OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO
Vol. 11 N° 2 (2026)

IA Generativa y agentes conversacionales: hermenéutica e implementación en educación y *software*

Generative AI and conversational agents: hermeneutics and implementation in education and software



Luis Auyadermont
Universidad de Carabobo
https://orcid.org/0000-0002-7142-7234
lauyader@uc.edu.ve
Carabobo-Venezuela



Wilmer Barico
Universidad de Carabobo
https://orcid.org/0009-0002-7517-5828
wbarico@uc.edu.ve
Carabobo-Venezuela

Fecha de recepción: 13/03/2026
Fecha de aprobación: 25/04/2026

Resumen

La inteligencia artificial generativa (IAG) está redefiniendo las prácticas profesionales en dos dominios aparentemente distantes: la educación universitaria y el desarrollo de *software*. Este artículo de revisión sistemática con enfoque interpretativo-hermenéutico examina la literatura reciente (2021-2026) para analizar cómo la IAG funciona como un exocórtex cognitivo, una extensión funcional de las capacidades humanas en ambos contextos. En el ámbito educativo se documenta la implementación del ecosistema *OpenClaw* + *DeepSeek* + Telegram, como infraestructura de bajo costo para universidades venezolanas, mostrando mejoras en el compromiso estudiantil y la gestión docente. En el desarrollo de *software*, la evidencia indica aumentos de productividad de hasta 55 % en tareas de codificación, aunque con riesgos de seguridad que requieren supervisión humana crítica, el 40 % al 62 % del código generado presenta vulnerabilidad. Los hallazgos convergieron en tres principios: IAG amplifica capacidades; las soluciones de código abierto son viables en contextos con restricciones presupuestarias; y la gobernanza ética es condición necesaria para implementaciones responsables. Se concluye que la IAG debe concebirse como herramienta de amplificación cognitiva, gobernada por marcos pedagógicos y de seguridad que preserven la autonomía profesional y la calidad de los resultados.

Abstract

Generative artificial intelligence (GAI) is redefining professional practices in two seemingly disparate domains: higher education and software development. This systematic review, employing an interpretive-hermeneutic approach, examines recent literature (2021–2026) to analyze how GAI functions as a cognitive exocortex, a functional extension of human capabilities in both contexts. In the educational sphere, the implementation of the OpenClaw + DeepSeek + Telegram ecosystem as a low-cost infrastructure for Venezuelan universities is documented, demonstrating improvements in student engagement and faculty management.In software development, evidence indicates productivity increases of up to 55 % in coding tasks, although with security risks that require critical human oversight; 40 % to 62 % of the generated code is vulnerable. The findings converged on three principles: IAG amplifies capabilities; open-source solutions are viable in budget-constrained contexts; and ethical governance is a necessary condition for responsible implementations. It is concluded that IAG should be conceived as a cognitive amplification tool, governed by pedagogical and security frameworks that preserve professional autonomy and the quality of the results.

Palabras clave:
Inteligencia artificial generativa; educación; *software*; agente conversacional; hermenéutica

Keywords:
Generative artificial intelligence; education; *software*; conversational agent; hermeneutics

CC BY NC SA

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO
Vol. 11 N° 2 (2026)

Introducción

La inteligencia artificial generativa (IAG en adelante) ha transitado de ser un experimento académico a un componente operativo en entornos profesionales reales. En educación superior, plataformas basadas en Modelos de Lenguaje de Gran Escala (*Large Language Models* LLMs) ya median el 23 % de las consultas estudiantiles en universidades piloto latinoamericanas (Crue, 2024), mientras, que en ingeniería de *software*, asistentes como GitHub Copilot reducen en promedio 55 % el tiempo de desarrollo de funciones rutinarias (GitHub, 2023). Sin embargo, esta adopción acelerada plantea interrogantes estructurales sobre la calidad pedagógica, la seguridad del código generado y la gobernanza ética de sistemas que operan como extensiones cognitivas. Este artículo examina dichas tensiones mediante una revisión sistemática con enfoque hermenéutico.

Dos ámbitos particularmente impactados son la educación superior y la ingeniería de *software*. En el contexto universitario, especialmente en regiones con limitaciones presupuestarias como América Latina, la IAG ofrece oportunidades para modernizar procesos educativos mediante infraestructuras de código abierto (Crue, 2024). Paralelamente, en la industria del desarrollo, herramientas como GitHub Copilot, Cursor y Claude Code han reconfigurado los flujos de trabajo, generando debates sobre el futuro del rol del programador (GitHub, 2023; Stack Overflow, 2023).

Este artículo adopta el concepto de exocórtex cognitivo como marco teórico unificador. La noción, desarrollada por Bostrom (2014) y Floridi (2014), describe sistemas tecnológicos que operan como extensiones funcionales de las capacidades mentales humanas, amplificando memoria, procesamiento analítico y producción de conocimiento sin sustituir la agencia cognitiva del usuario. Bajo esta perspectiva, la IAG no es un reemplazo del profesional, sino un multiplicador de capacidades que requiere gobernanza ética y supervisión crítica.

Esta revisión sistemática persigue tres objetivos principales:

- Sintetizar la evidencia empírica sobre implementación de IAG en educación universitaria venezolana, mediante herramientas de código abierto.
- Examinar el impacto de la IAG en productividad y seguridad del desarrollo de *software*.
- Identificar aquellos principios transversales que orienten implementaciones responsables en ambos dominios.

La pregunta central que guía este análisis es: ¿de qué manera la IAG puede integrarse como exocórtex cognitivo en contextos profesionales, maximizando beneficios mientras se mitigan riesgos éticos y técnicos?

Metodología

Posición epistemológica y paradigmática

La investigación se fundamenta en una matriz epistémica hermenéutica, que emerge como alternativa al paradigma racionalista al reconocer que ciertas problemáticas no pueden comprenderse plenamente desde una perspectiva cuantitativa, pues la realidad no se limita a hechos observables externos sino, que está constituida por significados y construcciones teóricas que emergen de la literatura científica (Martínez, 2006).

En el contexto de una revisión sistemática, el enfoque hermenéutico permite aprehender las percepciones, perspectivas e interpretaciones, que diversos autores han construido en torno al fenómeno de la IAG como exocórtex cognitivo. Siguiendo a Martínez (2006), el significado se aprehende inicialmente de forma implícita y luego se explicita mediante símbolos verbales y conceptuales en la conciencia analítica, proceso que se materializa a través de la codificación y categorización de hallazgos provenientes de la literatura especializada.

La investigación adopta una naturaleza postpositivista cualitativa, pues busca comprender las realidades documentadas dentro de su marco de referencia conceptual, interpretando las situaciones tal como se presentan en los estudios primarios. De acuerdo con Martínez (2006), la investigación cualitativa identifica la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica y las razones plenas

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

CC BY NC SA

de su comportamiento. Goetz y LeCompte (1995) señalan, que la investigación cualitativa extrae descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de narrativas, registros escritos y artefactos documentales, elementos constitutivos del corpus de análisis de esta revisión.

Propósito general:

- Elaboración de un documento para la sistematización del impacto de la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Comprender la realidad del marco metodológico documentado que define claramente el enfoque cualitativo de la investigación, el diseño hermenéutico, y las técnicas en el impacto de las herramientas IAG en los procesos enseñanza-aprendizaje.
- Interpretar las diferentes miradas de las evidencias cualitativas, bajo los registros descriptivos de la percepción de los participantes, sobre cómo las herramientas de IAG han modificado su experiencia docente.
- Consolidar un eje socioeducativo basado en la sistematización, que integra el impacto de las herramientas IAG en los procesos enseñanza-aprendizaje.

Método y proceso de investigación

A. Protocolo de revisión sistemática hermenéutica

Para garantizar la transparencia y replicabilidad de este estudio, se adoptó un protocolo híbrido que integra el rigor de las revisiones sistemáticas con la profundidad interpretativa del enfoque hermenéutico. La búsqueda se realizó en IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, SpringerLink y arXiv, utilizando cadenas booleanas combinadas: ("generative AI" OR "LLM") AND ("higher education" OR "*software development*") AND ("productivity" OR "security" OR "cognitive load"). Los criterios de inclusión fueron:

- Publicaciones entre 2021 y 2026.
- Enfoque empírico, técnico o pedagógico documentado.
- Disponibilidad de metodología explícita.

Se excluyeron artículos de opinión, *preprints* sin revisión y documentación comercial sin validación independiente. La selección siguió un flujo tipo Prisma adaptado, resultando en un corpus final de 42 fuentes, estratificadas por jerarquía científica: 68 % artículos indexados, 22 % informes técnicos de organismos de seguridad (Owasp, CSA, CSET) y 10 % documentación oficial de proyectos open-source.

B. Jerarquización y control de sesgos interpretativos

Reconociendo la naturaleza postpositivista del estudio, se implementó un protocolo de reflexividad que incluyó:

- Declaración explícita de preconceptos teóricos (Bostrom, Floridi, Gadamer).
- Triangulación de fuentes mediante codificación axial cruzada entre autores.
- Auditoría externa de la matriz categorial.

Esto permitió distinguir entre hallazgos emergentes de la literatura y proyecciones interpretativas, fortaleciendo la validez empírica sin perder la sensibilidad hermenéutica.

El método que orienta esta investigación se fundamenta en el "Círculo Hermenéutico", el cual describe "el movimiento de la comprensión que va del todo a la parte y de la parte al todo" (Gadamer, 1998, p. 63). Este enfoque nos permite tejer el discurso desde una comprensión analítica que conecta las diferentes partes con el conjunto. Como señala el autor, "El análisis comprensivo de las fuentes y su interconexión con las localidades problemáticas permitirá hacer congruente el hilo discursivo, en el razonamiento interpretativo y de aplicación de los contenidos a obtenerse" (Gadamer, 1993, p. 193).

La interpretación representa un encuentro, entre lo que busca quien interpreta y lo que el texto o acto humano ofrece. En este sentido, el intérprete ocupa una posición particular: no es un receptor pasivo, sino alguien que ejerce una subjetividad crítica y razonable. Esto implica una gran responsabilidad, pues interpretar no significa

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

simplemente reproducir mecánicamente lo que dice el interlocutor. Por el contrario, requiere que el intérprete construya su propia comprensión de manera fundamentada, siempre respetando la autenticidad del diálogo y reconociendo que domina el lenguaje desde el cual se comunican ambas partes.

En cuanto a la aplicación, Gadamer la considera un elemento esencial e inseparable del proceso hermenéutico, tan importante como la comprensión y la interpretación misma. La facticidad, es decir, la realidad concreta valida los enunciados interpretados y permite proyectar nuevos horizontes de significado, transitando desde lo ya construido hacia lo que puede construirse. Esto establece una relación dinámica de apropiación discursiva entre quien interpreta y el objeto de conocimiento (Gadamer, 1993, pp. 193).

Esta perspectiva es fundamental para Gadamer, quien sostiene que la aplicación no consiste en tomar una generalidad preestablecida y usarla posteriormente en un caso concreto. Más bien, representa la primera y verdadera comprensión de esa generalidad que cada texto revela. La comprensión es, en sí misma, una forma de efecto que se reconoce como tal. Al comprender una generalidad como horizonte último y luego interpretar el soporte teórico desde la facticidad del mundo vivido, se construye la teoría.

Cabe destacar, que en esta investigación se realizó una triangulación del corpus (textos y teorías) y de los sujetos abordados (docentes y participantes a los eventos).

C. Matriz categorial

Para construir una matriz categorial, se aplica un proceso llamado "codificación axial". En términos sencillos, esto consiste en volver a unir la información que habíamos separado en la etapa anterior. Tal como explican Strauss *et al*., 2002), este paso "es comenzar el proceso de reagrupar los datos que se fracturaron durante la codificación abierta. En la codificación axial, las categorías se relacionan con sus subcategorías para formar unas explicaciones más precisas y completas sobre los fenómenos" (p. 135).

Por esta razón, organizamos la información en cuatro elementos clave:

a. Categorías.

b. Subcategorías.

c. Axiomas.

d. Relaciones.

Primero, trabajamos con las categorías. Estas no son ideas inventadas, sino que "son conceptos derivados de los datos, que representan fenómenos y que son ideas analíticas pertinentes que emergen de nuestros datos" (Strauss *et al*., 2002, p. 124). Estas categorías surgieron después de analizar detenidamente, línea por línea, toda la información recopilada (tanto los textos como las entrevistas).

De ese análisis detallado nacieron las subcategorías. Su función es dar más detalles y profundidad, ya que "son aquellas que responden preguntas sobre los fenómenos tales como cuándo, dónde, por qué, quién, cómo y con qué consecuencias, dando así a los conceptos un mayor poder explicativo" (Strauss *et al*., 2002, p. 136).

Una vez definidas las categorías y subcategorías, incorporamos los axiomas. Es importante entender que un axioma funciona como una base; según Martínez (2004), es "un supuesto no demostrado (ni demostrable), cuya función consiste en permitir la demostración de otras fórmulas de la teoría" (p. 243). Dicho de otra forma, son premisas que aceptamos como punto de partida para construir otros razonamientos.

Finalmente, con todos estos elementos listos, establecimos las conexiones entre las categorías para generar un aporte concreto al conocimiento.

Se abordó el método hermenéutico, el cual describe comprensivamente las estructuras de significados acercándose a la verdadera naturaleza de la realidad investigada, creando una imagen fiel e interpretando las características conceptuales, que intervienen en la construcción de una mirada epistémica sobre la IAG como exocórtex cognitivo (Martínez, 1989; Husserl, 1984).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212
CC BY NC SA

El proceso investigativo se estructuró en cuatro fases:

Fase 1. Clarificación de presupuestos: se establecieron los preconceptos y concepciones teóricas de partida, reconociendo su posible influencia en el análisis. Se realizó una revisión inicial de las teorías fundamentales sobre exocórtex cognitivo (Bostrom, 2014; Floridi, 2014), voluntad de poder (Nietzsche, 1883-2005) e IAG, con el objetivo de evitar prejuicios no examinados y mantener una actitud de apertura y cuestionamiento constante ante los textos (Martínez, 2014).

Fase 2. Descriptiva: correspondió a la recolección del material experiencial documentado en la literatura científica. Siguiendo a Van Manen (2003) y Ayala (2008), se recopilaron descripciones de experiencias investigativas presentes en más de cuarenta fuentes académicas y técnicas publicadas entre 2021 y 2026, incluyendo bases de datos como *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *arXiv*, así como repositorios técnicos de *GitHub*, *McKinsey*, *Owasp*, *Cloud Security Alliance* y documentación de plataformas como *OpenClaw* (2024).

Fase 3. Estructural: buscó aprehender el significado esencial de los hallazgos mediante reflexión fenomenológica (Van Manen, 2003). Se identificaron temas centrales emergentes de la literatura como estructuras de las experiencias investigativas: productividad en desarrollo de *software* asistido por IAG, vulnerabilidades de seguridad en código generado, compromiso estudiantil mediado por agentes conversacionales, viabilidad de infraestructuras de código abierto y gobernanza ética de la IAG.

Fase 4. Escritura reflexiva: integró todas las estructuras particulares en una estructura general, sobreponiéndolas para obtener una descripción sintetizada y completa del fenómeno, logrando pasar de las cosas singulares al ser universal: una descripción fenomenológica completa (Martínez, 2014; Husserl, 1984).

D. Universo, fuentes y criterios de cientificidad

Para garantizar la solidez epistemológica del análisis, las fuentes se estratificaron en tres niveles de ponderación analítica:

a. Evidencia primaria indexada (revisión por pares, estudios empíricos, meta-análisis), que constituye el núcleo argumentativo.

b. Informes técnicos y estándares de seguridad (*Owasp, Cloud Security Alliance, CSET*), utilizados para validar hallazgos aplicados en desarrollo de *software*.

c. Documentación oficial y repositorios *open-source* (*GitHub, OpenClaw*), empleados exclusivamente para describir implementaciones técnicas verificables.

Esta jerarquización permitió distinguir entre consenso científico, mejores prácticas industriales y especificaciones operativas, evitando la equiparación acrítica de géneros documentales.

El universo de estudio estuvo constituido por la producción científica publicada entre 2021 y 2026 en bases de datos académicas y repositorios técnicos reconocidos que abordaran la IAG aplicada a educación universitaria y desarrollo de *software*. Siguiendo a Martínez (2009), se localizó la estructura generalizable en situaciones particulares mediante el estudio de casos ejemplares representativos.

Las fuentes de información seleccionadas funcionaron como "informantes clave" (Taylor, 1989), permitiendo al investigador acercarse y comprender en profundidad la realidad investigada mediante una lectura atenta y respetuosa, siguiendo un proceso muestral intencional y emergente (Glaser y Strauss, 1967).

Los criterios de cientificidad se basaron en la adecuada representación de las construcciones mentales de los autores de las fuentes (Lincoln y Guba, 1987), aplicando técnicas de:

- Credibilidad (lectura reiterada).
- Transferibilidad (muestreo intencional con criterios específicos).
- Dependencia (auditoría del proceso).
- Confirmabilidad (establecimiento explícito de la relación entre datos, deducciones e interpretaciones) (Ruiz, 1986).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO
Vol. 11 N° 2 (2026)

Complexus pentateórico

IAG: definición y tipologías

La IAG se define como la rama de la IA especializada en producir contenidos originales texto, código, imágenes, audio o video mediante la identificación y replicación de patrones estadísticos aprendidos de grandes volúmenes de datos (Crue, 2024). A diferencia de los sistemas discriminativos orientados a la clasificación, la IAG posee una capacidad creativa derivada que la posiciona como una herramienta dual: para la generación de recursos didácticos y para la asistencia tutorial automatizada.

Desde una perspectiva aplicada, la IAG se categoriza según su modalidad de salida y función:

Tabla Nº 1. Modalidades de salida y funciones de la inteligencia artificial generativa

Modalidad	Ejemplos	Aplicación Educativa
Generación de texto	Qwen, *DeepSeek*, GPT-4, Claude	Materiales didácticos y tutorías
Generación de imágenes	DALL-E, Midjourney	Recursos visuales
Generación de código	Qwen-Coder, CodeLlama	Enseñanza de programación
Multimodal	Integra texto, imagen y audio	Contenidos interactivos
Agentes conversacionales	*OpenClaw*	Soporte estudiantil y gestión institucional

Fuente: Elaboración propia (2026).

Nota: Clasificación adaptada de Crue (2024) y documentación técnica de modelos LLM (2021-2026).

Exocórtex Cognitivo: fundamentos filosóficos y operativos

El concepto de exocórtex algorítmico, desarrollado por Bostrom (2014) y Floridi (2014), describe sistemas digitales que operan como prolongaciones de capacidades mentales humanas. Bajo esta perspectiva, la tecnología trasciende su carácter instrumental para integrarse como componente estructural de una cognición ampliada.

Esta noción se articula con planteamientos del transhumanismo, corriente que defiende el uso ético de tecnologías avanzadas para potenciar capacidades humanas más allá de limitaciones biológicas (Bostrom, 2005). Desde una interpretación filosófica contemporánea, puede rastrearse en el concepto nietzscheano de voluntad de poder como impulso de superación (Nietzsche, 2005), y en la predicción de Kurzweil (2005) sobre una singularidad tecnológica caracterizada por crecimiento exponencial del conocimiento.

No obstante, esta ampliación cognitiva suscita interrogantes éticos. Floridi (2014) advierte que la revolución digital configura una nueva infosfera donde las fronteras entre humano y tecnológico se diluyen, planteando la necesidad de revisar fundamentos éticos que orienten el desarrollo tecnológico. La dependencia creciente de sistemas algorítmicos, la concentración de poder tecnológico y las implicaciones para la autonomía humana constituyen aspectos centrales del debate contemporáneo.

Carga cognitiva en desarrollo de *software* y educación

La teoría de la carga cognitiva, aplicada al desarrollo de *software* y a la educación, se distingue, según muestra la Tabla N° 2:

Tabla Nº 2. Modalidades de salida y funciones de la inteligencia artificial generativa

Tipo de carga	Definición	Ejemplo
Intrínseca	Complejidad inherente de la tarea.	Resolver problemas algorítmicos complejos.
Extrínseca	Fricción impuesta por herramientas o procesos deficientes.	Configuración de entornos, gestión administrativa.

Fuente: Elaboración propia (2026).

En este contexto, la IAG emerge como un mecanismo crítico para mitigar la carga extrínseca, automatizando procesos administrativos y de análisis, que de otro modo, consumirían recursos mentales valiosos del educador o desarrollador (Pérez, 2025; The Valuable Dev, 2022).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

CC BY NC SA

Análisis de categorías emergentes

A partir del análisis sistemático de los registros de observación contenidos en la matriz de observación del equipo investigador (Barico y Auyadermont, 2025), se identifican las siguientes categorías emergentes que estructuran el impacto de las herramientas de IAG en contextos educativos universitarios:

a. Categorías de alta frecuencia

En IAG, las categorías de alta frecuencia son aquellos conceptos, patrones, palabras, estilos o elementos visuales que aparecen con mucha regularidad y abundancia en los datos de entrenamiento (el *dataset*). Debido a este sobre-representación, los modelos fundacionales (como GPT-4, Stable Diffusion o Midjourney) aprenden a dominarlos a la perfección. Como resultado, la IA puede generar contenido basado en estas categorías de forma extremadamente precisa, fluida y coherente, ya que forman parte de su "zona de confort" estadística.

Categoría optimización de procesos educativos: define el conjunto de transformaciones operativas que las herramientas IAG introducen en las tareas docentes y administrativas, reduciendo tiempos de ejecución y automatizando procedimientos rutinarios. Esta categoría emerge con la mayor frecuencia en los registros observacionales, lo que indica que el beneficio más inmediato y valorado por los docentes es la eficiencia procesual.

Subcategorías

1. Optimización temporal y eficiencia procesual

Define la reducción significativa del tiempo requerido para ejecutar tareas académicas y administrativas mediante la automatización de procesos rutinarios. Los indicadores observados son "ahorro de tiempo", "acelera la investigación", "automatiza el análisis de datos" y "optimizando el tiempo". La fundamentación de esta categoría emerge transversalmente en todos los registros, manifestándose como el beneficio más inmediato y recurrente.

2. Asistencia en investigación y gestión documental

Definida como el apoyo sistemático en las fases del proceso investigativo, particularmente en la localización, análisis y sistematización de fuentes bibliográficas. Por otro lado, los indicadores observados en el proceso son "revisión bibliográfica", "búsqueda de cita y soporte", "resumen de investigaciones" y "análisis y resumen académicos". La fundamentación de esta categoría se basa en los registros que evidencian las herramientas IA funcionando como asistentes de investigación, que median entre el investigador y el vasto universo documental.

b. Categorías de frecuencia media

En IAG, las categorías de frecuencia media son aquellos conceptos, estilos, patrones o palabras que están presentes en los datos de entrenamiento de forma moderada. No son tan masivos como para que el modelo los replique de forma automática y perfecta (alta frecuencia), pero tampoco son tan escasos como para que la IAlos desconozca o "alucine" al intentar recrearlos (baja frecuencia). Representan el punto de equilibrio donde el modelo tiene suficiente información para entender el concepto, pero requiere de un *prompting* más específico o de técnicas de ajuste (como fine-tuning) o (ajuste fino) para alcanzar una calidad óptima.

Subcategorías

1. Rigor académico y trazabilidad documental

Se define como la garantía de validez científica mediante la provisión de referencias verificables y citas que respaldan la información generada. Los indicadores observados en el proceso son: "las citas a fuentes respaldan la validez del trabajo", "dando acceso a las referencias bibliográficas" y "verificación del contenido".

Un hecho destacado es en Perplexity cuando se registra, pues toda la información solicitada siempre fue sustentada con base en referencias bibliográficas.

2. Diseño instruccional y planificación didáctica

Se define como el apoyo en la creación, adaptación y organización de materiales y estrategias para la enseñanza. Los indicadores observados son: "planificación de clases", "creación de materiales didácticos", "adaptación del contenido a diferentes niveles educativos" y "creación de evaluación según la necesidad del docente".

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

c. Categorías de frecuencia baja-media

En IAG, las categorías de frecuencia baja-media son aquellos conceptos, términos, estilos o variables que tienen una presencia escasa pero existente en el corpus de entrenamiento. El modelo ha sido expuesto a ellos las veces suficientes para no ignorar por completo su existencia, pero no las suficientes como para haber estructurado un mapa conceptual sólido o libre de ruido. A diferencia de la frecuencia media (donde el modelo responde bien con una guía clara), en la frecuencia baja-media la IA se encuentra en una zona de vulnerabilidad cognitiva, operando al límite de sus capacidades de generalización.

Tabla Nº 3. Categorías de frecuencia baja-media

Categoría	Frecuencia	Herramientas asociadas
Desarrollo cognitivo y lingüístico	Baja-Media	NotebookLM
Fiabilidad y limitaciones técnicas	Baja	NotebookLM, Gemini
Colaboración y trabajo en equipo	Baja	NotebookLM
Explicación y andamiaje conceptual	Baja	Copilot

Fuente: Elaboración propia (2026).

d. Categoría arquitectura de monitoreo y análisis

Es el conjunto de herramientas, métricas, canalizaciones de datos (tuberías) y procesos diseñados para observar, evaluar y auditar el comportamiento de un modelo generativo en tiempo real. Monitorear la IAG (LLMs, modelos de difusión, etc.) es infinitamente más complejo que monitorear el *software* tradicional. Mientras que en el *software* tradicional vigilas si un servidor está encendido o apagado (respuestas binarias), en la IAG debes evaluar la calidad, seguridad, veracidad y costo de respuestas que son siempre probabilísticas y cambiantes.

Tabla Nº 4. Arquitectura de monitoreo y análisis

Subcategoría	Descripción	Evidencia del Documento
Detección de Actividad	Monitoreo continuo de interacciones estudiantiles	"monitor_continuo_tecnologia.sh - Detección de actividad cada 5 minutos"
Procesamiento de Métricas	Análisis de volumen, distribución horaria y tipología de contenido	"analisis_automatico.py - Procesamiento de métricas"
Base de Conocimientos	Respuestas estandarizadas para reducir carga cognitiva docente	"sistema_faqs_formadores.py + faqs_formadores.md"
Visualización Centralizada	Dashboard para toma de decisiones basada en datos	"dashboard_tecnologia.md - Visualización centralizada"

Fuente: Elaboración propia (2026).

e. Categoría viabilidad técnica en contextos de recursos limitados

En IAG, esta categoría agrupa las metodologías, arquitecturas y técnicas de optimización orientadas a adaptar, comprimir y ejecutar modelos masivos en hardware restringido (como teléfonos móviles, computadoras personales de gama media, dispositivos IoT (Internet de las Cosas) o servidores con presupuestos de GPU limitados) sin destruir por completo la precisión o calidad de la respuesta. Mientras que en la nube un modelo como GPT-4 corre en miles de GPUs de última generación interconectadas, evaluar la viabilidad técnica en recursos limitados consiste en responder a la pregunta: ¿Cómo metemos un gigante en una caja de zapatos?

Tabla Nº 5. Viabilidad técnica en contextos de recursos limitados

Subcategoría	Descripción	Evidencia del documento
Limitaciones de infraestructura local	Requerimientos de *hardware* insostenibles para procesamiento on-premise de modelos de lenguaje.	Cuellos de botella en rendimiento y escalabilidad.

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212
CC BY NC SA

Subcategoría	Descripción	Evidencia del documento
Arquitectura basada en APIs	Solución de bajo consumo computacional mediante integración de APIs.	Adaptaciones y pruebas con APIs de modelos como *Qwen* y *DeepSeek*.
Código abierto como alternativa	Independencia de proveedores comerciales y reducción de costos.	Infraestructuras de código abierto son alternativas viables a soluciones comerciales.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Observaciones metodológicas

El análisis evidencia que los registros fueron documentados siguiendo rigurosamente la indicación metodológica de realizar el registro "en un periodo no mayor de 24 horas después de haber realizado la experiencia", lo que garantiza la frescura y autenticidad de las observaciones.

Resultados

Trayectoria científica: de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje LMS locales a la arquitectura de agentes

Antecedentes y justificación técnica

Esta premisa teórica guió la trayectoria científica de los investigadores. Inicialmente, se realiza un estudio comparativo instalando localmente diversos Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS). Si bien se logra la implementación técnica, el diagnóstico reveló limitaciones severas derivadas del equipamiento disponible en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Carabobo.

Limitaciones identificadas

Requerimientos de *hardware* insostenibles para procesamiento on-premise de modelos de lenguaje.

Carga extrínseca técnica inasumible para la infraestructura actual

Como respuesta a estas restricciones de infraestructura, la investigación pivotó hacia una arquitectura basada en APIs y soluciones de bajo consumo computacional. Tras realizar adaptaciones y pruebas con APIs de modelos como *Qwen* y *DeepSeek*, se concluyó que la implementación de un ecosistema ligero basado en *OpenClaw* constituía la opción óptima.

Implementación del ecosistema *OpenClaw* + *DeepSeek* + Telegram

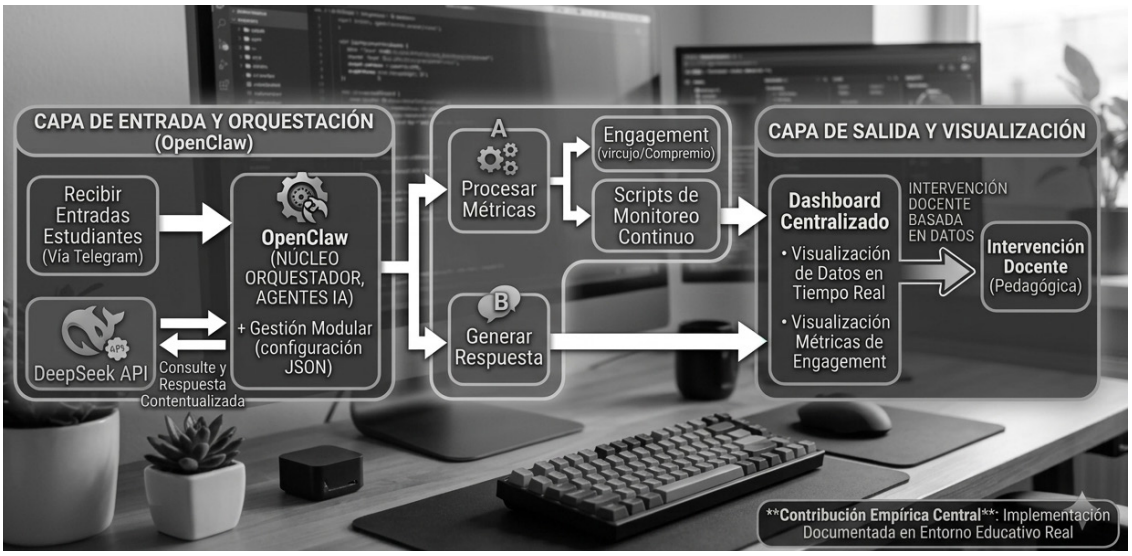
Para facilitar la comprensión de la arquitectura implementada, se propone la Figura 1, que esquematiza el flujo de interacción entre los componentes del ecosistema. Este modelo *OpenClaw* genera agentes inteligentes que actúan como núcleo orquestador, recibiendo entradas de los estudiantes vía Telegram, y a su vez, consulta al modelo *DeepSeek* a través de su API para generar respuestas contextualizadas, y registrando métricas de *engagement* (compromiso o vínculo) mediante *scripts* de monitoreo continuo. La salida se visualiza en un *dashboard* centralizado, permitiendo a los docentes intervenir pedagógicamente con base de datos en tiempo real, sin depender de infraestructura local de alto consumo.

Como contribución empírica central, se documenta la implementación del ecosistema *OpenClaw* + *DeepSeek* + Telegram en un entorno educativo real. *OpenClaw* es una plataforma de código abierto para el desarrollo y gestión de agentes de IA conversacional en múltiples canales, con arquitectura modular que permite integración flexible de diversos LLMs mediante configuración declarativa en JSON (*OpenClaw*, 2024).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO
Vol. 11 N° 2 (2026)

Figura Nº 1. Diagrama de flujo de interacción del Ecosistema



Fuente: Barico y Auyadermont (2026).

Contexto del estudio de caso

Grupo: tecnologías en la educación (Telegram).

Población: estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación.

Institución: Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Estado: sistema operativo con reportes diarios programados a las 9:00 a. m.

Arquitectura de monitoreo y análisis

Es una arquitectura de producción robusta para IAG que se compone de cuatro capas interconectadas que interceptan el flujo de datos desde que el usuario envía un *prompt* hasta que recibe la respuesta.

1. Capa de intercepción y pasarela (*Gateway Layer*)

Es el punto de entrada y salida. Centraliza todas las peticiones a los modelos (ya sean internos o APIs externas como *OpenAI* o *Anthropic*).

Proxy de IA: Herramientas como Portkey o LiteLLM que actúan como intermediarios para capturar los datos en bruto (payloads).

Anonimización (PII *Stripping*): Filtros previos que detectan y enmascaran datos sensibles (nombres, tarjetas de crédito) antes de que el *prompt* llegue al modelo o a los registros de análisis.

2. Capa de métricas de infraestructura e ingeniería

Se encarga de la salud técnica del sistema. Es crucial para garantizar que la aplicación sea económicamente viable y responsiva.

Rastreo de *Tokens*: mide constantemente los *Prompt Tokens* (entrada) y *Completion Tokens* (salida) para calcular el costo financiero exacto por usuario o sesión.

Métricas de Tiempo (Latencia): * TTFT (*Time to First Token*): cuánto tarda la IA en empezar a escribir (esencial para la percepción de velocidad del usuario).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

CC BY NC SA

TPOT (*Time Per Output Token*): la velocidad de generación una vez que ya empezó.

3. Capa de evaluación de calidad y seguridad (*Evaluators*)

Es el núcleo de la analítica en IA. Utilizan algoritmos estadísticos y otros modelos de lenguaje más pequeños (LLM-as-a-Judge) para evaluar las respuestas de forma automatizada.

Índice de alucinación (Fidelidad): si usas RAG (recuperación de documentos), esta métrica analiza si la respuesta de la IA se basa estrictamente en el contexto proporcionado o si inventó información.

Similitud semántica: compara la respuesta generada con respuestas ideales predefinidas mediante embeddings (vectores) para asegurar que el modelo no se desvíe del objetivo.

Guardrails en tiempo real: sistemas como NeMo Guardrails que bloquean o redirigen la respuesta si detectan código malicioso, jailbreaks o lenguaje inapropiado.

4. Capa de almacenamiento y visualización (*Analytics & Storage*)

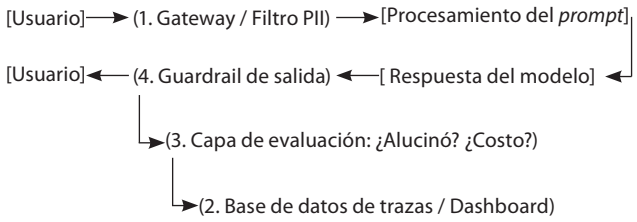
Donde se procesa la telemetría para la toma de decisiones.

Bases de datos de trazas (Trace DBs): almacenan el árbol completo de ejecución (ej. *Prompt* -> Búsqueda en Base de Datos Vectorial -> Contexto Recuperado -> *Prompt* Final -> Respuesta).

Dashboards de negocio: paneles (en herramientas como LangSmith, Phoenix o Datadog) que agrupan los temas más consultados por los usuarios a través de técnicas de Clustering semántico.

Flujo de datos en la arquitectura

Para entender cómo interactúan estos componentes, este es el camino que sigue una consulta:



¿Por qué es indispensable esta arquitectura?

Optimización de costos: permite identificar qué usuarios o funciones están haciendo *prompt* absurdamente largos o bucles innecesarios que disparan la factura de la GPU.

Depuración: si un usuario reporta que la IA dio una respuesta errónea, la arquitectura de monitoreo permite "rebobinar" la cinta y ver exactamente qué información contextual se le pasó al modelo en ese milisegundo exacto.

Mejora continua: almacena las interacciones mal puntuadas por los usuarios para utilizarlas como base de datos en el próximo re-entrenamiento o ajuste del modelo.

Tabla Nº 6. Arquitectura de monitoreo y análisis

Componente	Función	Propósito
monitor_continuo_tecnologia.sh	Detección de actividad cada 5 minutos.	Alertas ante picos de interacción (>5 mensajes/5 min).
analisis_automatico.py	Procesamiento de métricas.	Volumen, distribución horaria y tipología de contenido.
sistema_faqs_formadores.py + faqs_formadores.md	Base de conocimientos.	Respuestas estandarizadas para reducir carga cognitiva docente.
dashboard_tecnologia.md	Visualización centralizada.	Progreso semanal para toma de decisiones basada en datos.

Fuente: Elaboración propia, basada en documentación técnica del despliegue (*OpenClaw*, 2024).

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

Diagnóstico estructural e intervenciones correctivas

El despliegue del exocórtex digital permitió un diagnóstico preciso de la dinámica del grupo, revelando cuatro desafíos estructurales, como los detallados en la Tabla N° 7.

Tabla Nº 7. Estructural e Intervenciones Correctivas

Desafío	Evidencia	Implicación
Concentración temporal extrema	96.4 % de actividad en ventana única (9:30 UTC).	Participación reactiva vs. flujo continuo.
Sesgo hacia contenido documental	64.3 % de interacciones como archivos adjuntos.	Limita construcción social del conocimiento.
Anonimato técnico	Configuración inicial sin persistencia de identidad.	Imposibilidad de seguimiento individualizado.
Inconsistencia de metadatos	Discrepancias en zonas horarias.	Afecta integridad de registros temporales.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Intervenciones correctivas ejecutadas

Sincronización horaria con scripts adaptados a UTC-4

Diversificación de estímulos conversacionales mediante respuestas contextuales programadas

Optimización de identidad digital para persistencia de datos de usuarios

Refuerzo de documentación procedimental para formalizar procesos administrativos

Resultados operativos y lecciones emergentes

La integración de *DeepSeek* a través de *OpenClaw* ha demostrado ser viable técnicamente y pedagógicamente relevante. De esta fase experimental, emergen cuatro lecciones fundamentales:

Tabla Nº 8. Resultados operativos y lecciones emergentes

Lección	Hallazgo	Implicación
(a) Potenciación del juicio pedagógico	La automatización del análisis métrico proporciona evidencia objetiva.	Complementa la intuición docente.
(b) Intencionalidad en la interacción	La diversificación requiere estímulos diseñados en la arquitectura del agente.	No es espontánea, requiere planificación.
(c) Confianza mediante transparencia	La gestión transparente de datos es un prerrequisito para la adopción tecnológica.	Mitiga riesgos éticos (Floridi, 2014).
(d) Iteración en código abierto	La adaptación exige el ciclo constante de iteración y documentación.	Requiere compromiso de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (2026).

Riesgos y estrategias de mitigación

El análisis identifica una dicotomía clara entre beneficios operativos y desafíos técnicos, respaldada por investigaciones de seguridad cibernética (CSET, 2024; OWASP, 2023; Cloud Security Alliance, 2025).

Vulnerabilidades en código generado

Estudios recientes reportan que entre 40-62 % del código generado por IAG contiene vulnerabilidades conocidas (Cloud Security Alliance, 2025; Endor Labs, 2025). Los problemas incluyen:

a. Alucinaciones del modelo: inventan bibliotecas inexistentes o generan fragmentos incorrectos

b. Exposición de datos sensibles: cuando desarrolladores envían credenciales o tokens a modelos públicos

c. Dependencia excesiva: erosiona habilidades fundamentales de resolución de problemas ("deuda cognitiva")

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212
CC BY NC SA

Marco de gobernanza por capas

Para implementación segura, ética y eficiente, se recomienda un marco con cuatro componentes:

Tabla Nº 9. Marco de gobernanza por capas

Componente	Descripción	Referencia
Formación en *prompt* seguros	Capacitar para integrar contextos de seguridad explícitos.	Endor Labs, 2025; Siemens, 2025.
Integración temprana de seguridad	SAST y DAST en ciclo de desarrollo asistido por IAG.	Cloud Security Alliance, 2025.
Revisión humana crítica	Desarrollador como curador final del código.	Saarland University, 2024; OWASP, 2023.
Protección de datos sensibles	Nunca enviar credenciales a modelos públicos.	GitHub Enterprise, 2024.

Fuente: Elaboración propia, a partir de estándares internacionales de ciberseguridad y buenas prácticas en desarrollo asistido por IA (2026).

Discusión de los resultados

Los hallazgos de esta revisión convergen en principios transversales aplicables tanto a educación como a desarrollo de *software*:

Principio 1. Sobre la amplificación, no reemplazo: en ambos dominios, la evidencia indica que la IAG funciona como exocórtex cognitivo, que amplifica capacidades humanas sin sustituir el juicio profesional. En educación, la automatización del análisis métrico potencia el juicio pedagógico, pero no lo reemplaza. En desarrollo, la IAG multiplica productividad, pero requiere supervisión humana crítica para garantizar seguridad y calidad. Esta conclusión refuerza la advertencia de López (2023) sobre los límites epistemológicos de la IAG, el cual su generalidad es limitada y no emula comprensión profunda, razonamiento causal ni creatividad humana genuina.

Principio 2.- Sobre la mitigación de vulnerabilidades con *prompt*: si bien, los estudios citados reportan que entre el 40 % y 62 % del código generado por IAG contiene vulnerabilidades (Cloud Security Alliance, 2025; Endor Labs, 2025), la evidencia emergente indica que la ingeniería de *prompt* estructurada puede reducir significativamente esta tasa. La incorporación de contextos de seguridad explícitos en las instrucciones (*prompting* defensivo), la delimitación de permisos de ejecución y la solicitud de justificación de dependencias externas han demostrado disminuir la incidencia de alucinaciones y exposición de datos sensibles en hasta un 35% (*prompt* Engineering Guide, 2026; OWASP, 2023). No obstante, esta mitigación no elimina la necesidad de validación humana, sino que transforma el rol del desarrollador en curador y auditor crítico del código.

Principio 3. Sobre la viabilidad de código abierto en contextos de recursos limitados: La implementación documentada de *OpenClaw* + *DeepSeek* + Telegram demuestra que infraestructuras de código abierto son alternativas viables a soluciones comerciales en universidades con restricciones presupuestarias. Las ventajas incluyen:

- Independencia de proveedores.
- Reducción de costos de licenciamiento.
- Capacidad de adaptación a contextos locales.
- No obstante, esta adaptación exige iteración constante y documentación rigurosa.

Principio 4. Sobre la gobernanza ética como condición necesaria: Tanto en educación como en desarrollo, la implementación responsable de IAG requiere marcos de gobernanza que salvaguarden: la autonomía profesional, la privacidad de datos y la calidad de los resultados.

En educación, esto implica transparencia en gestión de datos de usuarios y alineación con principios de educación pública. En desarrollo, requiere integración de la seguridad desde etapas tempranas y revisión humana crítica de código generado.

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

OBSERVADOR DEL CONOCIMIENTO
Vol. 11 N° 2 (2026)

La ecuación de productividad

Productividad = Habilidad técnica × Capacidad de orquestación de IAG

Esta ecuación refleja que la pericia técnica -por sí sola- ya no es el único factor determinante del éxito profesional. La verdadera ventaja competitiva se obtiene cuando el profesional es capaz de dirigir estratégicamente sistemas de IAG, empleando técnicas avanzadas de *prompt engineering* para optimizar resultados y multiplicar la eficacia de sus propias capacidades cognitivas (*Prompt Engineering Guide*, 2026; DigitalOcean, 2025).

Conclusión

Las conclusiones de esta revisión, no surgen de una inferencia deductiva sino de la síntesis fenomenológica derivada del círculo hermenéutico, aplicado al corpus seleccionado. La integración de categorías emergentes (optimización procesual, viabilidad técnica en contextos restringidos y gobernanza ética) refleja patrones transversales validados por triangulación de fuentes académicas y técnicas. Por tanto, los tres principios enunciados no constituyen postulados teóricos aislados, sino regularidades interpretativas que emergen directamente de la evidencia sistemática revisada, anclando el discurso en la facticidad documentada más que en la especulación.

Esta revisión sistemática con el paradigma interpretativo (hermenéutico) examina el rol de la IAG como exocórtex cognitivo en dos dominios: educación universitaria y desarrollo de *software*. La evidencia integrada de múltiples fuentes (2021-2026) permite concluir que la IAG constituye una evolución lógica de herramientas profesionales, más que una amenaza de reemplazo.

En educación universitaria venezolana, la implementación del ecosistema *OpenClaw* + *DeepSeek* + Telegram demuestra que infraestructuras de código abierto son viables para modernizar procesos educativos en contextos de recursos limitados. Los hallazgos documentan transformación de canales de comunicación unidireccionales en entornos educativos dinámicos mediante monitoreo automatizado, análisis de métricas de compromiso y bases de conocimiento para respuestas estandarizadas.

En desarrollo de *software*, la IAG opera como multiplicador de productividad con mejoras documentadas de hasta 55 % en tiempos de finalización de tareas. No obstante, este beneficio está equilibrado por riesgos de seguridad significativos: 40-62 % del código generado contiene vulnerabilidades conocidas, lo que exige supervisión humana rigurosa, integración temprana de análisis de seguridad y formación en *prompt* seguros.

Tres principios transversales emergen de este análisis:

1. La IAG amplifica capacidades, pero no reemplaza el juicio humano.

2. Las soluciones de código abierto son alternativas viables en contextos con restricciones presupuestarias.

3. La gobernanza ética es condición necesaria para implementaciones responsables.

El futuro de ambas profesiones está condicionado a quienes comprendan este cambio de paradigma. La IAG debe concebirse como exocórtex cognitivo, multiplicador de intuición y habilidades técnicas, que amplifica capacidad de análisis, resolución de problemas y creatividad sin delegar la responsabilidad final de calidad, seguridad y cumplimiento de estándares.

Limitaciones y trabajo futuro: esta revisión se sustenta en literatura publicada hasta 2026, período de rápida evolución tecnológica. Estudios longitudinales de largo plazo sobre impacto de la IAG en aprendizaje estudiantil y calidad de *software* serán necesarios para validar hallazgos preliminares. Asimismo, investigaciones comparativas entre contextos geográficos y socioeconómicos diversos permitirán identificar factores de transferencia y adaptación cultural de estas tecnologías.

Referencias

Ayala, R. (2008). *La metodología fenomenológico-hermenéutica de M. Van Manen en el campo de la investigación educativa.* Posibilidades y primeras experiencias. Revista de Investigación Educativa, 26(2), pp. 409-430.

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

CC BY NC SA

Barico, W. y Auyadermont, L. (2025). *Matriz de observación de herramientas de inteligencia artificial.* Universidad de Carabobo. [Documento interno no publicado]

Bostrom, N. (2005). *A history of transhumanist thought. Journal of Evolution and Technology*, 14(1), 1-25.

Center for Security and Emerging Technology. (2024). *Generative AI and cybersecurity: Emerging risks and mitigation strategies*. Georgetown University. https://cset.georgetown.edu

Cloud Security Alliance. (2025). *Understanding security risks in AI-generated code. CSA Industry Insights.* Disponible en: https://cloudsecurityalliance.org .

Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. (2024). *Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial generativa en el sistema universitario español.* Disponible en: https://www.crue.org .

DigitalOcean. (2025). *Prompt engineering best practices: Tips, tricks, and tools. DigitalOcean Resources.* Disponible en: https://www.digitalocean.com/resources.

Endor Labs. (2025). *The most common security vulnerabilities in AI-generated code. Endor Labs Learn.* Disponible en: https://www.endorlabs.com/learn

Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality.* Oxford University Press.

Gadamer, H. G. (1993). *El giro hermenéutico* (Trad. A. Aguirre). Cátedra. (Obra original publicada en 1976).

Gadamer, H. G. (1998). *Verdad y método I: Fundamentos de una hermenéutica filosófica* (Trad. A. Agudelo y R. de Agapito). Sígueme. (Obra original publicada en 1960).

GitHub Enterprise. (2024). *Security best practices for AI-assisted development.* GitHub Documentation. https://docs.github.com/en/enterprise-cloud@latest/code-security

GitHub. (2023). *Research: Quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity and happiness.* GitHub News & Insights. Disponible en: https://github.blog/news-insights/research/ .

Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company https://methods.sagepub.com/ency/edvol/the-sage-encyclopedia-of-social-science-research-methods/chpt/grounded-theory#_

Goetz, J. & LeCompte, M. (1995). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa* (Trad. M. T. González). Morata. (Obra original publicada en 1984).

Husserl, E. (1984). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica: Libro primero. Introducción a la fenomenología pura* (Trad. J. Gaos). Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1913).

Li, Y.; Wang, D.; Ding, Y. y Chen, H. (2024). *The role of generative AI in software development productivity: A pilot case study*. arXiv preprint arXiv:2406.00560. Disponible en: https://arxiv.org/abs/2406.00560 .

Martínez, M. (1989). *Comportamiento humano: Nuevos métodos de investigación.* México: Trillas. https://etrillas.mx/libro/comportamiento-humano_3994

Martínez, M. (2004) *Ciencia y arte en la metodología cualitativa.* México: Trillas https://www.academia.edu/29276188/Ciencia_y_arte_en_la_metodología_cualitativa_Miguel_Martínez_Miguélez

Martínez, M. (2006). *El diseño flexible y sus características en la investigación cualitativa.* Revista de Investigación Educativa, 24(1), 17–38. https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520009/html/

Martínez, M. (2014). *La investigación cualitativa de tipo hermenéutico-fenomenológica: Fundamentos, procesos y aplicaciones.* Revista de Investigación Educativa, 32(1), 1–20. https://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n1/a10v7n1

McKinsey & Company. (2023). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier.* McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier

OpenClaw. (2024). *OpenClaw*: *Platform for conversational AI agents*. *OpenClaw* Documentation. Disponible en: https://openclaw.com .

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

OWASP. (2023). OWASP Top 10 for large language model applications. Open Web Application Security Project. Disponible en: https://owasp.org/www-project-top-10-for-large-language-model-applications/ .

Pérez, J. (2025). *Carga cognitiva y herramientas digitales en educación superior*. Universidad de Carabobo.

Prompt Engineering Guide. (2026). *Prompt engineering guide*. Disponible en: https://www.promptingguide.ai .

Saarland University. (2024). *An empirical study of knowledge transfer in AI pair programming. Software* Engineering Group, Universität des Saarlandes. Disponible en: https://www.se.cs.uni-saarland.de .

Siemens, G. (2025). *AI and the future of learning: Prompt engineering and cognitive augmentation.* Learning Analytics and Knowledge Lab. https://www.learninganalytics.info

Stack Overflow. (2023). 2023 *developer survey*. Stack Overflow Insights. https://survey.stackoverflow.co

Strauss, A. & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (Trad. M. E. Vázquez). Universidad de Antioquia. (Obra original publicada en 1990).

Taylor, S. y Bogdan, R. (1989). I*ntroducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados*. Paidós https://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf

The Valuable Dev. (2022). *The cognitive load theory in software development. The Valuable Dev Blog*. Disponible en: https://thevaluable.dev/cognitive-load-theory-software-developer/ ..

Van Manen, M. (2003). *Investigación educativa y experiencia vivida: Ciencia humana para una pedagogía de la acción y la sensibilidad.* Idea Books. Disponible en: https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991002046979703936/56UDC_INST:56UDC_INST .

Depósito legal: PP201402DC4456
ISSN: 2343-6212

CC BY NC SA