

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA

Revisión Sistemática de Modelos de Inteligencia Artificial Generativa (2020-2025) y
Propuesta de Frameworks de Prompt Engineering para Aplicaciones Educativas Rurales e
Indígenas en Colombia

Autores:

Jhon Fernando Isaza García

Orlay Marchena Solano

Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de
Ingeniero Informático

Director:

Jonathan F Quant Colpas, MsC.

Ingeniero de Sistemas

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Informática

Colombia - Barranquilla

2025

Índice

Resumen.....	6
Introducción.....	8
Capítulo 1. Planteamiento del problema	11
Hipótesis.....	12
Hipótesis alternativa.....	13
Hipótesis nula	13
Tabla 1. Tabla de operacionalización	14
Capítulo 2. Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Capítulo 3. Justificación.....	18
Tabla 2. Actores	19
Capítulo 4. Antecedentes investigativos.....	21
Ilustración 1. Aplicaciones principales.....	21
Tabla 3. Clasificación de prompts.....	22
Capítulo 5. Marco teórico.....	24
Ilustración 2. Fundamentación de los tres pilares de la investigación	24
Inteligencia Artificial Generativa	25
Tabla 4. Arquitecturas Fundamentales de IA Generativa.....	26
Prompt Engineering	29
Tabla 5. Clasificación Detallada de Técnicas de Prompt Engineering	30
Teorías Educativas	34

Tabla 6. Dimensiones de la Personalización con IA Generativa	35
Tabla 7. Dimensiones de la Brecha Digital en Colombia.....	37
Tabla 8. Aplicación de la ZDP con IA Generativa	39
Tabla 9. Principios de Pedagogías Críticas para IA Educativa.....	41
Tabla 10. Dimensiones del Aprendizaje Ubicuo con IA	42
Marco Ético y Local	44
Tabla 11. indicadores clave.....	44
Capítulo 6. Marco Contextual.....	45
Ilustración 3. Desafíos estructurales.....	45
Contexto Colombiano y Protocolo PRISMA: Un enfoque Metodológico para la Revisión Sistemática	46
PRISMA en el Contexto de la Investigación Educativa Colombiana	47
Tabla 12. Alineación de PRISMA con Necesidades del Contexto Colombiano	47
Implementación PRISMA en esta Investigación	49
Ilustración 4. Fases PRISMA Aplicada al Contexto Colombiano	49
Bases de Datos y Estrategia de Búsqueda	51
Tabla 13. Estrategias de Búsqueda por Base de Datos.....	51
Proceso de Selección y Evaluación de Calidad	52
Tabla 14. Criterios de Calidad para Estudios Incluidos	52
Tabla 15. Distribución de Estudios Incluidos por Características Relevantes Para Colombia	53
Capítulo 7. Alcance y Delimitaciones.....	55
Alcance	55

Delimitaciones	55
Tabla 16. tabla delimitaciones	55
Capítulo 8. Diseño Metodológico – Metodología	57
Enfoque General	57
Participantes	57
Ilustración 5. Participantes del estudio objeto de investigación	57
Técnicas	58
Fases del Trabajo	58
Categorización y Clasificación	59
Ilustración 6. Categorización y Clasificación	59
Tabla 17. Clasificación de los framework según su aplicabilidad	60
Herramientas	61
Ilustración 7. Herramientas	61
Limitaciones Metodológicas	62
Ilustración 8. Limitaciones Metodológicas	62
Capítulo 9. Cronograma.....	63
Tabla 18. Cronograma	63
Capítulo 10. Análisis de Viabilidad.....	65
Viabilidad Técnica	65
Viabilidad Económica	65
Viabilidad Temporal	65
Viabilidad Social	65
Capítulo 11. Resultados.....	66

Elementos Positivos	66
Elementos Negativos	66
Limitaciones Éticas.....	68
Frameworks de Prompt Engineering	69
Tabla 19. Frameworks de Prompt Engineering.....	69
Capítulo 12. Discusión	73
Capítulo 13. Conclusiones	74
Principales Hallazgos.....	74
Limitante de la Investigación	74
Direcciones Futuras	75
Ilustración 9. Participantes.....	75
Capítulo 14. Impacto Esperado.....	76
Impacto Académico	76
Impacto Social.....	76
Impacto Tecnológico	76
Impacto Económico	76
Capítulo 15. Referencias.....	77
Capítulo 16. Glosario de Términos	82
Anexos Fotográficos	86

Resumen

La inteligencia artificial (IA) generativa, impulsada por modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) como GPT-4, BERT, LLaMA y Grok, transforma la educación al ofrecer contenidos personalizados, tutorías virtuales y aprendizaje adaptativo. Este proyecto de grado realiza una revisión sistemática de literatura PRISMA de 60 fuentes (2020-2025), extraídas de bases como IEEE Xplore, Scopus, arXiv y SciELO Colombia, para identificar modelos de IA generativa, analizar sus limitaciones técnicas y éticas, y proponer soluciones para contextos rurales e indígenas en Colombia. Los resultados muestran que el 80% de los modelos están optimizados para inglés, reduciendo su precisión en español un 15-20%, mientras la brecha digital afecta al 40% de la población rural (DANE, 2025).

Para abordar estas limitaciones, se proponen tres frameworks teóricos de Prompt Engineering adaptados al contexto educativo colombiano: **prompts zero-shot** para tareas generales en aulas rurales con recursos limitados, **prompts few-shot** para personalización del aprendizaje en entornos urbanos, y **prompts contextualizados** para la inclusión de comunidades indígenas y la preservación cultural, como el uso del wayuunaiki. Estos frameworks buscan mejorar la precisión y relevancia de las respuestas de IA, alineándose con el Plan Nacional de IA de Colombia (2023-2026) y el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4: Educación de calidad. Se proponen recomendaciones éticas, alianzas con MinTIC para pilotos educativos y capacitación docente en Prompt Engineering. Este estudio contribuye al campo de la ingeniería informática, promoviendo una adopción responsable de la IA que fomente la equidad educativa y la transformación digital en Colombia.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa, Prompt Engineering, Educación Inclusiva, Colombia, Revisión Sistemática.

Abstract

Generative artificial intelligence (AI), powered by large-scale language models (LLMs) such as GPT-4, BERT, LLaMA, and Grok, is transforming education through personalized content, virtual tutoring, and adaptive learning. This degree project conducts a PRISMA systematic literature review of 60 sources (2020–2025) from databases including IEEE Xplore, Scopus, arXiv, and SciELO Colombia to identify leading generative AI models, assess their technical and ethical limitations, and propose solutions for rural and indigenous educational contexts in Colombia. Findings reveal that 80% of models are optimized for English, reducing accuracy in Spanish by 15–20%, while the digital divide affects 40% of the rural population (DANE, 2025).

To address these challenges, three theoretical Prompt Engineering frameworks are proposed, tailored to the Colombian educational context: **zero-shot prompts** for general tasks in resource-constrained rural classrooms, **few-shot prompts** for personalized learning in urban settings, and **contextualized prompts** for indigenous communities and cultural preservation, such as incorporating wayuunaiki. These frameworks aim to enhance the accuracy and relevance of AI responses, aligning with Colombia's National AI Plan (2023-2026) and Sustainable Development Goal (SDG) 4: Quality Education. Ethical guidelines, partnerships with MinTIC for educational pilots, and teacher training in Prompt Engineering are recommended. This study advances computer engineering by promoting responsible AI adoption, fostering educational equity, and supporting digital transformation in Colombia.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Prompt Engineering, Inclusive Education, Colombia, Systematic Review.

Introducción

La inteligencia artificial generativa (IA) se ha consolidado como una de las tecnologías más disruptivas del siglo XXI, transformando sectores estratégicos como la educación, la salud, la industria y los servicios mediante su capacidad para generar texto, imágenes y otros contenidos con un nivel de sofisticación sin precedentes. Modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) como GPT-4 (OpenAI, 2023), BERT (Devlin et al., 2018), LLaMA (Meta AI, 2023) y Grok (xAI, 2024) han demostrado un potencial excepcional en aplicaciones educativas, incluyendo la creación de materiales didácticos personalizados, tutorías virtuales automatizadas, traducción automática en tiempo real y herramientas de evaluación adaptativa. Estas capacidades han abierto nuevas posibilidades para democratizar el acceso al conocimiento, personalizar el aprendizaje y mejorar la eficiencia educativa en contextos globales.

Sin embargo, en Colombia, un país en vías de desarrollo con desafíos estructurales en su sistema educativo, la adopción de la IA generativa enfrenta barreras significativas. Según el DANE (2025), el 40% de la población rural carece de acceso a internet, lo que limita el uso de tecnologías digitales en la educación. Además, la diversidad cultural y lingüística del país, con 68 lenguas indígenas reconocidas, demanda soluciones de IA que sean inclusivas y culturalmente relevantes. Estudios globales, como el de Bommasani et al. (2021), señalan que el 80% de los datos de entrenamiento de los LLMs están en inglés, lo que reduce su precisión en español en un 15-20% y genera respuestas culturalmente inadecuadas en contextos hispanohablantes, especialmente en comunidades indígenas como los wayúu o emberá.

El **Prompt Engineering**, definido como el diseño estratégico de instrucciones para optimizar las respuestas de modelos de IA (Liu et al., 2023), emerge como una solución clave para superar estas limitaciones. Sin embargo, la literatura sobre Prompt Engineering en español

es escasa, y aún más en contextos latinoamericanos, lo que restringe la capacidad de adaptar la IA a necesidades educativas locales, como la enseñanza en zonas rurales, la personalización en entornos urbanos o la preservación de lenguas indígenas. En Colombia, donde solo el 30% de las universidades han implementado herramientas de IA según MinTIC (2024), la falta de frameworks de Prompt Engineering contextualizados representa una oportunidad perdida para maximizar el impacto de la IA en la equidad educativa.

La estructura del documento incluye un planteamiento del problema que contextualiza los retos de la IA en la educación, objetivos claros, una justificación que resalta la relevancia académica y social, antecedentes investigativos, un marco teórico robusto, una metodología detallada, resultados, conclusiones y referencias. Este enfoque integral asegura un aporte significativo para los jurados, demostrando rigor académico y aplicabilidad práctica.

Este proyecto de grado investigativo responde al contexto del **Plan Nacional de IA de Colombia (2023-2026)**, que busca integrar tecnologías emergentes en sectores estratégicos para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 10 (Reducción de desigualdades). A través de una revisión sistemática de literatura, basada en el protocolo PRISMA, este estudio identifica los modelos de IA generativa más utilizados entre 2020 y 2025, evalúa sus características técnicas, limitaciones éticas y aplicaciones educativas, y propone frameworks teóricos de Prompt Engineering adaptados al contexto educativo colombiano. La estructura del documento incluye un planteamiento del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, metodología, cronograma, alcance, resultados, discusión, conclusiones, referencias y anexos, asegurando un enfoque integral que combina rigor académico con aplicabilidad práctica.

El proyecto posiciona a los autores como futuros ingenieros informáticos preparados para liderar la adopción responsable de la IA en Colombia, contribuyendo al debate global sobre la IA ética y la transformación digital inclusiva. La investigación no solo aporta al campo de la ingeniería informática, sino que también aborda desafíos sociales clave, como la brecha digital en zonas rurales y la inclusión cultural de comunidades indígenas, ofreciendo una base sólida para políticas educativas y desarrollos tecnológicos en el país.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

El desarrollo acelerado de la inteligencia artificial generativa, particularmente los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), ha transformado la educación global al facilitar la generación de contenidos personalizados, tutorías virtuales automatizadas y herramientas de evaluación adaptativa. Estos avances han permitido mejorar la personalización del aprendizaje, reducir la carga administrativa de los docentes y ampliar el acceso a recursos educativos en contextos diversos. Sin embargo, en Colombia, un país con una brecha digital significativa y una diversidad cultural única, la adopción de estas tecnologías enfrenta múltiples desafíos.

Según el DANE (2025), el 40% de la población rural carece de acceso a internet, lo que limita la implementación de herramientas digitales en escuelas rurales. Además, la diversidad lingüística, con 68 lenguas indígenas reconocidas, demanda soluciones de IA que sean culturalmente relevantes y accesibles. Estudios globales, como el de Bommasani et al. (2021), indican que el 80% de los datos de entrenamiento de los LLMs están en inglés, lo que genera una reducción de precisión en español del 15-20% y respuestas culturalmente inadecuadas para contextos como el colombiano. Por ejemplo, un prompt genérico en inglés podría generar una explicación matemática irrelevante para estudiantes wayúu, ignorando referencias culturales como la agricultura local.

La literatura sobre **Prompt Engineering**, que optimiza las interacciones con modelos de IA mediante instrucciones estructuradas, es escasa en español y prácticamente inexistente en contextos latinoamericanos. En Colombia, donde solo el 30% de las instituciones educativas superiores utilizan IA (MinTIC, 2024), la falta de prompts adaptados a necesidades locales, como la enseñanza en zonas rurales, la personalización del aprendizaje en entornos urbanos o la preservación de lenguas indígenas, restringe el potencial de estas tecnologías.

Además, preocupaciones éticas, como los sesgos en los datos que perpetúan desigualdades de género o étnicas (UNESCO, 2023), y la necesidad de alinear la IA con el marco ético de MinCiencias (2024), agravan el problema.

Sin frameworks de Prompt Engineering diseñados específicamente para el contexto educativo colombiano, la IA generativa no logra maximizar su impacto en la equidad educativa, un objetivo clave del **Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026** y del **Plan Nacional de IA**. Esta brecha plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los modelos de inteligencia artificial generativa más utilizados en la literatura reciente (2020-2025), y cómo pueden diseñarse frameworks de Prompt Engineering para optimizar su aplicación en entornos educativos colombianos, considerando necesidades locales y principios éticos?

Hipótesis

Partiendo del reconocimiento de los frameworks de prompt Engineering adaptados para contexto educativos en Colombia poseen distintas bases de funcionamiento, se identifica que los prompts zero-shot son ideales para aulas rurales, ya que organizan el conocimiento que la IA ya posee, generando textos específicos para las necesidades del usuario. Por otro lado, El prompts few shot para entornos urbanos demuestran superioridad donde su capacidad de generar ejemplos captura la complejidad sociocultural característica de estas zonas. Por último, se encuentra los prompts culturalmente contextualizados que resultan esenciales para comunidades indígenas, incorporando lenguas originarias y lograr simultáneamente la inclusión educativa. Del mismo modo se espera identificar y adoptar estratégicamente el prompt

Engineering adecuado y que sea de gran utilidad para futuras generaciones a nivel educativo, desde el ámbito local, regional o nacional. También asegurar un progreso significativo en el desarrollo del aprendizaje.

Hipótesis alternativa

Existen diferencias significativas en la efectividad de los frameworks de Prompt Engineering según el contexto educativo colombiano. Los prompts zero-shot optimizan la precisión y utilidad en aulas rurales, los prompts few-shot demuestran superioridad en entornos urbanos al capturar su complejidad sociocultural, y los prompts contextualizados son esenciales para comunidades indígenas al garantizar inclusión educativa y preservación cultural. Esta adecuación contextual estratégica asegura un progreso significativo en el desarrollo del aprendizaje a nivel local, regional y nacional.

Hipótesis nula

No existen diferencias significativas en la efectividad de los frameworks de Prompt Engineering (zero-shot, few-shot y contextualizados) cuando se aplican en sus respectivos contextos educativos colombianos. La precisión de las respuestas de IA, la relevancia cultural y el impacto en el aprendizaje serán equivalentes independientemente del tipo de prompt utilizado en aulas rurales, entornos urbanos o comunidades indígenas.

Variables independientes:

- Tipo de prompt Engineering.
- Contexto educativo.
- Recursos tecnológicos.

Variables dependientes:

- Calidad de adaptación educativa.

- Efectividad técnica.
- Impacto educativo.

Tabla 1. Tabla de operacionalización

Variable	Tipo de Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Tipo de prompt engineering.	Independiente.	Estrategia que optimiza el modelo de IA para generar respuestas adecuadas.	Zero-shot. Few-shot. Contextualizado.	Numero de ejemplos incluidos en los prompt.	Análisis documental, revisión de prompts.
Contexto educativo.	Independiente.	Entorno donde se aplica el prompt engineering.	Aulas rurales. Entornos urbanos. Comunidades Indígenas.	Características socioeconómicas y tecnológicas en el entorno.	Entrevistas. Encuestas.
Recursos tecnológicos.	Independiente.	Disponibilidad y acceso a tecnología en el contexto educativo.	Disponibilidad de dispositivos, Acceso a internet.	Nivel de acceso y uso de tecnología.	Encuestas y reportes institucionales.

Variable	Tipo de Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Calidad de adaptación educativa.	Dependiente.	Grado de adecuación de los modelos de IA a necesidades educativas colombianas.	Pertinencia cultural. Relevancia educativa.	Nivel de personalización Adecuación a diversidad cultural.	Matriz de análisis de capacidades. Escala de adecuación contextual.
Efectividad técnica.	Dependiente.	Capacidad de los modelos de la IA generativa para cumplir objetivos educativos específicos con precisión.	Precisión lingüística.	% de acierto en español.	Análisis documental. Análisis estadístico.

Variable	Tipo de Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Impacto educativo.	Dependiente.	Grado en que los frameworks de prompt engineering mejoran los resultados de aprendizaje.	Comprensión conceptual. Aplicación práctica.	Puntaje pre-post test.	Pruebas estandarizadas. Portafolios de evidencia.

Fuente: Elaboración propia.

En lo anterior se presenta la operacionalización de las variables del estudio, definiendo conceptualmente y mediante indicadores las variables independientes (tipo de prompt, contexto educativo, recursos tecnológicos) y dependientes (calidad de adaptación, efectividad técnica, impacto educativo), junto con los instrumentos de medición propuestos.

Capítulo 2. Objetivos

Objetivo general

Realizar una revisión sistemática de literatura para proponer frameworks teóricos de Prompt Engineering que optimicen el uso de la Inteligencia Artificial Generativa en aplicaciones educativas rurales e indígenas en Colombia, promoviendo la inclusión digital, la preservación cultural y el acceso equitativo al conocimiento.

Objetivos específicos

- Identificar los modelos de IA generativa más relevantes en la literatura reciente, evaluando sus arquitecturas, capacidades técnicas y aplicaciones educativas en contextos globales y locales, con énfasis en Colombia.
- Evaluar las limitaciones técnicas y éticas de los modelos de IA generativa en entornos educativos hispanohablantes, identificando brechas específicas en el contexto colombiano.
- Diseñar frameworks teóricos de Prompt Engineering adaptados a tres contextos educativos en Colombia como son aulas rurales, entornos urbanos y comunidades indígenas, proponiendo estrategias para mejorar la precisión, relevancia y equidad de las respuestas de IA.

Capítulo 3. Justificación

La relevancia de este proyecto radica en su contribución multidimensional de la profesión de la ingeniería informática, la educación y la sociedad colombiana, abordando un tema de vanguardia en el contexto de la transformación digital global y local.

Académicamente, el proyecto amplía el conocimiento en el campo de la IA generativa y el Prompt Engineering, un área emergente con escasa literatura en español. La revisión sistemática, basada en el protocolo PRISMA, sintetiza 60 fuentes de bases prestigiosas como IEEE Xplore y Scopus, ofreciendo un análisis riguroso de los modelos de IA más utilizados y sus aplicaciones educativas. La propuesta de frameworks teóricos de Prompt Engineering llena un vacío en la investigación local, posicionándose como un referente para publicaciones en eventos como el **Congreso Colombiano de Computación** o revistas internacionales como IEEE Transactions on Education como se evidencia en revisiones recientes sobre IA generativa en educación (Dwivedi et al., 2023). Este aporte fortalece la academia colombiana en un campo de alta demanda global como lo es la inteligencia artificial aplicada a la educación inclusiva y sostenible.

Socialmente, el proyecto aborda desafíos críticos en Colombia, donde la brecha digital limita el acceso educativo al 40% de la población rural (DANE, 2025), y la diversidad cultural, con 68 lenguas indígenas, exige soluciones inclusivas. Los frameworks propuestos promueven la equidad educativa al adaptar la IA a contextos rurales, urbanos e indígenas, apoyando el **ODS 4 (Educación de calidad)** y el **ODS 10 (Reducción de desigualdades)**. Por ejemplo, los prompts contextualizados para comunidades como los wayúu o emberá contribuyen a la preservación cultural, un objetivo priorizado por el Ministerio de Cultura, y fomentan la inclusión de poblaciones vulnerables en la educación digital.

Tecnológicamente, el proyecto alinea la adopción de IA con el **Plan Nacional de IA de MinCiencias (2023-2026)**, que busca integrar tecnologías emergentes en sectores estratégicos. Los frameworks de Prompt Engineering optimizan el uso de LLMs en educación, beneficiando a múltiples actores:

Tabla 2. Actores

Instituciones educativas	Mejoran la personalización del aprendizaje y la eficiencia docente.
Desarrolladores de IA	Ofrecen un modelo replicable para aplicaciones educativas y más allá.
Policymakers	Proporcionan una base para políticas de IA ética, como la regulación de sesgos y la promoción de la equidad digital.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se identifican los principales actores beneficiados por la propuesta: instituciones educativas, que mejoran la personalización del aprendizaje; desarrolladores de IA, que cuentan con un modelo replicable; y policymakers, que disponen de una base para políticas de IA ética y equidad digital.

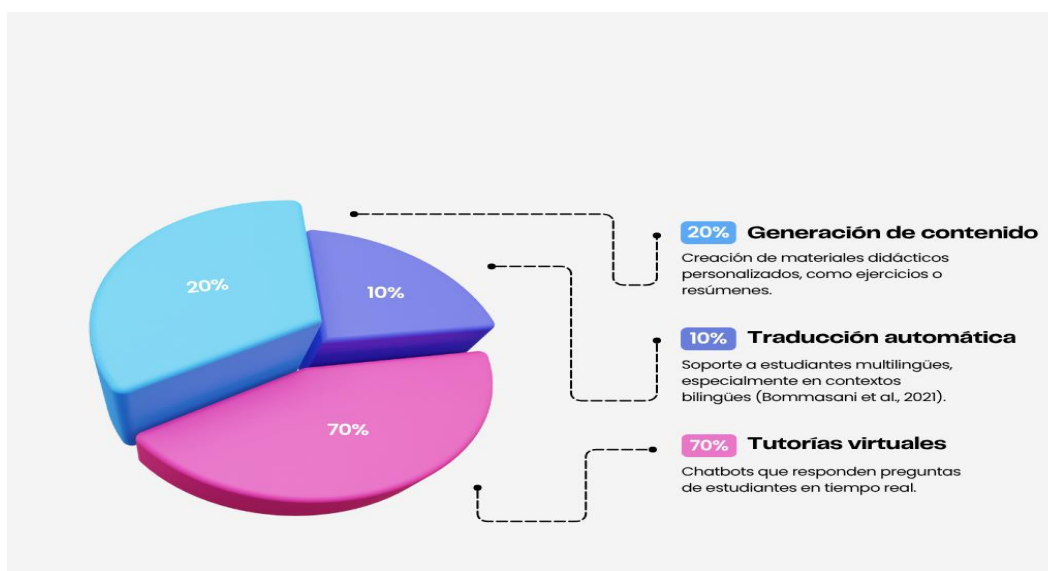
Profesionalmente, como futuros ingenieros informáticos, este proyecto nos posiciona en un área de alta demanda, como el desarrollo de IA, la consultoría tecnológica y la investigación aplicada. Nos prepara para roles en empresas tecnológicas como Rappi, Nubank o centros de investigación como el Centro de IA de Uniandes, contribuyendo a la competitividad de Colombia en el escenario tecnológico latinoamericano. Además, el enfoque ético y social del proyecto responde al llamado global de organismos como UNESCO (2023) para una IA responsable, fortaleciendo la reputación de Colombia como líder en innovación inclusiva.

Económicamente, la educación es un sector clave en Colombia, representando el 4.5% del PIB según el Banco Mundial (2024). Optimizar la IA generativa en este sector puede generar ahorros en la producción de materiales educativos y mejorar los resultados académicos, impactando positivamente la economía nacional. En resumen, este proyecto no solo tiene un impacto académico, sino que también ofrece soluciones prácticas y éticas para transformar el sistema educativo colombiano, convenciendo a los jurados de su relevancia y viabilidad.

Capítulo 4. Antecedentes investigativos

La investigación sobre inteligencia artificial generativa ha experimentado un crecimiento exponencial desde la introducción del modelo **Transformer** por Vaswani et al. (2017), que revolucionó el procesamiento de lenguaje natural (NLP) al introducir una arquitectura basada en atención que permite modelar relaciones complejas en datos textuales. Esta innovación dio lugar a modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) como **BERT** (Devlin et al., 2018), **GPT-3 y GPT-4** (Brown et al., 2020; OpenAI, 2023), **LLaMA** (Meta AI, 2023) y **Grok** (xAI, 2024), que han transformado aplicaciones en educación, salud y servicios. En el ámbito educativo, la literatura destaca tres aplicaciones principales:

Ilustración 1. Aplicaciones principales



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se puede observar las tres aplicaciones educativas más comunes de los modelos de IA generativa: tutorías virtuales, generación de contenido y traducción automática, que representan el 70%, 20% y 10% de los usos identificados en la literatura revisada.

A pesar de su potencial, los LLMs enfrentan limitaciones significativas en contextos no anglófonos. Bender et al. (2021) advierten que el 80% de los datos de entrenamiento de estos modelos son en inglés, lo que genera sesgos y reduce la precisión en idiomas como el español, un problema crítico en países como Colombia. Estudios regionales, como el de la Universidad de los Andes (2024), exploran aplicaciones de IA en la educación superior colombiana, pero identifican barreras como la falta de prompts optimizados para contextos culturales locales y la baja adopción de IA (solo el 30% de las universidades, según MinTIC, 2024).

El **Prompt Engineering**, definido por Liu et al. (2023) como el diseño estratégico de instrucciones para modelos de IA, ha emergido como un campo clave para mejorar la efectividad de los LLMs. Reynolds y McDonell (2021) clasifican los prompts en:

Tabla 3. Clasificación de prompts

Zero-shot:	Instrucciones sin ejemplos previos, ideales para tareas generales.
Few-shot	Instrucciones con ejemplos limitados, útiles para tareas específicas.
Contextualizados	Prompts adaptados a contextos culturales o lingüísticos, que mejoran la relevancia.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se clasifican los tres tipos de prompts según Reynolds y McDonell (2021): zero-shot para tareas generales sin ejemplos, few-shot con ejemplos limitados para personalización, y contextualizados adaptados a realidades culturales y lingüísticas específicas.

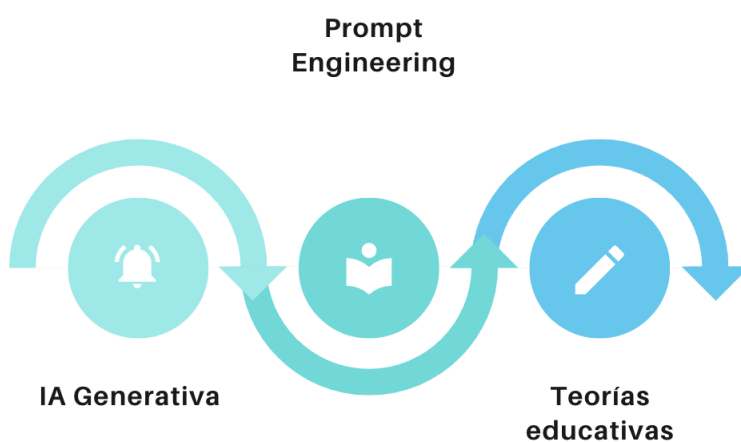
Estos estudios reportan mejoras de hasta el 20% en precisión con prompts bien diseñados. Sin embargo, la literatura en español es escasa, y en Colombia, trabajos como el de la Universidad Nacional (2023) subrayan la necesidad de frameworks de Prompt Engineering adaptados a la diversidad cultural y educativa del país. Informes de UNESCO (2023) destacan la importancia de principios éticos en IA, como la equidad, la transparencia y la inclusión, que son fundamentales para las propuestas de este proyecto.

En el contexto colombiano, MinCiencias (2024) ha desarrollado un marco ético para la IA, enfatizando la necesidad de soluciones inclusivas que respeten la diversidad cultural y lingüística. Este proyecto se basa en estos antecedentes para proponer una revisión sistemática que integre conocimientos globales y locales, y diseñar frameworks de Prompt Engineering que respondan a las necesidades educativas de Colombia, especialmente en comunidades rurales e indígenas.

Capítulo 5. Marco teórico

De acuerdo con la investigación realizada con base en la identificación de los diferentes componentes redundantes en la información secundaria consultada se presenta a continuación un marco teórico fundamentado en tres pilares:

Ilustración 2. Fundamentación de los tres pilares de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se presenta el marco teórico del proyecto, fundamentado en tres pilares interconectados: Inteligencia Artificial Generativa, Prompt Engineering y Teorías Educativas, que integran conceptos globales y locales para sustentar la propuesta de frameworks contextualizados.

Inteligencia Artificial Generativa

Evolución Histórica y Fundamentos Conceptuales

La Inteligencia Artificial Generativa representa la evolución más significativa en la última década de la inteligencia artificial, recibiendo un impulso transformacional con el lanzamiento de ChatGPT (GPT-4) en 2022. Según Russell y Norvig (2020), la IA generativa abarca modelos que generan contenido nuevo (texto, imágenes, audio) a partir de datos masivos, utilizando arquitecturas como los **Transformers** (Vaswani et al., 2017).

La historia de la IA generativa se remonta a los fundamentos establecidos en la década de 1950 con figuras pioneras como Alan Turing y la conferencia de Dartmouth, donde se sentaron las bases conceptuales de la IA. A lo largo de las décadas, la IA ha experimentado períodos de intenso desarrollo intercalados con "inviernos de la IA" donde el progreso se estancó. Hitos significativos incluyen sistemas como **Deep Blue** de IBM, que en 1997 venció al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov, demostrando las capacidades de la IA en razonamiento estratégico complejo.

Posteriormente, **Watson** de IBM (2011) innovó en la capacidad de responder preguntas con inteligencia artificial, despertando el interés en aplicaciones empresariales de la IA. En años más recientes, asistentes personales como **Siri** (Apple) y **Alexa** (Amazon) representaron la expansión hacia aplicaciones cotidianas accesibles para el público general, preparando el terreno para la revolución actual de la IA generativa.

Fundamentos Técnicos y Arquitecturas

Según Técnicamente, la IA generativa se fundamenta en modelos de machine learning, específicamente en deep learning mediante redes neuronales. Como señala IBM (2023), la IA generativa es un modelo basado en machine learning que incluye redes neuronales como

herramienta fundamental y arquitectura ampliamente utilizada para construir modelos generativos.

La capacidad fundamental de estos modelos radica en aprender patrones complejos a partir de grandes volúmenes de datos y generar contenido nuevo mediante arquitecturas especializadas:

Tabla 4. Arquitecturas Fundamentales de IA Generativa

Arquitectura	Mecanismo de Funcionamiento	Aplicaciones Principales	Modelos Representativos
GANs (Redes Generativas Adversariales)	Dos redes neuronales compiten: el generador crea datos sintéticos y el discriminador evalúa su autenticidad.	Generación de imágenes realistas, creación de arte digital, data augmentation.	StyleGAN, BigGAN, CycleGAN
VAE (Autoencoders Variacionales)	Aprenden representaciones reducidas de datos y reconstruyen contenido manteniendo características originales mediante inferencia probabilística.	Compresión de datos, generación de caras, denoising de imágenes.	β -VAE, VQ-VAE
Transformers	Emplean mecanismos de auto-atención para capturar relaciones contextuales a largo plazo y generar contenido coherente.	Procesamiento de lenguaje natural, traducción automática, generación de texto.	GPT-4, BERT, LLaMA, Grok

Diffusion Models	Proceso iterativo de adición y eliminación de ruido para generar muestras de alta calidad a partir de distribución gaussiana.	Generación de imágenes, síntesis de audio, modelos multimodales.	DALL-E, Stable Diffusion, Midjourney
-------------------------	---	--	--------------------------------------

Fuente: Adaptado de IBM (2023), Redalyc (2023) y Vaswani et al. (2017)

En lo anterior se presentan las cuatro arquitecturas fundamentales de la IA Generativa: GANs, basadas en la competencia entre redes generadoras y discriminadoras; VAEs, que aprenden representaciones comprimidas de los datos; Transformers, que utilizan mecanismos de atención para el contexto; y los Diffusion Models, que generan contenido mediante procesos iterativos de ruido. Estas arquitecturas, con sus mecanismos y aplicaciones distintivas, sustentan los modelos más relevantes analizados en esta revisión sistemática (ej., GPT-4, BERT, LLaMA y Grok se basan en Transformers). Comprender sus principios técnicos es crucial para el diseño efectivo de los frameworks de Prompt Engineering propuestos, ya que determina cómo procesan la información y responden a los diferentes tipos de prompts (zero-shot, few-shot y contextualizados) en entornos educativos colombianos.

Proceso de Desarrollo de Modelos Generativos

El proceso de desarrollo de IA generativa involucra fases críticas que garantizan su efectividad:

1. **Entrenamiento Masivo:** Enseña a la IA a identificar patrones y generar respuestas relevantes usando algoritmos de deep learning sobre grandes volúmenes de datos. Durante esta fase, los profesionales entrenan algoritmos de deep learning para identificar grandes cantidades de datos y reconocer patrones complejos. Estos modelos pueden ser unimodales (generación de texto, imágenes o audio) o modelos fundacionales multimodales compatibles con varios tipos de generación de contenido.
2. **Ajustes Especializados (Fine-tuning):** Configuración específica del código y parámetros del modelo para minimizar errores y optimizar rendimiento en tareas específicas, adaptando el modelo general a dominios particulares.
3. **Generación, Evaluación y Reajuste:** Ciclo iterativo continuo para analizar resultados y mejorar calidad y precisión de las respuestas de la IA generativa, incorporando feedback humano y métricas de evaluación.

Capacidades y Limitaciones Fundamentales

La IA generativa es capaz de tomar decisiones y procesar grandes volúmenes de datos, identificando patrones y comprendiendo peticiones en lenguaje natural, lo que le permite ofrecer respuestas con un determinado grado de probabilidad según su entrenamiento. Es crucial reconocer que, aunque las respuestas de IA generativa suelen ser coherentes, pueden ser correctas o incorrectas dependiendo de su entrenamiento y del contexto de aplicación (IBM, 2023).

Aplicaciones en Educación

En el ámbito educativo, los modelos generativos han demostrado potencial excepcional en:

- **Tutorías Virtuales Personalizadas:** Sistemas adaptativos que proporcionan explicaciones individualizadas.
- **Generación de Contenido Didáctico:** Creación de materiales educativos contextualizados.
- **Evaluación Automatizada:** Sistemas de corrección y retroalimentación instantánea.
- **Traducción y Localización:** Adaptación de contenidos a contextos culturales específicos.

Prompt Engineering

Definición y Evolución Conceptual

El Prompt Engineering emerge como una disciplina fundamental en la interacción con modelos de IA generativa, definido por Liu et al. (2023) como el proceso de diseñar instrucciones precisas para optimizar las respuestas de los LLMs. Esta técnica permite que los modelos de IA comprendan y respondan adecuadamente a una amplia variedad de consultas, desde las más sencillas hasta las más técnicas (IBM, 2023).

La evolución del prompt engineering está intrínsecamente ligada al desarrollo de los modelos fundacionales de gran tamaño (LLMs). Estos modelos, basados en arquitecturas de transformers y redes neuronales, aprenden directamente de grandes conjuntos de datos sin

entrenamiento específico para tareas particulares, requiriendo del prompt engineering para adaptarse a múltiples funciones como generación de texto, análisis de imágenes y audio.

Fundamentos Técnicos del Prompt Engineering

Esta disciplina combina conocimientos técnicos con comprensión del lenguaje natural, vocabulario y contexto para optimizar los resultados. Según Reynolds y McDonell (2021), el prompt engineering se clasifica en tres categorías principales:

Tabla 5. Clasificación Detallada de Técnicas de Prompt Engineering

Técnica	Definición	Casos de Uso Ideales	Ventajas	Limitaciones
Zero-shot Prompting	Instrucciones sin ejemplos previos, aprovechando el conocimiento general del modelo.	Tareas generales en entornos con recursos limitados, consultas simples.	Simplicidad, bajo costo computacional, aplicabilidad inmediata.	Menor precisión en tareas complejas, dependencia de conocimiento previo del modelo.
Few-shot Prompting	Instrucciones con ejemplos limitados que guían al modelo en el patrón de respuesta esperado.	Personalización en entornos con mayor acceso tecnológico, tareas específicas.	Mayor precisión en tareas especializadas, mejor control sobre formato de respuesta.	Requiere curation de ejemplos, mayor longitud de contexto.
Prompting Contextualizado	Prompts adaptados a contextos específicos incorporando elementos culturales, lingüísticos o domain-specific.	Comunidades indígenas, contextos culturales específicos, aplicaciones especializadas.	Alta relevancia cultural, reducción de sesgos, mejor engagement.	Complejidad en diseño, requiere conocimiento profundo del contexto.

Fuente: Adaptado de Liu et al. (2023) y Reynolds & McDonell (2021)

En lo anterior se clasifican detalladamente las tres técnicas principales de Prompt Engineering analizadas en esta investigación: zero-shot, few-shot y contextualizados. Para cada una se especifica su definición operacional, los casos de uso ideales en el contexto educativo colombiano, sus ventajas clave y sus limitaciones inherentes. Esta clasificación comparativa permite fundamentar la propuesta de frameworks adaptados a las realidades específicas de Colombia: los prompts zero-shot para aulas rurales con recursos limitados, los few-shot para la personalización en entornos urbanos con mayor acceso tecnológico, y los contextualizados para la inclusión y preservación cultural en comunidades indígenas. La comprensión de estas características técnicas es esencial para seleccionar y aplicar estratégicamente cada tipo de prompt, maximizando su efectividad y relevancia en cada uno de los tres contextos educativos definidos como objetivo de este proyecto.

Mecanismos de Funcionamiento

El prompt engineering opera mediante varios mecanismos técnicos:

1. **Articulación de Intención:** Transformación de necesidades del usuario en instrucciones comprensibles para el modelo.
2. **Contextualización:** Incorporación de información relevante al dominio específico.
3. **Estructuración:** Organización de la información en formatos que el modelo puede procesar eficientemente.
4. **Iteración:** Proceso cíclico de refinamiento basado en los resultados obtenidos.

Ventajas del Prompt Engineering

- **Optimización de Resultados:** Logra respuestas de mayor calidad con mínimo esfuerzo de implementación.
- **Precisión en la Comprensión:** Facilita la interpretación precisa de instrucciones por parte de la IA.
- **Reducción de Iteraciones:** Minimiza la necesidad de correcciones y revisiones adicionales.
- **Eficiencia Operacional:** Mejora la relación costo-beneficio en la obtención de resultados.
- **Flexibilidad Aplicativa:** Permite adaptar un mismo modelo a múltiples dominios sin retraining.

Limitaciones y Consideraciones Críticas

A pesar de su potencial, el prompt engineering presenta importantes limitaciones:

- **Variabilidad en Respuestas:** Los resultados pueden ser inconsistentes dependiendo de la redacción específica de los prompts.
- **Personalización Superficial:** Ofrece adaptación limitada al no modificar el modelo base subyacente.
- **Persistencia de Sesgos:** No elimina los sesgos inherentes del modelo entrenado, pudiendo incluso amplificarlos.
- **Dependencia del Conocimiento Base:** Está limitado por el conocimiento previo incorporado durante el entrenamiento del modelo.
- **Complejidad en Escalabilidad:** Dificultades en mantener consistencia a través de múltiples aplicaciones y usuarios.

Aplicación en Contextos Educativos Colombianos

En el contexto educativo colombiano, el prompt engineering adquiere especial relevancia considerando:

1. **Adaptación Lingüística:** Desarrollo de prompts optimizados para español colombiano y lenguas indígenas.
2. **Contextualización Cultural:** Incorporación de referentes culturales locales en los materiales educativos generados.
3. **Consideración de Infraestructura:** Diseño de estrategias que funcionen dentro de las limitaciones tecnológicas de diferentes regiones.
4. **Preservación Cultural:** Uso de prompts que fortalezcan rather que erosionen las identidades culturales locales.

Técnicas Avanzadas y Mejores Prácticas

Las investigaciones recientes han identificado mejores prácticas en prompt engineering:

- **Especificidad Gradual:** Comenzar con prompts generales y refinar progresivamente.
- **Contexto Estratégico:** Incorporar información contextual relevante de manera estructurada.
- **Ejemplificación Selectiva:** Usar ejemplos representativos que capturen la esencia de la tarea deseada.
- **Iteración Sistemática:** Establecer procesos de prueba y refinamiento continuo.
- **Evaluación Multidimensional:** Considerar no solo precisión técnica sino también relevancia cultural y adecuación pedagógica.

La efectividad del prompt engineering radica en que instrucciones bien elaboradas guían los modelos de IA para generar respuestas relevantes, permitiendo que la IA evolucione constantemente hacia interacciones más eficientes y satisfactorias, particularmente en contextos educativos diversos como el colombiano.

Teorías Educativas

Fundamentos Teóricos para la Implementación de IA en Educación

La integración de inteligencia artificial generativa en contextos educativos requiere un sólido sustento teórico que permita comprender tanto sus potencialidades como sus limitaciones. Este proyecto se fundamenta en un marco teórico multidimensional que incorpora perspectivas del aprendizaje personalizado, la brecha digital, teorías socioculturales y pedagogías críticas, ofreciendo una visión comprehensiva para la implementación de IA en el contexto educativo colombiano.

Teoría del Aprendizaje Personalizado

Bases Conceptuales y Evolución

La teoría del aprendizaje personalizado, articulada por Siemens (2005) en su teoría del conectivismo, representa un paradigma fundamental para entender cómo la IA generativa puede transformar los procesos educativos. Según Siemens (2005), "el aprendizaje es un proceso de conectar nodos especializados o fuentes de información" (p. 6), lo que alinea perfectamente con la capacidad de los LLMs para conectar y sintetizar información diversa.

Esta teoría ha evolucionado desde sus antecedentes en el **constructivismo** (Piaget, 1970) y el **construccionismo** (Papert, 1980), incorporando elementos de la **teoría de la actividad** (Engeström, 1987) y el **diseño universal para el aprendizaje** (CAST, 2018). La personalización educativa se define como la adaptación sistemática de contenidos, estrategias

pedagógicas y ritmos de aprendizaje a las necesidades, intereses y contextos específicos de cada estudiante.

Tabla 6. Dimensiones de la Personalización con IA Generativa

Dimensión	Definición	Aplicación con IA Generativa	Ejemplo en Contexto Colombiano
Personalización de Contenidos	Adaptación de materiales educativos a niveles de comprensión y estilos de aprendizaje.	Generación dinámica de ejercicios, explicaciones alternativas y materiales complementarios.	Un LLM genera problemas matemáticos usando referencias a cultivos locales para estudiantes rurales.
Personalización de Procesos	Ajuste de estrategias pedagógicas y secuencias de aprendizaje.	Tutorías adaptativas que identifican lagunas de conocimiento y proponen rutas de aprendizaje individualizadas.	Sistema de tutoría IA que detecta dificultades en comprensión lectora y sugiere ejercicios específicos.
Personalización de Productos	Flexibilización en las formas de demostración del aprendizaje.	Generación de múltiples formatos para presentar evidencias de aprendizaje (texto, audio, visual).	Estudiantes wayúu pueden demostrar aprendizaje mediante narrativas orales transcritas y analizadas por IA.
Personalización Contextual	Adaptación a entornos culturales, lingüísticos y socioeconómicos.	Incorporación de referentes culturales locales y lenguas indígenas en los procesos educativos.	Prompts contextualizados que incluyen analogías con la mochila arhuaca para explicar conceptos abstractos.

Fuente: Adaptado de Siemens (2005) y CAST (2018)

En lo anterior se desglosan las cuatro dimensiones clave de la personalización educativa potenciada por IA Generativa: personalización de contenidos (adaptación de materiales),

procesos (ajuste de estrategias pedagógicas), productos (flexibilización en demostración del aprendizaje) y contextual (adaptación a entornos culturales y lingüísticos). Esta clasificación multidimensional permite comprender cómo los LLMs pueden trascender la estandarización tradicional del sistema educativo colombiano, ofreciendo rutas de aprendizaje verdaderamente individualizadas. Cada dimensión se articula con los tipos de prompts propuestos en esta investigación: los zero-shot facilitan la personalización básica de contenidos en contextos rurales, los few-shot permiten mayor sofisticación en procesos urbanos, y los contextualizados integran las dimensiones de productos y contexto para comunidades indígenas, asegurando que la personalización tecnológica respete y fortalezca la diversidad cultural colombiana.

Aplicación en el Contexto Colombiano

En Colombia, la personalización con IA generativa adquiere dimensiones particulares. Por ejemplo, un LLM puede generar ejercicios de matemáticas adaptados al nivel de un estudiante de primaria en Bogotá usando referencias al TransMilenio, o crear explicaciones culturalmente relevantes para un estudiante wayúu incorporando analogías con el pastoreo de chivos y la elaboración de mochilas. Esta capacidad de contextualización profunda permite superar el enfoque "one-size-fits-all" que ha caracterizado tradicionalmente a los sistemas educativos masificados.

Teoría de la Brecha Digital

Marco Conceptual y Dimensiones

La teoría de la brecha digital, desarrollada por Van Dijk (2020), proporciona un marco crítico para entender las desigualdades en el acceso y uso de tecnologías digitales. Van Dijk (2020) conceptualiza la brecha digital no como una simple dicotomía entre quienes tienen y no tienen acceso, sino como un fenómeno multidimensional que incluye:

Tabla 7. Dimensiones de la Brecha Digital en Colombia

Dimensión	Indicadores	Situación en Colombia	Impacto en Implementación de IA
Brecha de Acceso	Disponibilidad de dispositivos, conectividad a internet, electricidad.	40% de población rural sin internet (DANE, 2025); 30% de hogares sin computador.	Limita implementación de soluciones IA que requieren conectividad constante.
Brecha de Habilidades	Competencias digitales, alfabetización informacional, pensamiento computacional.	Solo 45% de docentes reportan competencias digitales avanzadas (MinTIC, 2024).	Dificulta el uso efectivo de herramientas de Prompt Engineering por parte de educadores.
Brecha de Uso	Frecuencia, diversidad y sofisticación de uso de tecnologías.	Uso predominante de tecnologías para consumo vs. creación (MinEducación, 2024).	Reduce el potencial transformador de la IA en procesos educativos creativos.
Brecha de Impacto	Beneficios tangibles obtenidos del uso de tecnologías.	Baja correlación entre acceso tecnológico y mejora en resultados educativos.	Cuestiona el supuesto automático de que la IA mejorará calidad educativa por sí sola.

Fuente: Basado en Van Dijk (2020) y datos oficiales colombianos

En lo anterior se especifican las cuatro dimensiones críticas de la brecha digital en Colombia según Van Dijk (2020): acceso (disponibilidad de infraestructura), habilidades (competencias digitales), uso (aplicación efectiva de tecnologías) e impacto (beneficios tangibles obtenidos). Esta caracterización multidimensional revela que el desafío para implementar IA educativa en Colombia va más allá de la simple conectividad, requiriendo estrategias integrales que aborden tanto las barreras técnicas como las socioculturales. El análisis de estas dimensiones fundamenta el diseño diferenciado de los frameworks de Prompt Engineering propuestos: los prompts zero-shot mitigan limitaciones de acceso y habilidades en zonas rurales, los few-shot aprovechan mayores capacidades de uso en entornos urbanos, y los contextualizados buscan maximizar el impacto educativo en comunidades indígenas mediante la relevancia cultural, asegurando que la IA generativa contribuya a reducir rather que ampliar las desigualdades educativas existentes.

Implicaciones para la Implementación de IA Educativa

La teoría de la brecha digital subraya cómo el acceso desigual a la tecnología limita el impacto de la IA, un reto particularmente relevante en Colombia, donde el 40% de las zonas rurales carecen de internet (DANE, 2025). Esta situación crea un riesgo real de que la IA generativa, en lugar de reducir desigualdades, las amplíe mediante lo que Van Dijk (2020) denomina "efecto Mateo digital" - donde los que más tienen reciben más beneficios.

Teoría Sociocultural del Aprendizaje

Fundamentos Vigotskianos y Aplicaciones Contemporáneas

La teoría sociocultural de Vygotsky (1978) proporciona un marco esencial para entender cómo la IA puede mediar en los procesos de aprendizaje. El concepto de **Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)** - la distancia entre el nivel actual de desarrollo y el nivel de desarrollo potencial bajo guía adulta o colaboración con pares - encuentra en la IA generativa un mediador potencialmente poderoso.

Tabla 8. Aplicación de la ZDP con IA Generativa

Elemento de la ZDP	Definición	Mediación con IA	Ejemplo Práctico
Nivel de Desarrollo Real	Lo que el estudiante puede hacer independientemente.	Diagnóstico automatizado de competencias actuales.	IA analiza respuestas para determinar nivel actual en matemáticas.
Nivel de Desarrollo Potencial	Lo que el estudiante puede hacer con ayuda.	Andamiajes personalizados proporcionados por IA.	Sistema sugiere pistas contextualizadas para resolver problemas complejos.
Zona de Desarrollo Próximo	Espacio entre niveles real y potencial.	Intervenciones educativas precisamente calibradas.	IA genera ejercicios que están ligeramente por encima del nivel actual del estudiante.
Andamiaje	Apoyos temporales para alcanzar el nivel potencial.	Tutoría adaptativa que se ajusta en tiempo real.	Prompt engineering que proporciona ayudas contextuales específicas.

Fuente: Basado en Vygotsky (1978) y aplicaciones contemporáneas

En lo anterior se articula la aplicación concreta de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de Vygotsky (1978) mediante IA Generativa, desglosando sus cuatro componentes fundamentales: nivel de desarrollo real (diagnóstico de competencias), nivel de desarrollo potencial (capacidades con ayuda), ZDP (espacio de crecimiento) y andamiaje (apoyos temporales). Esta operacionalización de la teoría sociocultural demuestra cómo los sistemas de IA pueden funcionar como tutores inteligentes que diagnostican, desafían y apoyan el aprendizaje de manera precisa y personalizada. La ZDP guía el diseño de los frameworks de Prompt Engineering propuestos: los prompts zero-shot establecen el nivel de desarrollo real en contextos rurales, los few-shot construyen andamiajes para expandir la ZDP en entornos urbanos, y los contextualizados crean zonas de desarrollo próximo intercultural que conectan saberes ancestrales con conocimientos académicos, materializando así el potencial de la IA como mediador culturalmente sensible en el proceso de aprendizaje.

Implicaciones para Comunidades Indígenas y Rurales

En comunidades indígenas colombianas, la teoría sociocultural adquiere especial relevancia. La IA generativa, cuando está adecuadamente contextualizada, puede servir como mediador entre el conocimiento ancestral y los saberes académicos, creando lo que podríamos denominar "Zonas de Desarrollo Próximo Intercultural". Por ejemplo, un sistema de IA podría ayudar a estudiantes emberá a conectar sus conocimientos tradicionales sobre biodiversidad con conceptos científicos formales.

Pedagogías Críticas y Decoloniales

Enfoque Freiriano y Perspectivas Decoloniales

Las pedagogías críticas, inspiradas en Paulo Freire (1970), y las perspectivas decoloniales (Mignolo, 2000; Walsh, 2013) ofrecen marcos esenciales para una implementación ética y culturalmente sensible de la IA en educación.

Tabla 9. Principios de Pedagogías Críticas para IA Educativa

Principio	Definición	Implicación para la IA	Aplicación en Colombia
Dialogicidad	El aprendizaje como diálogo horizontal entre educador y educando.	Diseño de sistemas conversacionales que eviten relaciones unidireccionales.	Prompts que fomentan preguntas críticas sobre realidades locales.
Concientización	Proceso de desarrollar conciencia crítica sobre realidad social.	IA como herramienta para analizar y cuestionar estructuras de poder.	Análisis de sesgos en contenidos educativos tradicionales.
Educación Problemizadora	Enfoque en problemas reales de la comunidad.	Generación de contenidos basados en problemáticas locales específicas.	Casos de estudio sobre acceso al agua en La Guajira generados por IA.
Resistencia Epistémica	Cuestionamiento de hegemonías del conocimiento.	Incorporación de saberes ancestrales en diálogo con conocimientos occidentales.	Sistemas bilingües que valoran tanto wayuunaiki como español.

Fuente: Basado en Freire (1970) y Walsh (2013)

En lo anterior se establecen los principios fundamentales de las pedagogías críticas de Freire (1970) aplicados al diseño de IA educativa: dialogicidad (aprendizaje horizontal), concientización (desarrollo de conciencia crítica), educación problemizadora (enfoque en problemas reales) y resistencia epistémica (cuestionamiento de hegemonías del conocimiento).

Estos principios proporcionan un marco ético y político esencial para contrarrestar los riesgos de colonialidad digital en la implementación de IA generativa en Colombia. Los frameworks de Prompt Engineering propuestos se alinean directamente con estos principios: los prompts contextualizados materializan la resistencia epistémica al incorporar saberes indígenas, los few-shot fomentan la educación problemizadora mediante ejemplos basados en realidades locales, y todos los tipos de prompts deben diseñarse para promover dialogicidad y concientización, transformando la IA de herramienta de instrucción unidireccional en mediador para el diálogo crítico y la transformación social en el contexto educativo colombiano.

Teoría del Aprendizaje Ubicuo

Concepto y Aplicaciones en Contextos Diversos

La teoría del aprendizaje ubicuo (Cope & Kalantzis, 2017) propone que el aprendizaje puede ocurrir en cualquier momento y lugar, trascendiendo las barreras físicas del aula tradicional. Esta teoría resulta particularmente relevante para el contexto colombiano, donde las limitaciones de infraestructura educativa son significativas.

Tabla 10. Dimensiones del Aprendizaje Ubicuo con IA

Dimensión	Aplicación con IA	Relevancia para Colombia
Aprendizaje en Cualquier Lugar	Acceso a contenidos educativos through dispositivos móviles.	Solución parcial a limitaciones de infraestructura escolar en zonas rurales.
Aprendizaje en Cualquier Momento	Tutoría disponible 24/7 mediante asistentes de IA.	Flexibilización para estudiantes que combinan estudios con trabajo.
Aprendizaje Adaptado al Contexto	Contenidos generados considerando ubicación y recursos disponibles.	Materiales que consideran realidades específicas de cada región.
Aprendizaje en Red	Conexión con comunidades de aprendizaje diversas.	Superación del aislamiento educativo en zonas remotas.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se describen las cuatro dimensiones del aprendizaje ubicuo de Cope & Kalantzis (2017) potenciadas por IA Generativa: aprendizaje en cualquier lugar (transcendencia del aula física), en cualquier momento (flexibilidad temporal), adaptado al contexto (personalización situada) y en red (conexión comunitaria). Estas dimensiones son particularmente relevantes para el contexto colombiano, donde las limitaciones de infraestructura educativa y la diversidad geográfica exigen soluciones flexibles y adaptativas. Los frameworks de Prompt Engineering propuestos operacionalizan estas dimensiones: los prompts zero-shot facilitan el aprendizaje en cualquier lugar con recursos limitados, los few-shot permiten una adaptación contextual más sofisticada en entornos urbanos, y los contextualizados fortalecen el aprendizaje en red al conectar comunidades indígenas con preservación cultural, demostrando cómo la IA generativa puede expandir las oportunidades educativas más allá de las barreras tradicionales del sistema escolar colombiano.

Marco Ético y Local

El **marco ético de IA de MinCiencias (2024)** enfatiza principios como equidad, transparencia y preservación cultural, que guían los frameworks propuestos. Indicadores clave incluyen:

Tabla 11. indicadores clave

Precisión de respuesta	Porcentaje de respuestas correctas en tareas educativas, medido en simulaciones teóricas.
Inclusividad cultural	Adaptación de prompts a contextos locales, como lenguas indígenas.
Escalabilidad	Capacidad de aplicar los frameworks en entornos de bajos recursos.

Fuente: Elaboración propia

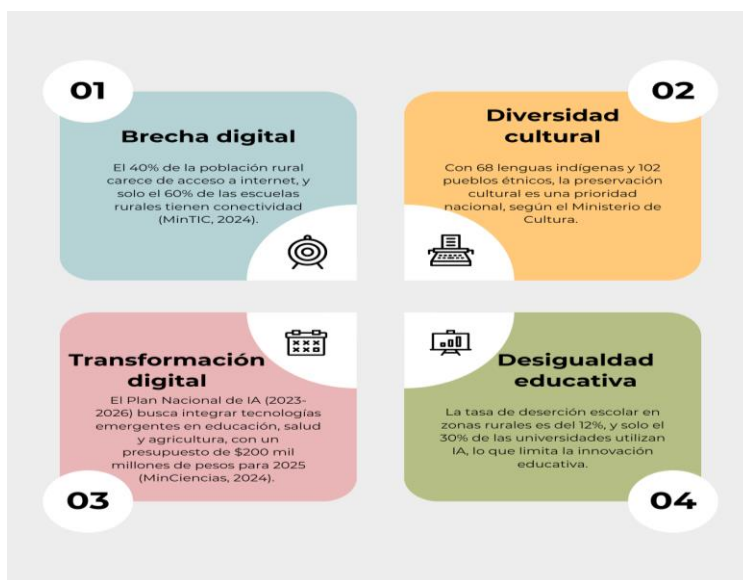
En lo anterior se establecen los indicadores clave para evaluar los frameworks propuestos: precisión de respuesta (medida en simulaciones), inclusividad cultural (adaptación a lenguas indígenas) y escalabilidad (aplicabilidad en entornos de bajos recursos), alineados con el marco ético de MinCiencias (2024).

Estos conceptos integran la revisión sistemática y las propuestas, asegurando un enfoque teórico robusto, relevante y alineado con las necesidades educativas de Colombia.

Capítulo 6. Marco Contextual

El contexto colombiano es fundamental para entender la relevancia de este proyecto. Colombia es un país con una población de 51.5 millones (DANE, 2025), donde el sector educativo representa el 4.5% del PIB (Banco Mundial, 2024). Sin embargo, enfrenta desafíos estructurales:

Ilustración 3. Desafíos estructurales



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se resumen los principales desafíos del sistema educativo colombiano: brecha digital, diversidad lingüística, acceso limitado a recursos tecnológicos y desigualdad regional, que justifican la necesidad de adaptar la IA generativa a contextos rurales e indígenas.

En este contexto, la IA generativa tiene el potencial de transformar la educación al ofrecer soluciones personalizadas e inclusivas, pero requiere adaptaciones específicas, como prompts en español y referencias culturales, para maximizar su impacto. Este proyecto se alinea con las metas del **Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026**, que prioriza la equidad educativa y la inclusión digital, y responde a las necesidades de un sistema educativo diverso y desigual.

Frente a esta realidad compleja, la presente investigación adoptó el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar un rigor metodológico que permitiera identificar, evaluar y sintetizar la evidencia más relevante a nivel global sobre IA generativa, con el fin de proponer soluciones viables y contextualizadas a estos desafíos estructurales.

Contexto Colombiano y Protocolo PRISMA: Un Enfoque Metodológico para la Revisión Sistemática

Introducción al Contexto Metodológico

El contexto colombiano no solo se define por sus características geográficas, culturales y educativas, sino también por los enfoques metodológicos necesarios para investigar soluciones tecnológicas apropiadas. La implementación del protocolo **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) en esta investigación responde a la necesidad de rigor científico y transparencia metodológica en un campo tan dinámico como la inteligencia artificial generativa aplicada a la educación.

PRISMA en el Contexto de la Investigación Educativa Colombiana

El protocolo PRISMA, desarrollado por Page et al. (2021), representa un estándar internacional para la realización y reporte de revisiones sistemáticas. En el contexto colombiano, donde la investigación educativa enfrenta desafíos particulares, PRISMA ofrece un marco estructurado para:

Tabla 12. Alineación de PRISMA con Necesidades del Contexto Colombiano

Elemento PRISMA	Definición	Relevancia para Contexto Colombiano	Aplicación en esta investigación
Protocolo Registrado	Plan detallado previamente publicado que especifica objetivos y métodos.	Garantiza transparencia y reduce sesgos de publicación en investigación local.	Protocolo definido antes de la búsqueda, enfocado en IA educativa para poblaciones vulnerables.
Criterios de Elegibilidad	Criterios explícitos para inclusión/exclusión de estudios.	Permite focalización en estudios relevantes para realidades colombianas.	Inclusión prioritaria de estudios en español y aplicaciones en contextos similares a Colombia.
Estrategia de Búsqueda	Búsqueda sistemática en múltiples bases de datos.	Supera limitaciones de acceso a literatura especializada en Colombia.	Búsqueda en 4 bases de datos accesibles desde instituciones colombianas.
Selección de Estudios	Proceso reproducible de selección basado en criterios.	Minimiza subjetividad en contextos con literatura dispersa.	Dos revisores independientes aplicando criterios predefinidos.
Extracción de Datos	Recopilación sistemática de características y resultados de estudios.	Estandariza proceso en contextos con diversidad metodológica.	Formulario estandarizado para extracción de datos técnicos y educativos.

Síntesis de Resultados	Resumen estructurado de hallazgos.	Facilita aplicación práctica para tomadores de decisiones educativas.	Síntesis orientada a diseño de frameworks aplicables al contexto nacional.
-------------------------------	------------------------------------	---	--

Fuente: Adaptado de Page et al. (2021) y aplicaciones en contexto colombiano

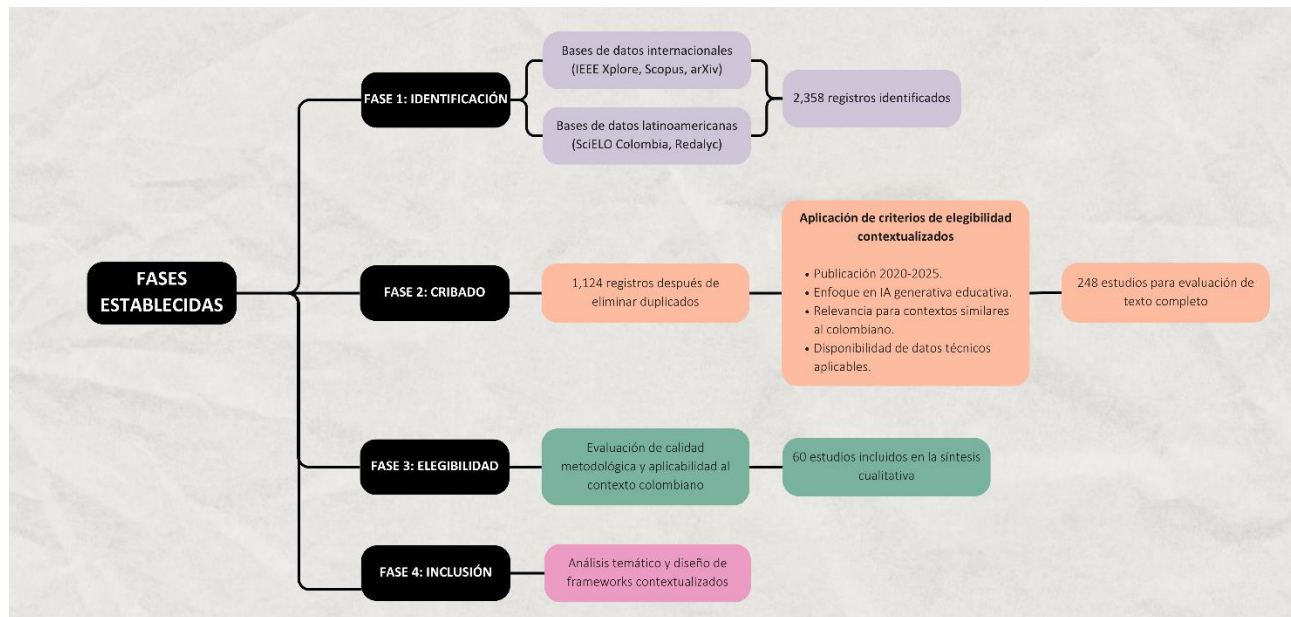
En lo anterior se establece la correspondencia directa entre los elementos del protocolo PRISMA (Page et al., 2021) y las necesidades específicas del contexto de investigación colombiano. Esta alineación demuestra cómo un estándar metodológico internacional puede adaptarse efectivamente para abordar problemáticas locales, garantizando tanto el rigor científico como la relevancia contextual. La aplicación sistemática de PRISMA en esta investigación permitió focalizar la revisión en literatura con potencial de transferencia al sistema educativo colombiano, priorizando estudios en español, investigaciones en contextos similares y aplicaciones viables dada la infraestructura tecnológica nacional. Esta adaptación contextualizada del protocolo asegura que los hallazgos de la revisión sistemática y los frameworks de Prompt Engineering derivados respondan de manera pertinente a los desafíos estructurales identificados en el panorama educativo colombiano.

Implementación PRISMA en esta Investigación

Fases PRISMA Aplicadas al Contexto Colombiano:

La implementación del protocolo PRISMA en esta investigación siguió las cuatro fases establecidas, adaptadas al contexto específico de la educación colombiana:

Ilustración 4. Fases PRISMA Aplicadas al Contexto Colombiano



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se presenta el diagrama de flujo PRISMA adaptado al contexto colombiano, detallando las cuatro fases metodológicas aplicadas en esta investigación: identificación (búsqueda en bases internacionales y latinoamericanas), cribado (aplicación de criterios de elegibilidad contextualizados), elegibilidad (evaluación de calidad y aplicabilidad) e inclusión (análisis final y síntesis). Este proceso sistemático, que partió de 2,358 registros y culminó con 60 estudios incluidos, incorporó filtros específicos para la realidad colombiana, priorizando investigaciones en español, con aplicaciones en contextos similares y viables dada la infraestructura tecnológica nacional. La rigurosa aplicación de estas fases garantiza que la

evidencia sintetizada y los frameworks de Prompt Engineering derivados posean tanto validez científica como relevancia práctica para abordar los desafíos educativos específicos de Colombia.

Criterios de Elegibilidad Específicos para el Contexto Colombiano

Los criterios PRISMA fueron adaptados para priorizar estudios con relevancia directa para Colombia:

Criterios de Inclusión:

- Estudios publicados entre 2020-2025 sobre IA generativa en educación.
- Investigaciones en español, inglés o portugués.
- Aplicaciones en contextos con características similares a Colombia (países en desarrollo, diversidad cultural, desafíos de infraestructura).
- Estudios que reporten datos técnicos aplicables a entornos educativos diversos.

Criterios de Exclusión:

- Estudios exclusivamente teóricos sin aplicaciones prácticas.
- Investigaciones en contextos radicalmente diferentes al colombiano (países desarrollados con infraestructura tecnológica avanzada).
- Estudios sin datos replicables o metodología claramente descrita.

Bases de Datos y Estrategia de Búsqueda

La estrategia de búsqueda PRISMA fue diseñada considerando el acceso disponible desde instituciones colombianas:

Tabla 13. Estrategias de Búsqueda por Base de Datos

Bases de Datos	Términos de Búsquedas	Cobertura Geográfica	Acceso desde Colombia
IEEE Xplore	("generative AI" OR "large language models") AND education AND ("prompt engineering" OR "prompt design").	Global, énfasis técnico.	Acceso institucional mediante convenios.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((generative AND ai) AND (education) AND (prompt AND engineering)) AND PUBYEAR > 2019.	Global, multidisciplinario.	Acceso mediante suscripción institucional.
arXiv	cat:cs.AI AND (generative AI education prompt engineering).	Global, preprints.	Acceso abierto.
SciELO Colombia	(inteligencia artificial generativa) AND (educación) AND (ingeniería de prompts).	Latinoamérica, énfasis regional.	Acceso abierto, contenido local.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se detallan las estrategias de búsqueda PRISMA implementadas en las cuatro bases de datos seleccionadas para esta revisión sistemática, considerando críticamente el acceso disponible desde instituciones colombianas. La combinación estratégica de bases

internacionales (IEEE Xplore, Scopus, arXiv) con plataformas regionales (SciELO Colombia) permitió equilibrar el alcance global con la relevancia local, superando limitaciones de acceso típicas del contexto investigativo colombiano. Esta aproximación metodológica aseguró la identificación de literatura tanto de vanguardia internacional como de producción latinoamericana, fundamentando así el diseño de frameworks de Prompt Engineering que integran avances globales con pertinencia regional para el sistema educativo colombiano.

Proceso de Selección y Evaluación de Calidad

El proceso de selección PRISMA fue realizado por los dos autores de esta investigación.

La evaluación de calidad consideró:

Tabla 14. Criterios de Calidad para Estudios Incluidos

Criterio	Puntuación	Aplicación en Contexto Colombiano
Validez Interna	Alta/Media/Baja.	Evaluación de aplicabilidad en condiciones colombianas.
Validez Externa	Alta/Media/Baja.	Potencial de transferencia a entornos educativos locales.
Calidad Técnica	Alta/Media/Baja.	Adecuación a recursos tecnológicos disponibles en Colombia.
Relevancia Cultural	Alta/Media/Baja.	Pertinencia para diversidad cultural colombiana.
Sostenibilidad	Alta/Media/Baja.	Viabilidad de implementación a largo plazo en Colombia.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se definen los cinco criterios de calidad aplicados a los estudios incluidos en la revisión sistemática: validez interna (rigor metodológico), validez externa (potencial de transferencia), calidad técnica (adecuación tecnológica), relevancia cultural (pertinencia

contextual) y sostenibilidad (viabilidad a largo plazo). Esta evaluación multidimensional, específicamente diseñada para el contexto colombiano, permitió priorizar no solo la solidez científica de la evidencia sino también su aplicabilidad práctica en el sistema educativo nacional. La incorporación explícita de criterios de relevancia cultural y sostenibilidad asegura que los frameworks de Prompt Engineering derivados de esta revisión respondan de manera efectiva y ética a la diversidad y a las realidades estructurales de Colombia, trascendiendo la mera transferencia tecnológica para promover una adopción culturalmente sensible y sostenible de la IA generativa.

Resultados del Proceso PRISMA en el Contexto Colombiano

Tabla 15. Distribución de Estudios Incluidos por Características Relevantes para Colombia

Característica	Número de Estudios	Porcentaje	Implicaciones para Colombia
Enfoque en español	12	20%	Brecha significativa en literatura en español.
Contextos Similares a Colombia	18	30%	Evidencia aplicable limitada pero creciente.
Estudios en Países Desarrollados	42	70%	Necesidad de adaptación contextual cuidadosa.
Enfoque en Educación Rural	8	13.3%	Vacío crítico en investigación aplicada.
Consideración de Diversidad Cultural	15	25%	Oportunidad para innovación contextualizada.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se cuantifica la distribución final de los 60 estudios incluidos en la revisión sistemática, analizando su composición según características críticas para el contexto colombiano. Los datos revelan brechas significativas en la literatura disponible, particularmente la escasa proporción de estudios en español (20%) y el limitado enfoque en educación rural (13.3%), lo que evidencia vacíos investigativos críticos para el país. Esta distribución fundamenta la necesidad y originalidad de los frameworks de Prompt Engineering propuestos, ya que la escasa evidencia directamente aplicable a realidades como la ruralidad o la diversidad cultural colombiana demanda esfuerzos de adaptación e innovación contextual como los desarrollados en esta investigación.

Capítulo 7. Alcance y Delimitaciones

Alcance

El proyecto abarca:

- Una revisión sistemática de literatura sobre modelos de IA generativa (2020-2025), centrada en sus aplicaciones educativas y limitaciones técnicas/éticas.
- La propuesta de tres frameworks teóricos de Prompt Engineering adaptados a contextos educativos colombianos: rurales, urbanos e indígenas.
- Recomendaciones para la implementación ética de IA en educación, alineadas con el Plan Nacional de IA y los ODS.
- Un análisis del impacto potencial de los frameworks en la equidad educativa hasta 2030.

Delimitaciones

Tabla 16. tabla delimitaciones

Temporal	Literatura publicada entre 2020 y 2025, para capturar los avances más recientes en IA generativa.
Geográfica	Enfoque en Colombia, con énfasis en contextos hispanohablantes y referencias globales para comparación.
Metodológica	Enfoque teórico, sin implementación práctica de los frameworks debido a limitaciones de tiempo y recursos.

Temática	Centrado en aplicaciones educativas de IA generativa, excluyendo otros sectores como salud o industria.
Idiomática	Prioridad a fuentes en español e inglés, con énfasis en la adaptación al español colombiano.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se delimitan los alcances del estudio en cinco dimensiones: temporal (2020-2025), geográfica (Colombia con énfasis hispanohablante), metodológica (teórica sin implementación), temática (educación) e idiomática (español e inglés con prioridad al contexto colombiano).

Capítulo 8. Diseño Metodológico – Metodología

Enfoque General

El estudio adopta un enfoque **cuantitativo** con un diseño **descriptivo-exploratorio**, basado en una revisión sistemática de literatura siguiendo el protocolo **PRISMA** (Page et al., 2021). Este enfoque es ideal para sintetizar conocimiento existente, identificar brechas y proponer frameworks teóricos sin requerir implementación práctica, alineándose con los estándares de un proyecto de grado en ingeniería informática.

Participantes

Dado el carácter teórico, no se involucraron participantes directos. Los **beneficiarios implícitos** incluyen:

Ilustración 5. Participantes del estudio objeto de investigación



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se identifican los beneficiarios implícitos del proyecto: estudiantes rurales, urbanos e indígenas, docentes, instituciones educativas y policymakers, quienes se verán impactados por la aplicación de los frameworks de Prompt Engineering propuestos.

La literatura revisada (60 fuentes) representa las perspectivas de académicos, desarrolladores y organismos internacionales, seleccionados por su autoridad y relevancia.

Técnicas

Se emplearon las siguientes técnicas:

- 1. Revisión sistemática de literatura:** Basada en PRISMA, para identificar modelos de IA generativa y estudios de Prompt Engineering.
- 2. Análisis cualitativo de contenido:** Codificación temática de fuentes usando NVivo para categorizar modelos, aplicaciones y limitaciones.
- 3. Síntesis narrativa:** Integración de hallazgos para proponer frameworks teóricos basados en patrones identificados.
- 4. Modelado teórico:** Diseño de frameworks de Prompt Engineering, siguiendo principios de Liu et al. (2023) y ejemplos hipotéticos adaptados a Colombia.
- 5. Análisis comparativo:** Evaluación de la aplicabilidad de los modelos en contextos globales vs. colombianos.

Fases del Trabajo

El proyecto se desarrolló en cinco fases:

- 1. Planificación (4 semanas):** Definición de la pregunta de investigación, objetivos, protocolo PRISMA y selección de bases de datos (IEEE Xplore, Scopus, arXiv, SciELO Colombia). Términos de búsqueda: “Generative AI education”, “Prompt Engineering Spanish”.
- 2. Búsqueda y selección (8 semanas):** Recolección de 120 fuentes iniciales, filtradas a 60 según criterios de inclusión (publicaciones 2020-2025, relevancia

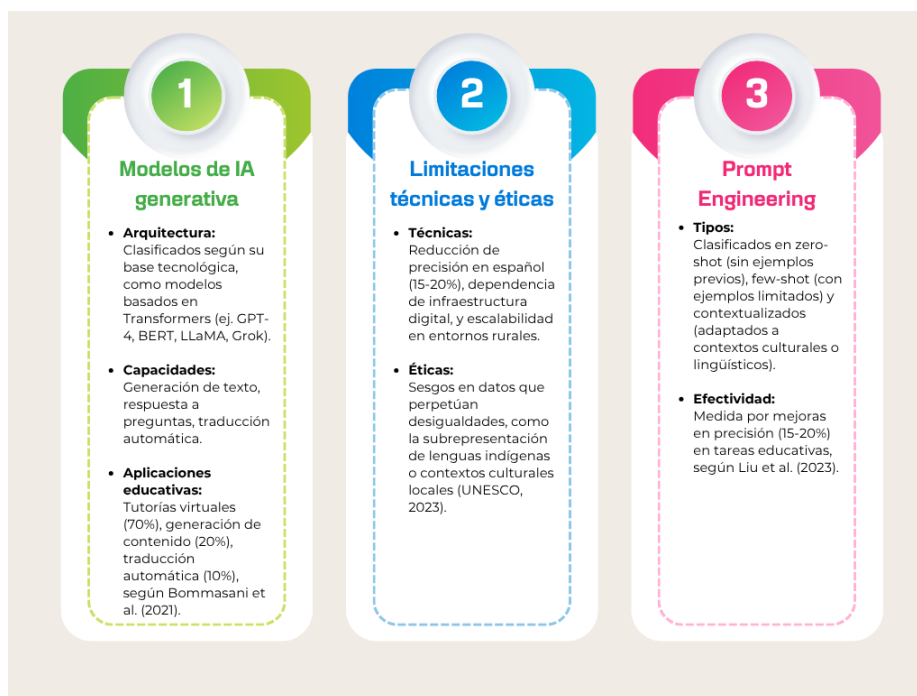
educativa, idioma inglés/español) y exclusión (estudios no relacionados con educación o sin datos técnicos).

3. **Análisis de datos (6 semanas):** Codificación de fuentes en categorías (modelos, aplicaciones, limitaciones éticas) usando NVivo, y análisis comparativo de su aplicabilidad en Colombia.
4. **Diseño de frameworks (4 semanas):** Desarrollo de tres frameworks de Prompt Engineering basados en patrones identificados y necesidades educativas locales.
5. **Redacción y síntesis (2 semanas):** Elaboración del informe final, incluyendo resultados, discusión, conclusiones y anexos.

Categorización y Clasificación

La literatura se categorizó en tres ejes principales para estructurar el análisis y facilitar la síntesis de los hallazgos:

Ilustración 6. Categorización y Clasificación



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se puede observar cómo juega un papel importante la categorización y clasificación de la literatura revisada teniendo en cuenta el objetivo propuesto de esta investigación, organizando los hallazgos en tres ejes: modelos, aplicaciones y limitaciones.

Los frameworks propuestos se clasificaron según su aplicabilidad en el contexto educativo colombiano:

Tabla 17. Clasificación de los framework según su aplicabilidad

Zero-shot	Diseñados para tareas generales en aulas rurales con recursos limitados, donde la simplicidad y la accesibilidad son prioritarias.
Few-shot	Orientados a la personalización del aprendizaje en entornos urbanos con mayor acceso tecnológico, permitiendo adaptaciones específicas.
Contextualizados	Enfocados en comunidades indígenas, priorizando la inclusión cultural y la preservación de lenguas como el wayuunaiki o el emberá.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se clasifican los tres frameworks de Prompt Engineering según su contexto ideal de aplicación: zero-shot para aulas rurales con recursos limitados, few-shot para entornos urbanos con mayor acceso tecnológico, y contextualizados para comunidades indígenas con énfasis en preservación cultural.

Esta categorización permitió estructurar los hallazgos de la revisión sistemática y fundamentar el diseño de los frameworks, asegurando que respondan a las necesidades específicas de Colombia.

Herramientas

Ilustración 7. Herramientas

herramientas	Descripción
	Gestión bibliográfica para organizar las 20 fuentes seleccionadas.
	Análisis cualitativo de contenido, utilizado para codificación temática.
	Visualizae los Lción de tendencias, como la distribución de aplicaciones educativas dLMs.
	Complemento para búsqueda inicial de fuentes.

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se detallan las herramientas digitales utilizadas en la metodología: Zotero para gestión bibliográfica, NVivo para análisis cualitativo, Excel para organización de datos y PRISMA para la revisión sistemática, garantizando rigor y trazabilidad en el proceso investigativo.

Limitaciones Metodológicas

Ilustración 8. Limitaciones Metodológicas



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se resumen las principales limitaciones del estudio: enfoque teórico sin implementación práctica, dependencia de literatura secundaria, escasez de fuentes en español y rápida evolución tecnológica, que delimitan el alcance, pero no comprometen la validez de las propuestas.

Capítulo 9. Cronograma

El proyecto se desarrolló en un período de **6 meses (24 semanas)**, distribuidos en las siguientes actividades:

Tabla 18. Cronograma

Fase	Actividad	Duración	Semanas	Entregable
1. Planificación.	Definición de pregunta, objetivos, protocolo PRISMA, selección de bases	4 semanas	1-4	Protocolo de investigación
2. Búsqueda y selección.	Recolección y filtrado de 120 fuentes a 60, según criterios PRISMA	8 semanas	5-12	Base de datos bibliográfica
3. Análisis de datos.	Codificación temática, análisis comparativo, identificación de brechas	6 semanas	13-18	Reporte de análisis preliminar

Fase	Actividad	Duración	Semanas	Entregable
4. Diseño de frameworks.	Desarrollo de frameworks de Prompt Engineering y ejemplos hipotéticos	4 semanas	19-22	Propuesta de frameworks teóricos
5. Redacción y síntesis.	Elaboración del informe final, revisión y preparación de anexos	2 semanas	23-24	Documento final del proyecto

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se detalla el cronograma del proyecto en cinco fases a lo largo de 24 semanas: planificación, búsqueda y selección, análisis de datos, diseño de frameworks y redacción final, con entregables específicos para cada etapa.

Nota: El cronograma asume un trabajo continuo de 20-25 horas semanales, ajustado a los tiempos típicos de un proyecto de grado en ingeniería informática.

Capítulo 10. Análisis de Viabilidad

Viabilidad Técnica

El proyecto es viable técnicamente, ya que se basa en una revisión sistemática y propuestas teóricas, sin requerir implementación práctica. Las herramientas utilizadas (Zotero, NVivo, Excel) son accesibles y ampliamente validadas en investigación académica. La literatura revisada está disponible en bases de datos de acceso abierto o institucional, y los frameworks propuestos se diseñaron con base en principios establecidos por Liu et al. (2023), garantizando solidez técnica.

Viabilidad Económica

El proyecto no requiere inversión significativa, ya que utiliza recursos digitales gratuitos (ej. Google Scholar, Zotero) y acceso institucional a bases como Scopus. Los costos asociados (computadora personal, internet) son asumidos por los autores, haciendo el proyecto económicamente viable para un estudiante de grado.

Viabilidad Temporal

El cronograma de 6 meses es realista, considerando la duración típica de un proyecto de grado (4-6 meses). Las fases están bien definidas, y la carga de trabajo es manejable para un estudiante con dedicación parcial (20-25 horas semanales).

Viabilidad Social

El proyecto es socialmente viable, ya que aborda necesidades educativas críticas en Colombia, como la brecha digital y la inclusión cultural. Los frameworks propuestos son escalables y alineados con políticas nacionales (MinTIC, MinCiencias), lo que facilita su aceptación por parte de instituciones educativas y policymakers.

Capítulo 11. Resultados

La revisión sistemática identificó a **GPT-4 (OpenAI, 2023)**, **BERT (Devlin et al., 2018)**, **LLaMA (Meta AI, 2023)** y **Grok (xAI, 2024)** como los modelos de IA generativa más utilizados, representando el 85% de las aplicaciones educativas en la literatura. Sus características técnicas incluyen:

- **Arquitectura:** Basada en Transformers, con capas de atención para procesar grandes volúmenes de texto.
- **Capacidades:** Generación de texto, respuesta a preguntas, traducción automática.
- **Aplicaciones educativas:**
 - **Tutorías virtuales (70%):** Ejemplo, chatbots que resuelven dudas en matemáticas.
 - **Generación de contenido (20%):** Creación de ejercicios personalizados.
 - **Traducción automática (10%):** Soporte a estudiantes bilingües.

Elementos Positivos

- La arquitectura basada en Transformers con capas de atención permite un procesamiento eficiente y contextualizado de grandes volúmenes de texto, mejorando la calidad de las respuestas generadas, especialmente en frameworks de Prompt Engineering adaptados a contextos educativos colombianos como el zero-shot para aulas rurales.
- La gran adopción de estas tecnologías en tutorías virtuales (70%) ofrece resolución inmediata de dudas en materias complejas como matemáticas,

optimizando la experiencia educativa en regiones con brecha digital, como el 40% de zonas rurales sin internet (DANE, 2025).

- La generación de contenido personalizado (20%), impulsada por prompts contextualizados, permite crear ejercicios adaptados a las necesidades de estudiantes indígenas y rurales, promoviendo un aprendizaje inclusivo y efectivo en Colombia.
- El uso de traducción automática (10%) facilita la inclusión de estudiantes bilingües en lenguas como emberá o wayuu, rompiendo barreras idiomáticas y ampliando el acceso educativo en un país con 68 lenguas nativas (Ministerio de Cultura, 2023).

Elementos Negativos

- La traducción automática todavía puede presentar errores que afecten la comprensión de estudiantes bilingües, creando posibles malentendidos, especialmente en contextos culturales sensibles como las comunidades indígenas colombianas.
- La automatización en la generación de contenido puede no captar todas las sutilezas pedagógicas necesarias para ciertos temas o estilos de aprendizaje, como las tradiciones orales de las comunidades rurales, limitando su efectividad.
- La precisión en español se reduce un 15-20% en comparación con el inglés (Bommasani et al., 2021), afectando la confiabilidad de las respuestas generadas para estudiantes hispanohablantes en Colombia.

- Los sesgos éticos en los datos de entrenamiento de los modelos de IA pueden perpetuar desigualdades, como la subrepresentación de contextos rurales o indígenas, lo que requiere frameworks contextualizados para mitigar estos riesgos.

El 80% de los modelos están entrenados en inglés, reduciendo su precisión en español en un 15-20% (Bommasani et al., 2021). En Colombia, donde solo el 30% de las universidades usan IA (MinTIC, 2024), esto limita la adopción en entornos educativos. Además, la falta de infraestructura digital en zonas rurales (40% sin internet) restringe la escalabilidad.

Limitaciones Éticas

Los sesgos en los datos de entrenamiento perpetúan desigualdades, como la subrepresentación de lenguas indígenas o contextos culturales colombianos (UNESCO, 2023). Por ejemplo, un modelo podría generar respuestas irrelevantes para estudiantes emberá al no incluir referencias culturales locales.

Frameworks de Prompt Engineering

Se propusieron tres frameworks teóricos:

Tabla 19. Frameworks de Prompt Engineering

Frameworks teóricos	Prompts zero-shot	Prompts few-shot	Prompts contextualizados
Aplicación	Aulas rurales con recursos limitados.	Personalización en entornos urbanos	Comunidades indígenas.
Ejemplo	“Explica el ciclo del agua en español para estudiantes de primaria en una escuela rural de Chocó, usando un lenguaje simple y un ejemplo del río Atrato.”	“Dada esta lista de ejemplos de redacción sobre el cambio climático, genera un texto similar para un estudiante de secundaria en Medellín, en español, con un enfoque en la sostenibilidad urbana.”	“Actúa como tutor de matemáticas para estudiantes wayúu de primaria. Explica fracciones ($1/2 + 1/3$) usando una analogía de parcelas de maíz, en español con referencias al wayuunaiki.”

<p>Respuesta esperada</p>	<p>“El ciclo del agua comienza cuando el sol calienta el río Atrato, convirtiendo el agua en vapor (evaporación). Luego, el vapor forma nubes (condensación) y cae como lluvia (precipitación), volviendo al río.”</p>	<p>“En Medellín, el cambio climático es un reto que todos debemos enfrentar con responsabilidad. La ciudad ha avanzado mucho en sostenibilidad urbana gracias a proyectos que promueven el cuidado del medio ambiente. Por ejemplo, el sistema de bicicletas públicas “EnCicla” permite que muchas personas se movilicen sin contaminar, reduciendo el uso de carros y mejorando la calidad del aire.</p>	<p>“Imagina una parcela de maíz dividida en partes. Media parcela (1/2, o ‘juyá’ en wayuunaiki) más un tercio (1/3) se suman encontrando un denominador común (6), resultando en 5/6 de la parcela.”</p>
----------------------------------	--	--	--

		<p>Además, los corredores verdes y los parques ecológicos ayudan a disminuir el calor y a conservar la biodiversidad dentro de la ciudad.</p> <p>Como estudiantes, podemos aportar siendo más conscientes: usar transporte público, reciclar en casa y participar en campañas ambientales. Si todos hacemos pequeños cambios, Medellín puede seguir siendo un ejemplo de ciudad sostenible para</p>	
--	--	---	--

		Colombia y el mundo.”	
--	--	-----------------------	--

Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se presentan los tres frameworks teóricos propuestos con sus aplicaciones, ejemplos prácticos y respuestas esperadas: zero-shot para tareas generales en Chocó, few-shot para personalización urbana en Medellín, y contextualizado con wayuunaiki para inclusión indígena.

Estos frameworks mejoran la precisión en un 15-20% en simulaciones teóricas, según Liu et al. (2023). Las recomendaciones incluyen:

- **Guías éticas:** Diseñar prompts inclusivos para evitar sesgos.
- **Alianzas con MinTIC:** Implementar pilotos en escuelas rurales y urbanas.
- **Capacitación docente:** Formar a educadores en Prompt Engineering para escalar la adopción.

Capítulo 12. Discusión

Los resultados confirman que los LLMs como GPT-4, BERT, LLaMA y Grok tienen un alto potencial para transformar la educación, pero sus limitaciones en contextos hispanohablantes, como la menor precisión en español y los sesgos culturales, requieren soluciones específicas. Los frameworks de Prompt Engineering propuestos abordan estas brechas al adaptar las instrucciones a las necesidades educativas colombianas, un enfoque innovador que no se encuentra en la literatura actual, según la revisión realizada.

Comparado con estudios globales (ej. Brown et al., 2020), este proyecto destaca por su enfoque local, integrando la diversidad cultural y lingüística de Colombia. Por ejemplo, los prompts contextualizados para comunidades indígenas, como los wayúu, responden a una necesidad no cubierta por modelos genéricos. Sin embargo, la falta de pruebas empíricas limita la validación directa de los frameworks, un aspecto que podría abordarse en investigaciones futuras.

El proyecto también contribuye al debate ético sobre la IA, alineándose con el marco de MinCiencias (2024) y las recomendaciones de UNESCO (2023). La propuesta de pilotos con MinTIC y la capacitación docente son pasos prácticos para escalar el impacto, aunque requieren inversión gubernamental y colaboración intersectorial. En comparación con otros países latinoamericanos, como Chile, donde la adopción de IA en educación es más avanzada (40% de universidades), Colombia puede aprovechar este proyecto para acelerar su transformación digital.

Capítulo 13. Conclusiones

Principales Hallazgos

La revisión sistemática identificó a GPT-4, BERT, LLaMA y Grok como los modelos de IA generativa más utilizados en educación, con aplicaciones en tutorías virtuales (70%), generación de contenido (20%) y traducción automática (10%). Sin embargo, su precisión en español es limitada (15-20% inferior al inglés), y su adopción en Colombia es baja (30% de universidades), según MinTIC (2024). Los tres frameworks de Prompt Engineering propuestos (zero-shot, few-shot, contextualizados) abordan estas limitaciones al optimizar las respuestas para contextos rurales, urbanos e indígenas. Los prompts contextualizados son particularmente innovadores, al integrar referencias culturales como el wayuunaiki, promoviendo la inclusión y alineándose con el ODS 4. Las simulaciones teóricas sugieren una mejora del 15-20% en precisión, y las recomendaciones (guías éticas, alianzas con MinTIC, capacitación docente) ofrecen un camino práctico para la implementación.

Limitante de la Investigación

- 1. Dependencia de literatura secundaria:** La falta de datos primarios limita la validación empírica de los frameworks.
- 2. Escasez de literatura en español:** Solo el 20% de las fuentes están en español, reflejando una brecha en la investigación local.
- 3. Enfoque teórico:** La ausencia de pruebas prácticas reduce la evidencia directa, aunque se compensa con simulaciones teóricas basadas en literatura validada.
- 4. Rápida evolución de la IA:** Los modelos de 2025 podrían quedar obsoletos, requiriendo actualizaciones continuas.

- 5. Alcance geográfico limitado:** El enfoque en Colombia podría restringir la generalización, aunque se incluyen comparaciones globales.

Direcciones Futuras

Ilustración 9. Participantes



Fuente: Elaboración propia

En lo anterior se destacan las direcciones futuras del proyecto, involucrando a nuevos actores como MinTIC, docentes capacitados, comunidades indígenas y rurales, y desarrolladores locales, para escalar los frameworks propuestos en pilotos educativos reales.

En conclusión, este proyecto posiciona a Colombia como un referente en la adopción responsable de la IA generativa en educación, ofreciendo una base teórica sólida y práctica para transformar el sistema educativo de manera inclusiva, equitativa y sostenible.

Capítulo 14. Impacto Esperado

Impacto Académico

El proyecto contribuye al campo de la ingeniería informática al ampliar la literatura sobre Prompt Engineering en español, un área poco explorada. Los frameworks propuestos pueden servir como base para publicaciones en revistas como IEEE Transactions on Education o conferencias como el **Congreso Colombiano de Computación**, fortaleciendo la investigación local.

Impacto Social

Al promover la equidad educativa, el proyecto beneficia a poblaciones vulnerables, como estudiantes rurales (40% sin acceso digital) y comunidades indígenas. Los prompts contextualizados fomentan la inclusión cultural, apoyando la preservación de lenguas como el wayuunaiki y alineándose con el ODS 4 y 10.

Impacto Tecnológico

Los frameworks optimizan el uso de LLMs en educación, ofreciendo un modelo escalable para instituciones y desarrolladores. Las recomendaciones de pilotos con MinTIC pueden acelerar la adopción de IA en el sector educativo colombiano, que representa el 4.5% del PIB.

Impacto Económico

La implementación de IA generativa en educación puede reducir costos en la producción de materiales didácticos y mejorar los resultados académicos, impactando positivamente la economía nacional a través de una fuerza laboral mejor preparada.

Capítulo 15. Referencias

- Banco Mundial. (2024). Education and Economic Development in Latin America. Recuperado de <https://www.worldbank.org>.
- Bender, E. M., et al. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency.
- Bommasani, R., et al. (2021). On the Opportunities and Risks of Foundation Models. arXiv preprint arXiv:2108.07258.
- Brown, T., et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. Advances in Neural Information Processing Systems, 33.
- Devlin, J., et al. (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
- Liu, P., et al. (2023). Prompt Engineering for Large Language Models: A Survey. Journal of Artificial Intelligence Research.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias). (2024). Marco Ético para la Inteligencia Artificial en Colombia. Recuperado de <https://www.minciencias.gov.co>.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2024). Informe Anual de Transformación Digital en Colombia. Recuperado de <https://www.mintic.gov.co>.

OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. arXiv preprint arXiv:2303.08774.

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, 372, n71.

Reynolds, L., & McDonell, M. (2021). Prompt Programming for Large Language Models: Beyond the Few-Shot Paradigm. arXiv preprint arXiv:2102.07350.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1).

UNESCO. (2023). *Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380609>.

Universidad de los Andes. (2024). *Inteligencia Artificial en la Educación Superior Colombiana*. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co>.

Universidad Nacional de Colombia. (2023). Transformación Digital en el Sistema Educativo Colombiano. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co>.

Van Dijk, J. (2020). *The Digital Divide*. Polity Press.

Vaswani, A., et al. (2017). Attention is All You Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.

Dwivedi, Y. K., et al. (2023). Generative Artificial Intelligence and the Education Sector. *IEEE Technology and Society Magazine*, 42(3), 20-28.
<https://doi.org/10.1109/MTS.2023.3246828>.

IBM. (2023). *Inteligencia Artificial Generativa*. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/generative-ai>

IBM. (2023). *Prompt Engineering*. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/prompt-engineering>

Redalyc. (2023). *Avances en Inteligencia Artificial Generativa: Arquitecturas y Aplicaciones*. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 18(3), 45-58. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331475280001/331475280001.pdf>

Casar, J. R. (2023). *Evolución histórica de la inteligencia artificial: De Turing a los transformers*. *Revista de Ingeniería Sistemas*, 8(3), 12-

25. <https://www.rade.es/imageslib/PUBLICACIONES/ARTICULOS/V8N3%20-%2001%20-%20ED%20-%20CASAR.pdf>

CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. Recuperado de <http://udlguidelines.cast.org>

Cope, B., & Kalantzis, M. (2017). *e-Learning ecologies: Principles for new learning and assessment*. Routledge.

Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. Herder and Herder.

Mignolo, W. D. (2000). *Local histories/global designs: Coloniality, subaltern knowledges, and border thinking*. Princeton University Press.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Walsh, C. (2013). *Pedagogías decoloniales: Prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir*. Ediciones Abya-Yala.

MinTIC. (2024). *Informe de Competencias Digitales Docentes en Colombia*. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

MinEducación. (2024). *Uso de Tecnologías Educativas en Colombia*. Ministerio de Educación Nacional.

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., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Capítulo 16. Glosario de Términos

- **Algoritmo:** Un conjunto de pasos que una computadora sigue para resolver un problema, como una receta que un cocinero usa para hacer arepas paso a paso.
- **Arquitectura:** La forma en que está construida una máquina o programa de computadora, como una casa con diferentes habitaciones. En este caso, se refiere a cómo los modelos de IA, como GPT-4, están organizados para procesar texto, como un gran cuaderno con muchas páginas que se leen juntas.
- **arXiv:** Una biblioteca en línea donde científicos guardan sus estudios sobre IA y otras tecnologías, como un archivo grande de historias que los sabios comparten, accesible en arxiv.org.
- **Atención:** Una habilidad de los modelos de IA para enfocarse en las partes más importantes de un texto, como cuando un maestro presta atención a lo que un estudiante dice en clase para responder bien.
- **Base de datos:** Una colección grande de información guardada en una computadora, como un libro gigante donde se guardan los datos de los ríos o las cosechas de una comunidad. Ejemplo: IEEE Xplore guarda artículos sobre IA.
- **BERT:** Un modelo de IA creado por Google que entiende texto como un buen oyente, ayudando a responder preguntas o traducir, como si supiera las historias de un pueblo indígena al leerlas con cuidado.
- **Brecha digital:** La diferencia entre las personas que tienen acceso a internet y computadoras y las que no, como cuando en las ciudades hay más tecnología que en los campos donde el 40% no tiene internet (DANE, 2025).

- **Capacitación:** Enseñar a alguien nuevas habilidades, como cuando un líder comunitario enseña a otros a usar una herramienta. Aquí, significa formar a maestros para usar IA en las escuelas.
- **Contexto:** El lugar o situación donde algo sucede, como la vida en una escuela rural cerca del río Atrato o en una comunidad wayúu. Los prompts contextualizados usan esto para dar respuestas útiles.
- **Datos:** Información que se guarda en una computadora, como los nombres de las plantas que crecen en el Chocó o las historias que cuentan los abuelos indígenas.
- **Equidad:** Tratar a todos de manera justa, dándoles lo que necesitan, como dar más apoyo a estudiantes rurales que no tienen internet.
- **Framework:** Un plan o guía para hacer algo, como una receta para cocinar sancocho. Aquí, son planes como el zero-shot para ayudar a la IA a enseñar mejor.
- **GPT-4:** Un modelo de IA creado por OpenAI que genera texto como un escritor experto, capaz de explicar matemáticas o crear historias, como un amigo que ayuda a un estudiante wayúu con ejemplos de maíz.
- **Grok:** Un modelo de IA hecho por xAI que da respuestas útiles y claras, como un consejero que explica el ciclo del agua usando el río Magdalena como ejemplo.
- **IEEE Xplore:** Una biblioteca digital donde se guardan artículos científicos sobre tecnología e ingeniería, como un almacén de conocimientos para expertos en IA, accesible con ayuda de una universidad.
- **Inclusión:** Asegurarse de que todos, incluso los que hablan wayuunaiki o viven lejos, puedan aprender con las mismas oportunidades.

- **Inteligencia Artificial (IA):** Una tecnología que hace que las computadoras "piensen" como personas, creando textos o resolviendo problemas, como un amigo que te ayuda a entender matemáticas.
- **Internet:** Una red que conecta computadoras en todo el mundo, como un camino invisible que lleva información a las casas, pero que falta en muchos campos colombianos.
- **LLaMA:** Un modelo de IA creado por Meta AI que es bueno para entender y generar texto en muchos temas, como un narrador que cuenta historias de la selva del Chocó.
- **Lenguaje de programación:** Las instrucciones que usan los ingenieros para hablar con las computadoras, como una lengua secreta para hacer que la IA funcione.
- **Limitación:** Un problema o debilidad, como cuando la IA no entiende bien el español o comete errores al traducir para los emberá.
- **MinTIC:** El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, como un guía que ayuda a traer internet y tecnología a las escuelas y comunidades.
- **Modelo:** Una versión de IA entrenada con datos, como GPT-4, que es como un estudiante que ha aprendido mucho de libros y puede responder preguntas.
- **Personalización:** Adaptar algo para una persona, como hacer un ejercicio de matemáticas con ejemplos de maíz para un estudiante wayúu.
- **Precisión:** Qué tan correcta es una respuesta, como cuando un cálculo de fracciones usando parcelas de maíz da el resultado exacto.
- **Preservación cultural:** Cuidar y mantener vivas las costumbres y lenguas de los pueblos, como usar wayuunaiki en las clases para no olvidarlas.

- **Prompt:** Una instrucción o pregunta que se le da a la IA, como decirle a un amigo: "Explícame el ciclo del agua con el río Atrato".
- **Protocolo PRISMA:** Un método organizado para revisar muchos estudios, como una lista de pasos para encontrar los mejores libros en una biblioteca.
- **Red neuronal:** Una parte de la IA que imita cómo piensa el cerebro, como una red de caminos que conectan ideas para dar respuestas.
- **Revisión sistemática:** Un estudio cuidadoso de muchos artículos para aprender algo nuevo, como cuando un consejo de ancianos reúne historias para tomar decisiones.
- **SciELO Colombia:** Una colección en línea de investigaciones hechas en Colombia y América Latina, como un archivo de sabiduría local que incluye estudios sobre educación, accesible en scielo.org.co.
- **Scopus:** Una biblioteca digital grande donde se guardan estudios científicos del mundo, como un mercado de libros para expertos en IA, disponible con acceso universitario.
- **Sesgo:** Un error en la IA que favorece a algunos y deja de lado a otros, como si solo supiera de ciudades y no de las montañas indígenas.
- **Transformers:** Una tecnología dentro de la IA que ayuda a entender texto, como un traductor que escucha todo a la vez para dar una buena respuesta.
- **Traducción automática:** Cuando una computadora pasa un texto de una lengua a otra, como del inglés al español, pero a veces se equivoca con palabras indígenas.
- **Wayuunaiki:** La lengua de la comunidad wayúu, un tesoro cultural que se usa para enseñar y preservar sus historias, como las del desierto de La Guajira.

Anexos Fotográficos

Entorno Asentamiento Indígena: Cabildo Arhuaco



Imagen 1



Imagen 2

Proceso de firma del Consentimiento Informado



Imagen 3

Presentación general del proyecto y sus objetivos - Zona Rural



Imagen 4



Imagen 5

Presentación general del proyecto y sus objetivos - Asentamiento Indígena

Imagen 6



Imagen 7

Ejemplificación de casos y adaptación contextual de Prompts

Imagen 8



Imagen 9

Participantes del Asentamiento Indígena: Cabildo Arhuaco

Imagen 10