), se exponen las definiciones y diferencias con respecto a la inteligencia artificial tradicional donde se presentan los componentes que hacen posible su funcionamiento de manera clara y sencilla, este apartado aborda también mitos y realidades que suelen rodear a la IAG, brindando a los docentes una base conceptual sólida, además de ello se incluyen actividades prácticas iniciales que permiten interactuar con los modelos generativos a partir de instrucciones simples.

Seguidamente, en la sección de Ética y Evaluación, se inserta un apartado para la reflexión sobre el uso responsable de la IAG en la educación (ver apéndice I), donde se exponen principios éticos importantes para guiar la práctica docente, como lo es la transparencia, el respeto por la autoría y la identificación de sesgos. También, se plantean riesgos comunes y protocolos para un uso responsable en donde los docentes pueden autoevaluar sus conocimientos mediante cuestionarios, reforzando el aprendizaje y permitiéndole medir el nivel de apropiación de los contenidos.

Ahora bien, uno de los apartados centrales del curso se centra en la ingeniería de prompts, la cual enseña a los docentes a elaborar instrucciones claras y específicas que los conduzcan a la obtención de mejores resultados por parte de los modelos de IAG, esto a través de recursos como lo son: guías, ejemplos y ejercicios prácticos, donde se muestra cómo un mismo prompt puede evolucionar desde una forma básica hasta una versión optimizada (ver apéndice J), donde una de las actividades más representativas es el llamado “*reto de la pizza*”, que permite al participante comprender, de manera sencilla y divertida, cómo un enunciado inicial puede perfeccionarse con mayor contexto y estructura hasta lograr respuestas más útiles y organizadas.

De la misma manera, en el apartado de Material concentra recursos interactivos como lo son: descargables, guías y plantillas diseñadas para apoyar a los participantes en la elaboración de sus propios materiales educativos (ver apéndice K), ya que estos documentos sirven como referencia directa para aplicar lo aprendido en las demás secciones y favoreciendo el intercambio de conocimiento hacia la práctica docente.

Más adelante, en la sección de Aplicaciones (ver apéndice L), se muestran ejemplos concretos del uso de la IAG en el desarrollo educativo ilustrándose casos como la generación de cuestionarios, la creación de actividades didácticas, el diseño de estudios de caso y la producción

de recursos visuales que mejoran el entendimiento en las clases, permitiéndole a los educadores visualizar cómo incorporar de manera efectiva la inteligencia artificial generativa en su quehacer pedagógico.

Como parte del curso, se habilitó un espacio de retroalimentación en el que los docentes compartieron opiniones, perspectivas y puntos de vista sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial Generativa en el aula (ver apéndice M). Estas intervenciones, realizadas a través de material de multimedia (videos), permitieron recoger percepciones diversas sobre los beneficios, desafíos y posibilidades del uso de la herramientas de IAG. De igual manera, también se grabó la opinión y postura personal de la autora como estudiante de ingeniería industrial frente a esta temática.

Finalmente, el Glosario cierra la propuesta como un recurso de consulta permanente, en donde se recopilan definiciones de los términos más relevantes (ver apéndice N), donde su inclusión responde a la necesidad de unificar criterios y facilitar la comprensión de un lenguaje que, si bien es técnico, se hace accesible al participante a lo largo de todo el curso.

8.4. Consideraciones éticas y legales en la creación de recursos con IAG

Aunque el marco legal colombiano fue analizado en profundidad en la fundamentación teórica y el contenido del curso, no se detalló suficientemente cómo se aplicaron dichas normas durante el uso de Gemini y ChatGPT para la creación del material didáctico. Por ello, este apartado es necesario para explicar las acciones implementadas que garantizaron el cumplimiento de las disposiciones éticas y legales pertinentes.

En relación con la protección de datos personales (Ley 1581 de 2012), desde el inicio se decidió adoptar una política estricta de no incorporar información real o identificable en ninguna

de las plataformas. No se utilizaron datos de estudiantes ni de docentes, ni referencias específicas a empresas vinculadas a la universidad.

Todos los casos, nombres de organizaciones, cifras y situaciones problemáticas generadas para ejercicios y actividades fueron completamente ficticios o anonimizados. Esto está en línea con las recomendaciones internacionales, como las guías de la UNESCO sobre IA en educación, que sugieren minimizar la exposición de los datos personales en ambientes digitales y evitar la generación de perfiles automatizados (UNESCO, 2023).

Dicha decisión es importante para minimizar la incertidumbre sobre el tratamiento que las plataformas de IAG pueden dar a la información ingresada por los usuarios. A pesar de las políticas de privacidad existentes, no se puede garantizar que los datos no sean almacenados o utilizados para entrenar futuros modelos. Ante esa falta de certeza, se asumió un enfoque precavido orientado a proteger la privacidad y así minimizar riesgos institucionales, para que se alineen con los principios de la normativa colombiana y de organizaciones como UNICEF y OCDE.

Respecto a la autoría y derechos de propiedad intelectual (Convenio de Berna, Ley 23 de 1982), la IAG se empleó exclusivamente como herramienta de apoyo, no como autora. La responsabilidad académica y creativa se mantuvo en el equipo docente. Todo contenido generado por las plataformas fue sometido a validación, en algunos casos por los docentes seleccionados y otras por la autora. Varias propuestas iniciales de la IA fueron modificadas sustancialmente, asegurando que la autoría final recayera en los investigadores humanos, conforme a criterios normativos y éticos vigentes. Además, se emplearon herramientas de detección de plagio (Turnitin) para asegurar la integridad académica y técnica de los materiales producidos.

Previo al inicio del trabajo, se revisaron los términos de uso de Gemini, ChatGPT y otras herramientas, verificando que el empleo de sus resultados con fines educativos y de investigación estuviera alineado con las políticas institucionales para tecnologías emergentes.

Es necesario reconocer que estas medidas se implementaron de forma sistemática durante el proyecto, aunque no se documentaron explícitamente en el diseño metodológico inicial. Ello explica su ausencia en los resultados presentados. Sin embargo, queda claro que los principios éticos y legales tratados en la revisión teórica no se limitaron a lo conceptual, sino que guiaron efectivamente la producción del material didáctico con IAG.

Para futuros proyectos de innovación educativa basados en IA, se recomienda incorporar y documentar explícitamente protocolos éticos y legales desde la fase de diseño metodológico, facilitando auditorías internas, replicabilidad y transparencia institucional.

8.5. Artículo de carácter publicable

Para el cumplimiento del objetivo 5 se redactó un artículo científico de carácter publicable, donde se alinea el contenido de la tesis con el artículo adjunto (ver apéndice O). Que sintetiza los hallazgos del trabajo, de manera estructurada académicamente en introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, conforme a los procesos descritos en la investigación.

Este propone una integración de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la educación superior, centrada en el diseño didáctico para Ingeniería Industrial, combinando una revisión sistemática de literatura reciente (2024–2025) bajo metodología PRISMA, la aplicación del modelo ADDIE, y una selección de herramientas IAG con matriz multicriterio. La cual desarrollo casos de estudio validados por expertos y se diseñó un curso en Moodle titulado

"Educación 4.0 – Creando Aulas Inteligentes con IA Generativa" para capacitación de los docentes.

En cuanto a nivel metodológico, el estudio incluyó cinco fases: la primera, fue la revisión de 28 artículos científicos relevantes, la segunda, se basó en selección de herramientas según criterios de usabilidad, adaptabilidad pedagógica, contenido, accesibilidad y costo, clasificadas en categorías funcionales. En la tercera parte, se diseñó el material didáctico adaptativo con prompts iterativo. Después de este, en el cuarto punto se diseñó e implementó el curso en la plataforma Moodle, y en el quinto punto se realizó un artículo que evidenció la efectividad de la IAG, donde esta depende tanto de la precisión de los prompts como de la validación experta docente.

En la discusión, el artículo resalta que la IAG es un asistente que requiere mediación pedagógica y no es un reemplazo del docente, ya que para su integración exitosa exige formación especializada en el área de estudio, en ingeniería de prompts, marcos éticos claramente establecidos y políticas institucionales para regular su uso responsable. Sin embargo, aunque el curso no se implementó como prueba piloto por limitaciones logísticas, se proporciona una base metodológica replicable en futuras investigaciones, defendiendo que la IAG es un instrumento para el diseño de materiales educativos en Ingeniería Industrial, y que tiene el compromiso de aumentar la personalización y eficiencia del aprendizaje, siempre acompañado de formación docente.

9. Discusión

La IA generativa mostró potencial para crear material didáctico en Ingeniería Industrial, aunque con limitaciones importantes. Este estudio confirmó que estas herramientas funcionan bien solo cuando se diseñan prompts específicos y se supervisa críticamente el contenido generado.

La comparación entre plataformas arrojó resultados dispares. ChatGPT y Gemini produjeron contenidos más consistentes, mientras que otras herramientas presentaron alucinaciones frecuentes o respuestas superficiales. Esto refuerza la idea de que el docente no puede limitarse a copiar y pegar: necesita criterio técnico para evaluar qué material es realmente útil.

La metodología combinó revisión sistemática PRISMA con matriz comparativa de herramientas. Este enfoque resultó efectivo, aunque demandó actualizaciones constantes de los criterios debido a la rápida evolución de las plataformas. Lo que funcionaba un mes dejaba de ser válido al siguiente.

El curso montado en Moodle representa el aporte más tangible. A diferencia de estudios previos que solo exploran el potencial teórico de la IAG, aquí se desarrolló un producto funcional adaptado al contexto colombiano y a las necesidades de Ingeniería Industrial. No es un modelo genérico importado, sino una propuesta situada.

La literatura enfatiza que la calidad pedagógica de materiales educativos con IAG depende en gran medida de la intervención de un Diseñador Instruccional (DI), quien actúa como puente

entre la tecnología y la pedagogía (Silgado-Tuñón & López-Flores, 2025). En este estudio, el desarrollo y montaje del curso Moodle estuvo a cargo del docente temático, sin validación formal de un DI externo o experto en pedagogía más allá de revisiones entre pares docentes.

Aunque se consultaron marcos teóricos y modelos instruccionales, la ausencia de participación sistemática de un DI representa una limitación importante. Esto evidencia la necesidad de que futuras iniciativas cuenten con acompañamiento de unidades como CEDEDUIS o asesores especializados, para garantizar coherencia didáctica y rigor metodológico en el diseño y validación.

Sin embargo, el verdadero impacto solo podrá medirse cuando se implemente con estudiantes y docentes reales. Los resultados actuales son alentadores, pero requieren validación empírica.

La conclusión principal es que la IAG puede mejorar la educación en ingeniería, pero únicamente bajo supervisión docente capacitada. No sustituye al profesor; lo complementa. Como cualquier tecnología, mal implementada genera más problemas que soluciones. Las instituciones necesitan establecer políticas claras sobre su uso ético antes de una adopción masiva.

10. Limitaciones

Este estudio presenta tres limitaciones importantes. La primera es temporal: aunque existen investigaciones previas sobre inteligencia artificial en educación, la mayoría habla de IA en general, no de IA generativa específicamente. Como este campo explotó recién en 2023, la revisión se concentró en 2024 y 2025 para asegurar relevancia. Esto dio fuentes actualizadas, pero sacrificó perspectiva histórica.

La segunda limitación es práctica. El curso se diseñó y montó en Moodle bajo supervisión del director del trabajo, quien validó su coherencia pedagógica. Sin embargo, no se implementó con docentes en ejercicio. Esto significa que falta la retroalimentación más importante: la de quienes lo usarían realmente. Sin usuarios reales, no hay forma de saber si el curso funciona como se planeó o qué modificaciones requiere. Por ahora, los resultados son únicamente teóricos.

La tercera tiene que ver con las herramientas mismas. Las plataformas de IA de acceso abierto cambian constantemente: lo que funciona hoy puede desaparecer o transformarse mañana. Además, parte del material didáctico se creó usando estas mismas herramientas, lo que implica riesgo de sesgos o errores que solo una revisión humana cuidadosa puede detectar.

A pesar de esto, el estudio ofrece un marco metodológico y legal actualizado, además de un curso funcional que puede servir como punto de partida para trabajos futuros.

10.1. Limitaciones técnicas y necesidad de validación experta

Una de las dificultades más importantes que se encontró durante el desarrollo del material educativo tiene que ver con la precisión del contenido generado por la inteligencia artificial. Los modelos pueden cometer errores en fórmulas, parámetros o restricciones técnicas, y estos errores no siempre son evidentes a simple vista. En ingeniería industrial esto representa un desafío destacable, porque la exactitud numérica no es negociable: un coeficiente mal establecido en una función objetivo o un parámetro incorrecto en un modelo financiero puede invalidar todo el análisis.

Esto no fue solo una preocupación teórica. Durante la preparación del material se detectaron varios errores de este tipo. Hubo casos donde expresiones matemáticas contenían inconsistencias

sutiles y valores generados que no correspondían a la lógica del problema planteado. Cada vez que esto ocurría, era necesario detenerse, revisar línea por línea, y corregir manualmente. En algunos casos, los errores eran lo suficientemente técnicos como para que solo alguien con experiencia en el área pudiera identificarlos.

Esta situación deja claro que la IA no puede trabajar sola en contextos académicos técnicos. La revisión experta por parte del docente deja de ser opcional y se convierte en una etapa obligatoria del proceso. Básicamente, cada recurso que genera la herramienta debe pasar por un filtro crítico antes de llegar a los estudiantes, porque ellos aún no tienen las herramientas para detectar este tipo de inconsistencias.

El problema es que esto consume tiempo. La promesa inicial de la IA es que va a automatizar tareas y liberar horas de trabajo, pero si hay que revisar todo con lupa, esa ganancia de eficiencia se reduce considerablemente. No desaparece del todo, pero tampoco es tan dramática como se esperaba.

Por lo tanto, implementar IA generativa en ingeniería industrial exige crear protocolos claros de verificación técnica y mantener siempre una actitud crítica frente a lo que la máquina produce. La tecnología es útil, pero requiere supervisión constante.

10.2. Implementación del curso y alcance del Objetivo Específico 4

El Objetivo Específico 4 propone "diseñar e implementar un curso" para docentes. En esta investigación se completó el diseño y montaje del curso en Moodle con recursos basados en IAG, actividades interactivas y espacios de discusión, pero no se realizó un pilotaje formal con docentes ni evaluación de resultados.

La evidencia de interacción con docentes se limita a videos y testimonios en la sección "Discusión" del curso. No se documentó un proceso formal de formación piloto ni evaluación postdesarrollo.

Esta limitación responde a restricciones de tiempo, alcance y permisos institucionales. Una implementación completa requiere actividades supervisadas, recopilación de datos, retroalimentación y análisis de impacto, aspectos que quedan como oportunidad para futuras investigaciones.

Se recomienda a futuros investigadores planificar y documentar exhaustivamente una implementación piloto, registrando interacciones, resultados y aprendizajes en contexto real. Esto permitirá evidenciar el impacto pedagógico de este tipo de recursos y aportar información relevante para la adopción institucional de tecnologías educativas basadas en IA generativa.

11. Conclusiones

Este trabajo demostró que la inteligencia artificial generativa puede mejorar el diseño de material didáctico en Ingeniería Industrial. Lo importante es usarla como apoyo, no como sustituto: los contenidos generados son útiles solo cuando el docente orienta el proceso y adapta los resultados al contexto real del aula.

La ingeniería de prompts fue decisiva. Más que redactar instrucciones, implica un verdadero proceso de diseño pedagógico. Un prompt claro y bien construido genera materiales pertinentes y aplicables; uno impreciso o vago, en cambio, produce resultados superficiales y poco alineados con los objetivos formativos.

La revisión de literatura confirmó el creciente interés académico por integrar la IAG en la educación universitaria, pero también puso de relieve preocupaciones legítimas sobre ética, privacidad y dependencia tecnológica, cuestiones que aún requieren discusión y regulación más amplia.

El curso desarrollado en Moodle es el resultado más tangible de esta investigación. Traduce la teoría en algo que se puede usar. Aunque no se validó, ofrece una estructura base que podrá ser evaluada y en base a eso, ser ajustada en futuras implementaciones con docentes y estudiantes reales.

El principal aporte de este estudio es mostrar que la inteligencia artificial generativa puede aplicarse de manera ética y responsable en la educación superior colombiana, respetando la normativa vigente y evitando tanto el rechazo infundado como la adopción acrítica. No es una solución mágica, pero sí una herramienta que bien usada puede mejorar la enseñanza de manera informada y consciente.

Referencias

- Alfirević, N. Praničević, D. y Mabić, M. (2024). Custom-Trained Large Language Models as Open Educational Resources: An Exploratory Research of a Business Management Educational Chatbot in Croatia and Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*, 16 n° (12), 4929. <https://doi.org/10.3390/su16124929>
- Alharbi, W. (2024). Mind the Gap, Please!: Addressing the Mismatch Between Teacher Awareness and Student AI Adoption in Higher Education. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching (IJCALLT)*, 14(1), 1-28. <https://doi.org/10.4018/IJCALLT.351245>
- Alvarado Bedor, A. E. (2025). Inteligencia Artificial y Aprendizaje Personalizado: Adaptación de Contenidos Educativos para Potenciar el Desarrollo Integral en Primero de Básica. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 6(1), 1530–1553. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.545>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston. <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.112045/page/n17/mode/2up>
- Bae, H. Jaesung, H. Park, J. Choi, G. y Moon, J. (2024) Pre-service teachers' dualperspectives on generative AI: Benefits, challenges, and integration into their teaching and learning. *Online Learning*, 28(3), (131-156). <https://doi.org/10.24059/olj.v28i3.4543>
- Boustani, N. M., Sidani, D., & Boustany, Z. (2024). Leveraging ICT and Generative AI in Higher Education for Sustainable Development: The Case of a Lebanese Private University. *Administrative Sciences*, 14(10), 251. <https://doi.org/10.3390/admsci14100251>

- Chen, G. (2024). The Impact of Mobile Interactive Technologies on Promoting Students' Innovative Capabilities in Higher Education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 18(14), 44–58 <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i14.50403>
- Chio Cho, N. (2025). *Uso de una herramienta de inteligencia artificial generativa para la creación de instrumentos de evaluación en el curso de sistemas embebidos* (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Bucaramanga. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/28477>
- Cordero, J., Torres-Zambrano, J., & Cordero-Castillo, A. (2025). Integration of Generative Artificial Intelligence in Higher Education: Best Practices. *Education Sciences*, 15(1), 32. <https://doi.org/10.3390/educsci15010032>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>.
- Debnath, T. Siddiky, M. Rahman, M. Das, P. y Guha, A. (2025). A comprehensive survey of prompt engineering techniques in large language models. *TechRxiv*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.174140719.96375390/v1>
- Delcker, J., Heil, J., & Ifenthaler, D. (2024). Evidence-based development of an instrument for the assessment of teachers' self-perceptions of their artificial intelligence competence. *Educational Technology Research and Development: ETR & D*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10418-1>
- Drămnesc, I. Ábrahám, E. Jebelean, T. Fachantidis, N. Kusper, G. y Stratulat, S. (2024). A European project on AI-based robotics. *2024 IEEE International Conference on Teaching*,

Assessment and Learning for Engineering (TALE), 1–7.
<https://doi.org/10.1109/TALE62452.2024.10834389>.

Ewais, A. Mystakidis, S. Khalilia, W. Diab, S. Christopoulos, A. Khasib, S. Yahya, B. y Hatzilygeroudis, I. (2024). Virtual Reality Immersive Simulations for a Forensic Molecular Biology Course—A Quantitative Comparative Study. *Applied Sciences*, 14(17), 7513.
<https://doi.org/10.3390/app14177513>

Floridi, L. (2023). *The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198883098.001.0001>.

Fontanillas, T. R. (2025). Desafíos de la Inteligencia Artificial generativa en la educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(2), 209–231.
<https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43535>

Ginting, D. Sabudu, D. Barella, Y. Madkur, A. Woods, R. y Sari, M. (2024). Student-centered learning in the digital age: in-class adaptive instruction and best practices. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(3), 2006.
<https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.27497>.

Hoyos Rodríguez, E., & López Alzate, A. M. (2024). *Inteligencia artificial generativa y derecho de autor: ¿Dominio público u obra protegida?* (Trabajo de grado) Universidad Pontificia Bolivariana]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/11733>

Jiménez, E. (2023). Modelado y simulación de sistemas logísticos productivos: integración de la IA en procesos industriales. *RIAI. Revista Iberoamericana de Automática e Informática*

Industrial, 20(4), 301-316.
<https://polipapers.upv.es/index.php/RIAI/article/view/8090>

Jurafsky, D. y Martin, J. H. (2023). Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition (3rd ed., draft). *Stanford University*. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>

Kazanidis, I. y Pellas, N. (2024). Harnessing Generative Artificial Intelligence for Digital Literacy Innovation: A Comparative Study between Early Childhood Education and Computer Science Undergraduates. *AI*, 5(3), 1427-1445. <https://doi.org/10.3390/ai5030068>

Kim, J., Yu, S., Detrick, R., & Li, N. (2025). Exploring students' perspectives on Generative AI-assisted academic writing. *Education and Information Technologies*, 30(1), 1265–1300. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12878-7>

Kojima, T., Gu, S. S., Reid, M., Matsuo, Y., & Iwasawa, Y. (2022). Large Language Models are Zero-Shot Reasoners. En *arXiv [cs.CL]*. <http://arxiv.org/abs/2205.11916>

Knowles, M. S. (1975). Self-directed learning: A guide for learners and teachers. *Association Press*, 291 Broadway, New York. <https://eric.ed.gov/?id=ED114653>

Kumar, S. Gunn, A. Rose, R. Pollard, R. Johnson, M., & Ritzhaupt, D. (2024). The role of instructional designers in the integration of generative artificial intelligence online and blended learning in higher education. *Online Learning, Volume* 28(3), (207-231). <https://doi.org/10.24059/olj.v28i3.4501>

- Li, Y., Shao, D. & Sun, H. (2024). Optimizing Higher Education Curriculum Design and Teaching Content Recommendation System Using Data Mining Algorithms. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 2024. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2427>
- Liu, N., Li, Y., & Guo, Y. (2024). Optimization of Online Learning Resource Adaptation in Higher Education through Neural Network Approaches. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 18(11), 92–107. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i11.49779>
- Lukwaro, E. Kalegele, K. y Nyambo, D. (2024). A review on NLP techniques and associated challenges in extracting features from education data. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 15(1), 961–979. <https://doi.org/10.12785/ijcds/160170>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
- Ministerio de Educación Nacional. (2025). Educación superior inicia el camino para integrar la inteligencia artificial en el país. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/423752:Educacion-superior-inicia-el-camino-para-integrar-la-inteligencia-artificial-en-el-pais>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College record* (1970), 108, 1017–1054. <https://doi.org/10.1177/016146810610800610>

- Mitchell, T. M. (1997). Machine learning. <https://www.cs.cmu.edu/~tom/files/MachineLearningTomMitchell.pdf>
- Foy, P. (2023, abril 1). *Prompt engineering: Advanced techniques*. MLQ.Ai. <https://blog.mlq.ai/prompt-engineering-advanced-techniques>
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42, 34–36. <https://doi.org/10.1002/PFI.4930420508>
- Özmat, D., y Akkoyunlu, B. (2024). Artificial Intelligence-Assisted Translation in Education: Academic Perspectives and Student Approaches. *Participatory Educational Research*, 11(H. Ferhan Odabaşı Gift Issue), 151-167. <https://doi.org/10.17275/per.24.99.11.6>
- Padilla, S. Ilaca, J. y Casquete, F. (2025). Diseño e Implementación de Sistemas Inteligentes de Aprendizaje Personalizado Basados en IA para la Mejora del Rendimiento Académico en Estudiantes de Educación . *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano* , 6(2), 237–255. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i2.597>
- Peñalver, M. Rodríguez, L. López, R. y Isea, J. (2025). Ingeniería de prompts en la industria 4.0: Optimización y automatización inteligente de procesos industriales. *Ingenium Et Potentia*, 7(12), 35–49. <https://doi.org/10.35381/i.p.v7i12.4438>
- Perezchica, J. Sepúlveda, J. y Román, A. (2024). Inteligencia artificial generativa en la educación superior: usos y opiniones de los profesores. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-593>

Prompting Guide AI. (2021). ReAct Prompting. *Prompting guide*
<https://www.promptingguide.ai/techniques/react>

Puentedura, R. R. (2006). Transformation, technology, and education. *Hippasus*.
<http://hippasus.com/resources/tte/>

Puentedura, R. R. (2014). SAMR: A model for educational technology transformation. *Hippasus*.
<http://www.hippasus.com/rpweblog/>

Qadir, J. (2023). Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education. *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1-9.
<https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125121>

Real Torres, C. (2019). Materiales Didácticos Digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(2), 12-27.
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2019.82.12-27>.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations (5th ed.)*. Free Press.

Romaniuk, Miłosz & Łukasiewicz-Wieleba, Joanna. (2024a). Generative Artificial Intelligence in the teaching activities of academic teachers and students. *International Journal of Electronics and Telecommunications*. 70. 1043-1048.
<https://doi.org/10.24425/ijet.2024.152092>.

Romaniuk, Miłosz & Łukasiewicz-Wieleba, Joanna. (2024b). Information technology in teaching and learning process at higher education institutions in students' opinions. *International*

Journal of Electronics and Telecommunications.

<https://doi.org/10.24425/ijet.2024.149607>.

Rueda Quintero, J. C. (2024). *Aplicaciones de IA generativas para potenciar la interacción de usuarios con la inteligencia artificial en la web*. (Trabajo de grado) Unidades Tecnológicas de Santander. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/14590>

Santos, M. Garoz, I. Frutos de Miguel, J. y Arribas, H. (2025). Matriz de indicadores para el diseño y evaluación de buenas prácticas de aprendizaje-servicio universitario. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 23(1). <https://doi.org/10.15366/reice2025.23.1.002>

Sekli, G. Godo, A. y Véliz, J. (2024). Generative AI solutions for faculty and students: A review of literature and roadmap for future research. *Journal of Information Technology Education: Research*, 23, 14. <https://doi.org/10.28945/5304>

Silgado, D. y López, J. (2025). Inteligencia Artificial Generativa en la Educación Superior: una revisión sistemática. *Revista UNION*, 73. <http://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1709>

Torres Martínez, J. V. (2024). *Inteligencia artificial aplicada a la gestión del mantenimiento* (Trabajo de grado) Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/e881eb72-b56d-4805-8111-a2f8cf475470/content>

Tumbaico, B. D. T. (2025). Impacto de la Inteligencia Artificial Generativa en la educación universitaria. *ALP. Avances en Lenguajes y Procesos*, 3(1), 18-32.
<https://doi.org/10.63380/aij.v3n1.2025.55>

UNESCO. (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385602>

Unisabana. (2025). Diplomado en IA Generativa: Ingeniería de Prompts y Agentes Inteligentes. Universidad de La Sabana.
<https://www.unisabana.edu.co/programas/educacion-continua/diplomado-en-ia-generativa-ingenieria-de-prompts-y-agentes-inteligentes>

Vargas Daza, D. E. (2024). *La inteligencia artificial generativa como estrategia didáctica con enfoque de aprendizaje activo para el fortalecimiento de la comprensión lectora en estudiantes de sexto a noveno grado de la Concentración de Desarrollo Rural sede El Trapal* (Tesis de maestría) Universidad de Investigación y Desarrollo.
https://drive.google.com/file/d/1j186R5h0XVKQzh4rI_Zgh4azxIJauoX1/view

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Wang, H., Dang, A., Wu, Z., & Mac, S. (2024a). Generative AI in higher education: Seeing ChatGPT through universities' policies, resources, and guidelines. *Computers and*

Education: Artificial Intelligence, 7(100326), 100326.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100326>

Wang, Yiyun & Wu, Jin & Chen, Fang & Li, Jingjing. (2024b). Analyzing Teaching Effects of Blended Learning With LMS: An Empirical Investigation. *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2024.3352169.

Wood, D. y Moss, SH (2024), "Evaluación del impacto del uso de IA generativa por parte de los estudiantes en contextos educativos", *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, vol. 17, n. ° 2, págs. 152-167. <https://doi.org/10.1108/JRIT-06-2024-0151>

Xiong, X. (2025). Influence of teaching styles of higher education teachers on students 'engagement in learning: The mediating role of learning motivation. *Education for Chemical Engineers*, 51, 87–102. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2025.02.005>

Yongli, G., Qi, D. y Zhipeng, C. (2024). Aprovechando la sinergia de IPv6, IA generativa e ingeniería web para crear una plataforma educativa basada en big data. *Journal of Web Engineering*, 23 (02), 197–226. <https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.2321>

Zhan, Y. (2024). The talent cultivation model of study travel majors in universities based on the internet of things and deep learning. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 12, 1–1. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3514306>

Zheng, M. (2024). The Use of Intelligent Computing in Teaching Model Innovation in Higher Education. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-2756>.

