

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2536>

Inteligencia artificial Generativa para la enseñanza - aprendizaje de la óptica

Generative Artificial Intelligence for Teaching and Learning Optics

Estefanía Nicol Cevallos Tituaña

Estefania.cevallos@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-0933-6242>

Universidad Nacional de Chimborazo

Ecuador – Riobamba

Cristian David Carranco Ávila

cristian.carranco@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-1058-7657>

Universidad Nacional de Chimborazo

Ecuador – Riobamba

Artículo recibido: 10 julio 2026- Aceptado para publicación: 16 agosto 2026

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

La integración de la Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en la educación superior plantea nuevas posibilidades de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de óptica. El objetivo de este estudio fue analizar la percepción de los estudiantes de séptimo semestre sobre el uso de inteligencia artificial generativa en el aprendizaje de la óptica y desarrollar un simulador didáctico para la enseñanza de espejos esféricos. Se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo, diseño no experimental, transversal y alcance descriptivo-propositivo. Participaron 16 estudiantes, correspondientes a la totalidad de la población accesible del séptimo semestre. Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario de 20 ítems con escala Likert, organizado en las dimensiones uso de herramientas de GenAI y comprensión y motivación en el aprendizaje de óptica. Los resultados mostraron una percepción favorable hacia el uso de estas herramientas, con predominio de respuestas “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo” en ambas dimensiones; afirmando que los estudiantes perciben que estas herramientas pueden contribuir a la búsqueda de información, la comprensión de contenidos y el apoyo al aprendizaje de óptica. Se concluye que existe una percepción favorable hacia la incorporación de la GenAI como recurso complementario para la enseñanza de espejos esféricos, sin que los resultados permitan establecer efectos causales sobre el aprendizaje.

Palabras clave: educación superior, espejos esféricos, inteligencia artificial generativa, óptica, percepción estudiantil

ABSTRACT

The integration of Generative Artificial Intelligence (GAI) into higher education presents new possibilities for teaching and learning in the field of optics. The objective of this study was to analyze the perceptions of seventh-semester students regarding the use of generative artificial intelligence in learning optics and to develop a didactic simulator for teaching about spherical mirrors. A quantitative, non-experimental, cross-sectional, and descriptive-propositive study was conducted. Sixteen students participated, representing the entire accessible population of seventh-semester students. Data were collected using a 20-item Likert-scale questionnaire, organized into the dimensions of use of GAI tools and understanding and motivation in learning optics. The results showed a favorable perception of the use of these tools, with “Strongly Agree” and “Agree” responses predominating in both dimensions, indicating that students perceive these tools as potentially contributing to information retrieval, content comprehension, and support for learning optics. It is concluded that students have a favorable perception of the incorporation of GenAI as a complementary resource for teaching spherical mirrors, although the results do not allow causal effects on learning to be established.

Keywords: Higher education, spherical mirrors, generative artificial intelligence, optics, student perception

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la inteligencia artificial generativa ha adquirido gran importancia y su aplicación se ha extendido hacia varias ramas de la ciencia, en este caso en la educación, esto lleva a la necesidad de conocer su uso, las ventajas, desventajas y limitaciones. Las universidades son un ente de conocimientos que promueven la aplicación de la ciencia, tecnología e innovación, el avance de la GenAI impone nuevos retos a los docentes universitarios. La asignatura de óptica se imparte a nivel de pregrado su objeto de estudio son las propiedades de la luz, el comportamiento y la interacción con la materia.

La presente investigación nace de la necesidad de revitalizar la enseñanza de la física en Educación Superior, donde la brecha entre la teoría y la práctica sigue siendo un obstáculo crítico. En el contexto educativo actual, integrar herramientas de la GenAI no es una opción, sino un imperativo pedagógico. Este estudio busca analizar la percepción de los estudiantes de séptimo semestre sobre el uso de inteligencia artificial generativa en el aprendizaje de la óptica y desarrollar un simulador didáctico para la enseñanza de espejos esféricos.

La enseñanza tradicional de la óptica, y particularmente de los espejos esféricos, durante décadas se ha impartido mediante métodos expositivos que priorizan la memorización de fórmulas y representaciones gráficas estáticas, por lo que los estudiantes suelen ver la reflexión de la luz y la formación de imágenes como conceptos abstractos, carentes de una conexión intuitiva con los fenómenos físicos que ocurren a su alrededor. La GenAI puede crear explicaciones, diseñar simulaciones, resolver problemas sobre la óptica Geométrica. Como señalan Alvarado-Guzmán et al. (2024), la falta de vocaciones científico-tecnológicas a menudo tiene su origen en una ciencia escolar que no logra emocionar ni involucrar profundamente al aprendiente.

El impacto de esta tecnología en la generación de conocimiento es profundo, pues democratiza el acceso a tutorías especializadas y recursos adaptativos (Vargas-Zúñiga et al., 2024). Sin embargo, como señalan Muñoz Martínez et al (2025), su adopción en la educación superior no debe ser ciega; requiere de una revisión sistemática que equilibre sus ventajas didácticas con los desafíos éticos. Por otra parte, el abordaje puramente matemático no es suficiente para la enseñanza y aprendizaje de la óptica geométrica, porque si la enseñanza se limita a una pizarra, los docentes pierden la oportunidad de que el estudiante desarrolle un pensamiento crítico y una capacidad analítica frente a problemas de óptica que exigen una comprensión profunda del comportamiento físico de la luz antes de proceder al cálculo formal (Ballesteros et al. 2025).

Relacionar la GenAI con la enseñanza de la física, específicamente en Óptica no es simplemente añadir un software más; sino es transformar esta tecnología como recurso complementario hacia el aprendizaje de la asignatura. Si se integra herramientas de generación

visual y simulaciones adaptativas, podemos convertir el concepto abstracto en una experiencia de exploración interactiva. Según Guerrero Valarezo (2025), la integración de estas herramientas en contextos de formación técnica permite el desarrollo de capacidades digitales esenciales, logrando que el estudiante no solo aprenda física, sino que entienda cómo la tecnología modela nuestro conocimiento sobre ella.

La investigación no busca sustituir la labor docente, sino potenciarla para que los estudiantes de séptimo semestre no solo resuelvan problemas de manera mecánica, sino que comprendan la física detrás del fenómeno. De manera que, si se alinea el uso de estas herramientas con los estándares de competencias digitales, el impacto podría tener un gran potencial que trasciende en el aula.

El uso correcto de la GenAI podría mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de materiales innovadores, interactivos y adaptados a los estudiantes; además para la formación de futuros docentes de Física, el uso de estas herramientas es una oportunidad para crear contenido educativo de acuerdo con las necesidades y el contexto de los estudiantes.

Según Scotto, (2024), es fundamental que exista un marco pedagógico sólido que evite la dependencia tecnológica. Hay herramientas como ChatGPT o generadores de imágenes que pueden ofrecer explicaciones inmediatas, sin embargo, la GenAI se podría utilizar para ampliar la capacidad del estudiante de visualizar, modelar y, finalmente comprender con mayor rigor los fenómenos de la Óptica. Por lo que, cuando se utiliza esta tecnología bajo un enfoque crítico y humanístico, se convierte en un puente entre la teoría abstracta y la realidad.

La Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) ha dejado de ser una promesa futurista para consolidarse como un pilar disruptivo en el panorama educativo contemporáneo. En esencia, se trata de sistemas capaces de crear contenido original ya sea texto, código o simulaciones a partir de vastos conjuntos de datos, marcando una evolución significativa desde la IA tradicional de procesamiento hacia una de naturaleza creativa (Fajardo Aguilar et al., 2023). Su auge no es casual; responde a la urgencia de personalizar los procesos formativos en un mundo cada vez más digitalizado.

No obstante, esta herramienta no está exenta de controversias. Mientras autores como (Ateeq et al., 2024), advierten sobre los riesgos que implica para la integridad académica y la necesidad de transitar hacia modelos de evaluación holísticos, otros investigadores, como Tiglla Tumbaico (2025), subrayan su enorme potencial: una mejora tangible en el rendimiento académico y el fortalecimiento de competencias digitales. En este sentido, la GenAI actuaría como un catalizador que obliga a las universidades a cuestionar no solo qué enseñamos, sino cómo permitimos que el conocimiento sea construido mediante la mediación algorítmica.

En este contexto el objetivo de la investigación fue analizar la percepción de los estudiantes de séptimo semestre de la Carrera de Pedagogía de la Matemática y la Física sobre el uso de inteligencia artificial generativa en el aprendizaje de la óptica y desarrollar un simulador didáctico

para la enseñanza de espejos esféricos, para cumplir con la finalidad se diagnosticó la percepción y experiencia previa de los estudiantes, se identificó herramientas de GenAI apropiadas, finalmente se diseñó y se desarrolló el simulador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se recolectaron datos de medición y análisis para describir las percepciones de los estudiantes respecto al uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en el aprendizaje de óptica. El estudio tuvo un diseño no experimental, puesto que no se manipularon deliberadamente las variables del estudio, sino que se analizaron las respuestas de los participantes en su contexto académico. Asimismo, fue transversal, debido a que la información fue recopilada durante un único periodo académico, correspondiente al periodo 2026-1S, y tuvo un alcance descriptivo-propositivo, ya que inicialmente se realizó un diagnóstico de las percepciones y necesidades de los estudiantes para, posteriormente, plantear una propuesta didáctica orientada al uso de herramientas de GenAI como recurso de apoyo para el aprendizaje de contenidos de óptica.

La investigación fue de campo, puesto que se recolectaron los datos en el lugar de estudio. La población objetivo estuvo constituida por los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la UNACH. La población accesible correspondió a los estudiantes de séptimo semestre, debido a que en este nivel se aborda la asignatura de Óptica. Debido a que participaron todos los estudiantes disponibles de este semestre, se trabajó mediante un censo de la población accesible; de modo que la muestra estuvo conformada por 16 estudiantes. En consecuencia, los análisis presentados en el estudio corresponden a una muestra efectiva de 16 participantes. Debido al tamaño y al procedimiento de selección de la muestra, los resultados se interpretan en el contexto de los participantes analizados y no se generalizan a la totalidad de estudiantes de la carrera.

Para la recolección de información se empleó como técnica la encuesta y como instrumento un cuestionario compuesto por 20 ítems, estructurados mediante una escala tipo Likert. El instrumento estuvo organizado en dos dimensiones: uso de herramientas de GenAI y comprensión y motivación en el aprendizaje de óptica. Los ítems permitieron recopilar información relacionada con el conocimiento y uso previo de herramientas de GenAI, su utilidad y facilidad de uso, así como aspectos relacionados con la comprensión, motivación, autonomía e intención de utilizar este tipo de herramientas en actividades académicas.

La validez de contenido del cuestionario se estableció mediante juicio de tres expertos quienes fueron seleccionados considerando su experiencia docente en el área de Física y su vinculación con la enseñanza universitaria. Los expertos evaluaron los ítems considerando criterios de claridad, coherencia, pertinencia y relevancia respecto de los objetivos y dimensiones del estudio. A partir de las observaciones realizadas por los expertos se efectuaron las

modificaciones necesarias en la redacción y estructura de los ítems antes de su aplicación definitiva. La consistencia interna del instrumento se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach se obtuvo un valor de $\alpha = 0,942$, utilizando el programa IBM SPSS Statistics.

Tabla 1
Cálculo del alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	N de elementos
,942	20

Nota: Validación con Alfa de Cronbach hecha en SPSS autoría propia.

El procedimiento de investigación se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se realizó un diagnóstico orientado a identificar las percepciones de los estudiantes sobre el uso de herramientas de GenAI y su posible utilidad como recurso de apoyo en el aprendizaje de contenidos de óptica. Posteriormente, se estructuró la propuesta didáctica considerando las necesidades identificadas en el diagnóstico y los contenidos correspondientes a la asignatura. La aplicación del cuestionario se realizó de manera presencial previa explicación a los participantes sobre el propósito de la investigación. La participación de los estudiantes se realizó previo consentimiento informado, garantizando su participación voluntaria y el tratamiento confidencial de la información. Los datos fueron recopilados de forma anónima y posteriormente organizados y procesados mediante Microsoft Excel. Finalmente, se realizó un análisis estadístico de las respuestas, utilizando porcentajes, con el propósito de caracterizar las percepciones de los estudiantes y sustentar la propuesta didáctica.

RESULTADOS

El cuestionario estuvo conformado por 20 ítems elaborados mediante una escala de Likert de cinco categorías de respuesta: Totalmente de acuerdo (TDA) = 5, De acuerdo (DA) = 4, Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NDA-ND) = 3, En desacuerdo (ED) = 2 y Totalmente en desacuerdo (TED) = 1. El procesamiento de los datos se realizó mediante Microsoft Excel, donde se obtuvieron las frecuencias y porcentajes de las respuestas para describir la distribución de los participantes en cada categoría de la escala. Debido al carácter ordinal de los datos, el análisis de los ítems se centró en la distribución de frecuencias y porcentajes. Los 20 ítems fueron agrupados en dos dimensiones: Dimensión 1, Uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (GenAI), conformada por los ítems 1 al 9; y Dimensión 2, Comprensión y motivación en el aprendizaje de óptica, conformada por los ítems 10 al 20.

Tabla 2*Dimensión 1: Uso de herramientas de GenAI*

Preguntas	TDA	DA	NDA-ND	ED	TED
1. Conozco herramientas de Inteligencia Artificial Generativa aplicadas a la educación.	25,00 %	62,50 %	12,50 %	0,00 %	0,00 %
2. He utilizado herramientas de IA para realizar actividades académicas.	43,75 %	50,00 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %
3. Considero sencillo utilizar herramientas de IA generativa.	50,00 %	50,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
4. Las herramientas de IA facilitan la búsqueda de información sobre óptica.	43,75 %	56,25 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
5. La IA permite obtener respuestas rápidas a dudas académicas.	50,00 %	43,75 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %
6. Considero útil el uso de herramientas de IA en el aprendizaje universitario.	43,75 %	37,50 %	18,75 %	0,00 %	0,00 %
7. Las herramientas de IA favorecen el acceso a recursos educativos digitales.	25,00 %	56,25 %	18,75 %	0,00 %	0,00 %
8. Me interesa aprender a utilizar herramientas de Inteligencia Artificial Generativa.	50,00 %	43,75 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %
9. Las herramientas de IA facilitan la comprensión de información compleja.	37,50 %	56,25 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %

Nota. Elaboración propia con datos procesados en Microsoft Excel

Los resultados de la dimensión 1 muestran que los estudiantes tienen una percepción favorable ya que en todos los ítems predominaron las respuestas "Totalmente de acuerdo" y "De acuerdo" lo que refleja una aceptación generalizada del uso de la GenAI en el ámbito académico. Los mayores niveles de aceptación se observaron en el ítem 3 con 50% y 50% respectivamente y el ítem 4 con 43,75% y 56,25% respectivamente, donde los participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que es sencillo utilizar herramientas de IA generativa y que estas herramientas facilitan la búsqueda de información sobre óptica, también coincidieron en que utilizan herramientas de IA para realizar actividades académicas ya que permiten obtener respuestas rápidas a dudas académicas e influyen en el aprendizaje universitario.

Tabla 3*Dimensión 2: Comprensión y motivación en el aprendizaje de óptica*

Preguntas	TDA	DA	NDA-ND	ED	TED
10. La IA representa un apoyo importante en el proceso educativo.	31,25 %	62,50 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %
11. El uso de IA facilita la comprensión inicial de los conceptos de espejos esféricos.	12,50 %	62,50 %	25,00 %	0,00 %	0,00 %
12. Las explicaciones apoyadas con IA son fáciles de entender.	6,25 %	50,00 %	43,75 %	0,00 %	0,00 %
13. Los recursos elaborados con IA ayudan a relacionar teoría y práctica.	12,50 %	43,75 %	37,50 %	6,25 %	0,00 %
14. Las representaciones visuales facilitan el aprendizaje de óptica.	31,25 %	62,50 %	6,25 %	0,00 %	0,00 %
15. El material elaborado con IA hace más interesante el aprendizaje de óptica.	31,25 %	37,50 %	31,25 %	0,00 %	0,00 %
16. El uso de IA aumenta mi interés por aprender óptica.	25,00 %	37,50 %	37,50 %	0,00 %	0,00 %
17. Me siento más motivado cuando se utilizan recursos tecnológicos en clase.	31,25 %	43,75 %	25,00 %	0,00 %	0,00 %
18. Las herramientas de IA favorecen el aprendizaje autónomo.	25,00 %	56,25 %	12,50 %	6,25 %	0,00 %
19. Recomendaría el uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa como apoyo para el aprendizaje de espejos esféricos.	31,25 %	56,25 %	12,50 %	0,00 %	0,00 %
20. Considero que la IA puede mejorar la enseñanza de espejos esféricos.	18,75 %	50,00 %	25,00 %	6,25 %	0,00 %

Nota. Elaboración propia con datos procesados en Microsoft Excel

Los resultados de la Dimensión 2 evidencian una percepción favorable de los estudiantes, ya que en la mayoría de los ítems predominaron las respuestas altas entre "Totalmente de acuerdo" y "De acuerdo". Los mayores niveles de aceptación se observaron en los ítems 10 y 14 (31,25 % y 62,50 %), donde las herramientas de la IA podrían representar un apoyo en el proceso educativo y que representaciones visuales podría facilitar el aprendizaje de la óptica. Asimismo, los estudiantes coincidieron mediante sus respuestas en que la IA favorece la comprensión de los conceptos, facilita la relación entre teoría y práctica e incrementa el interés por aprender.

DISCUSIÓN

En la dimensión 1 los resultados muestran una valoración favorable hacia el conocimiento, uso y utilidad de las herramientas de GenAI en el ámbito académico. Los participantes reconocen su facilidad de uso, utilidad para buscar información sobre óptica y aporte a la comprensión de contenidos complejos. Sin embargo, algunas respuestas neutrales evidencian la necesidad de fortalecer su uso mediante orientación y acompañamiento docente. Estos hallazgos coinciden con Hernández-Marín, (2026), quien sostiene que la GenAI representa una oportunidad para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante estrategias

pedagógicas que favorezcan una adopción crítica, ética y creativa, evitando su prohibición y promoviendo su integración en la educación superior.

En la dimensión 2 los resultados reflejan una tendencia favorable hacia el uso de la GenAI como apoyo para comprender conceptos de óptica, promover la motivación y el aprendizaje autónomo. No obstante, la presencia de respuestas neutrales en algunos ítems indica que su incorporación debe complementarse con estrategias didácticas que permitan relacionar los recursos de IA con la comprensión teórica y práctica de los contenidos. Cardoso García et al. (2025) y Guerrero Valarezo (2025), sostienen que el uso de la inteligencia artificial generativa mejora la motivación, la autoeficacia académica y el rendimiento de los estudiantes al ofrecer explicaciones adaptadas a sus necesidades.

Además, según Hernández Marín (2026), la GenAI debe utilizarse con lineamientos pedagógicos claros para evitar la dependencia tecnológica y fortalecer el desarrollo del pensamiento crítico. Del mismo modo, Cardoso García et al. advierten que el potencial educativo de la GAI depende de una adecuada preparación docente, de la supervisión permanente y de la validación de la información generada, aspectos indispensables para garantizar una implementación responsable en el ámbito universitario.

Finalmente, los estudiantes aceptan ampliamente la GenAI como herramienta de acceso a información, pero muestran cautela cuando se les pregunta por su capacidad concreta para facilitar la comprensión o mejorar el aprendizaje de óptica; los resultados respaldan la pertinencia de proponer un material didáctico basado en Inteligencia Artificial Generativa para la enseñanza de espejos esféricos. En consecuencia, la GenAI podría convertirse en una estrategia que fortalezca la comprensión de contenidos complejos y promueva una enseñanza más dinámica, siempre y cuando su implementación responda a los objetivos pedagógicos definidos.

Propuesta del uso de la herramienta GenAI para el desarrollo de un simulador de Espejos Esféricos

La simulación educativa ha trascendido para consolidarse en sistemas dinámicos impulsados por la Inteligencia Artificial Generativa (GAI). La propuesta se orientó al diseño y desarrollo de un simulador educativo sobre espejos esféricos mediante el uso articulado de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa. El propósito fue integrar los fundamentos de la óptica geométrica con un recurso interactivo que permitiera modificar variables físicas, visualizar la formación de imágenes y relacionar los resultados gráficos con las expresiones matemáticas.

Para esta propuesta se emplearon cuatro herramientas de GenAI, entre ellas se utilizó PromptCowboy, ChatGPT, Google AI Studio y Claude AI. Cada herramienta realizó una función específica dentro del proceso. PromptCowboy se utilizó como apoyo para la elaboración de prompts; ChatGPT se empleó para la organización, estructuración y desarrollo de los contenidos

teóricos sobre espejos esféricos; mientras que Google AI Studio y Claude AI se utilizaron para la generación, modificación y depuración del código HTML del simulador.

A continuación, se presentan las fases consideradas durante la elaboración de la propuesta:

Fase 1: Definición de requisitos físicos y pedagógicos

En esta fase se estableció los contenidos conceptuales y matemáticos fundamentales que debería incorporar el simulador. Se determinó los contenidos principales como óptica geométrica, la propagación rectilínea de la luz, la ley de la reflexión, los espejos cóncavos y convexos, los rayos principales, el foco, el centro de curvatura y la formación de imágenes. Además, el simulador debía permitir mover y visualizar los cambios de la distancia focal (f), la distancia del objeto (d_o), la distancia de la imagen (d_i), la altura del objeto (h_o), la altura de la imagen (h_i) y el aumento lateral (M). También se utilizó la ecuación de los espejos esféricos, mismo que fue incorporado al simulador, donde se presenta una sección específica de teoría.

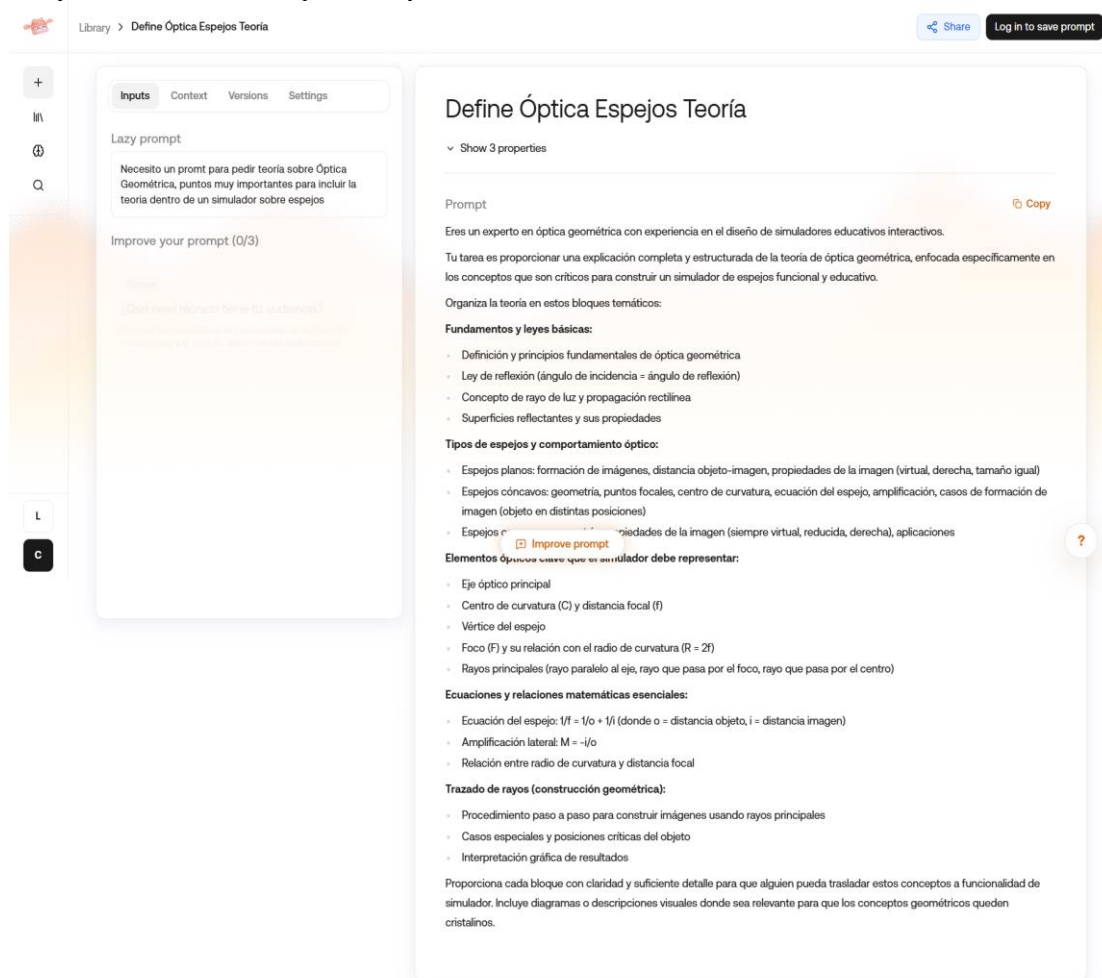
Desde lo pedagógico, el recurso debería favorecer la interacción del estudiante con las variables y permitir la observación inmediata de los cambios producidos. Por esta razón, se optó por la incorporación de controles interactivos, representación gráfica de los rayos, visualización del objeto y la imagen y presentación de los resultados matemáticos en tiempo real.

Fase 2: Ingeniería de prompts

Se desarrolló la ingeniería de prompts para convertir todo el contenido de espejos esféricos en instrucciones específicas para cada una de las herramientas de GenAI. Se utilizó PromptCowboy para diseñar y perfeccionar las instrucciones.

El prompt inicial utilizado fue: Necesito un prompt para solicitar teoría sobre Óptica Geométrica, destacando los puntos más relevantes que deben incluirse en el desarrollo de un simulador de espejos.

Figura 1
Prompt de salida de PromptCowboy



En esta fase también se utilizó ChatGPT, Google AI Studio y Claude AI para ajustar las instrucciones relacionadas con la generación del contenido y del código.

Fase 3: Generación inicial de código

En esta fase se procedió a generar el código del simulador en HTML, se utilizó Google AI Studio y Claude AI, a partir de los prompts estructurados. ChatGPT se utilizó para revisar y orientar la incorporación del contenido de espejos esféricos.

La finalidad fue obtener una primera versión del simulador que integre los componentes tanto teóricos, matemáticos y gráficos. Para ello se incorporó un selector para elegir entre el espejo cóncavo o convexo y los controles para modificar las distancias y la altura. También se incorporó un panel de cálculos para determinar la distancia de la imagen, el aumento lateral y la altura de la imagen.

Figura 2

Resultados del prompt en Google AI

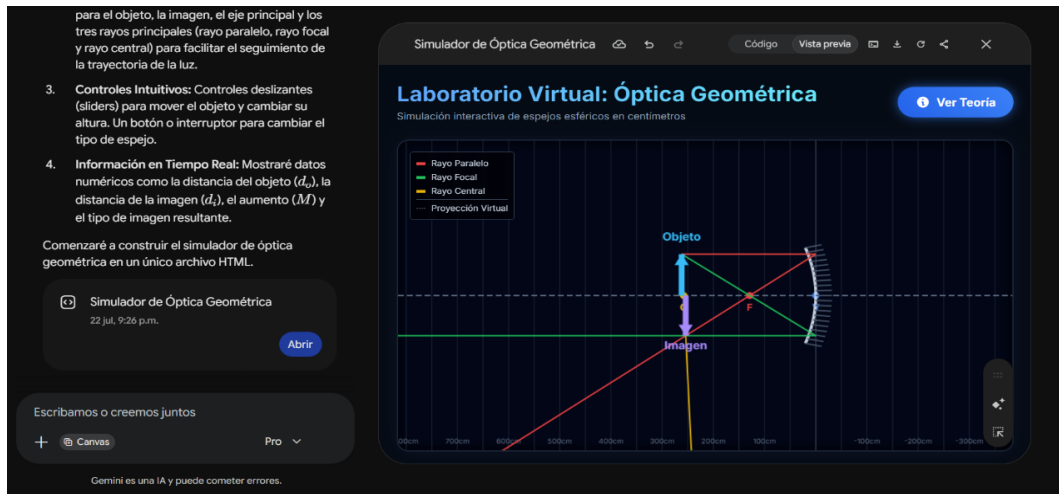
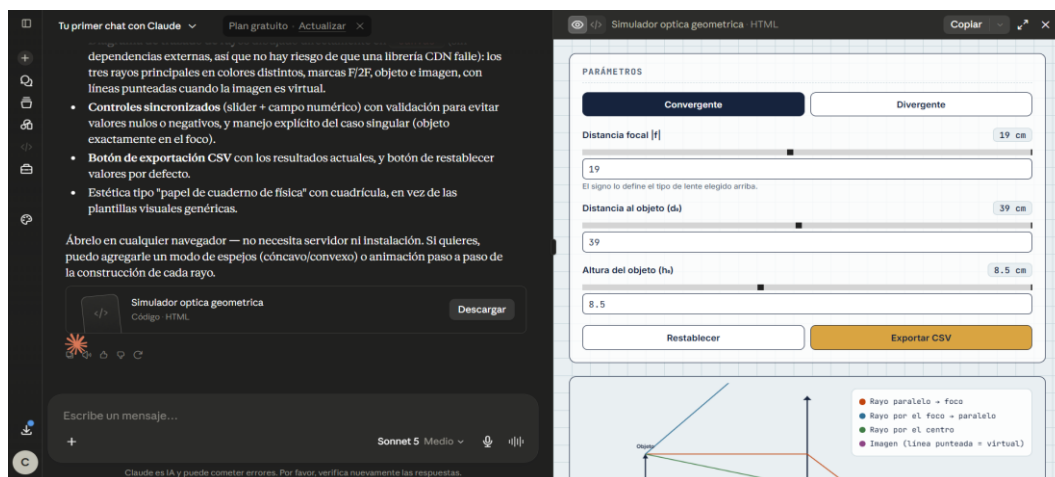


Figura 3

Resultados del prompt en Claude AI



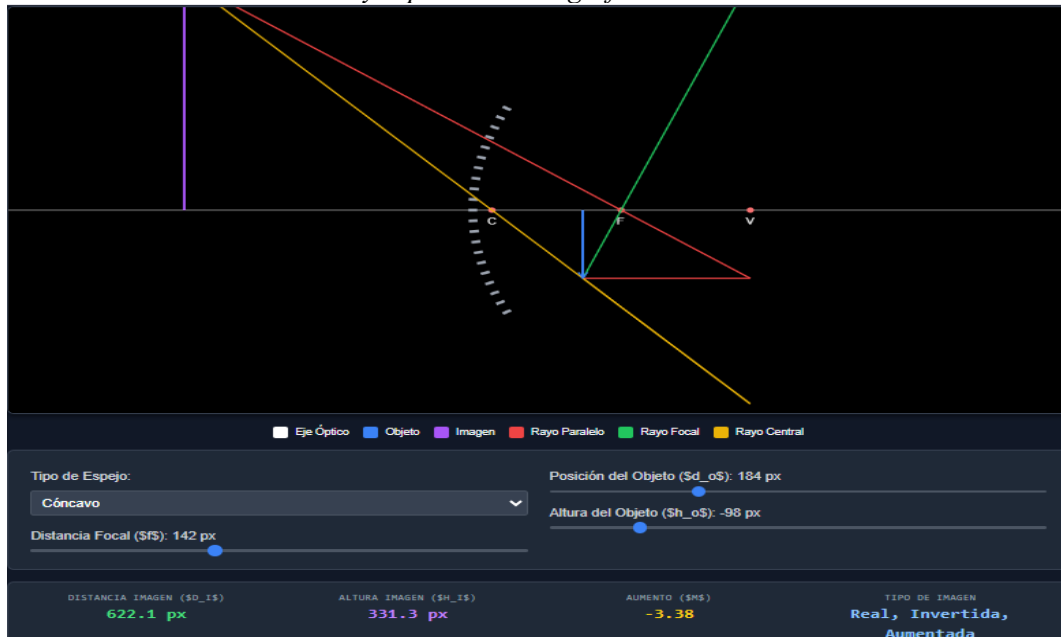
Fase 4: Depuración iterativa

En esta fase se revisó el código generado por las herramientas de GenAI, se empleó ChatGPT, Google AI Studio y Claude AI para identificar problemas de funcionamiento, realizar modificaciones específicas y mejorar la interacción entre los componentes del simulador.

La depuración incluyó la revisión de los controles de entrada, la representación gráfica del espejo, foco, el centro de curvatura, el objeto y la imagen, así como también el trazo de los rayos principales. Aunque el código permite actualizar la representación gráfica cuando el usuario modifica las variables mediante el control iterativo. También se incorporó una función que permite identificar las características de la imagen según los resultados obtenidos.

Figura 4

Revisión de controles de entrada y representación gráfica



Fase 5: Verificación física y matemática

En esta fase se realizó la verificación del simulador, se desarrolló mediante la revisión directa de las ecuaciones y relaciones físicas utilizadas en el código. Primero se verificó la convención de signos utilizada para la distancia focal, positivos para los espejos cóncavos y negativos para los convexos. Se comprobó que la distancia de la imagen, el aumento y la altura se calculen mediante su respectiva ecuación, mismos que ya están implementadas en el simulador. Finalmente se revisó los rayos representados gráficamente y la formación de imágenes.

Figura 5

Resultados para un espejo cóncavo

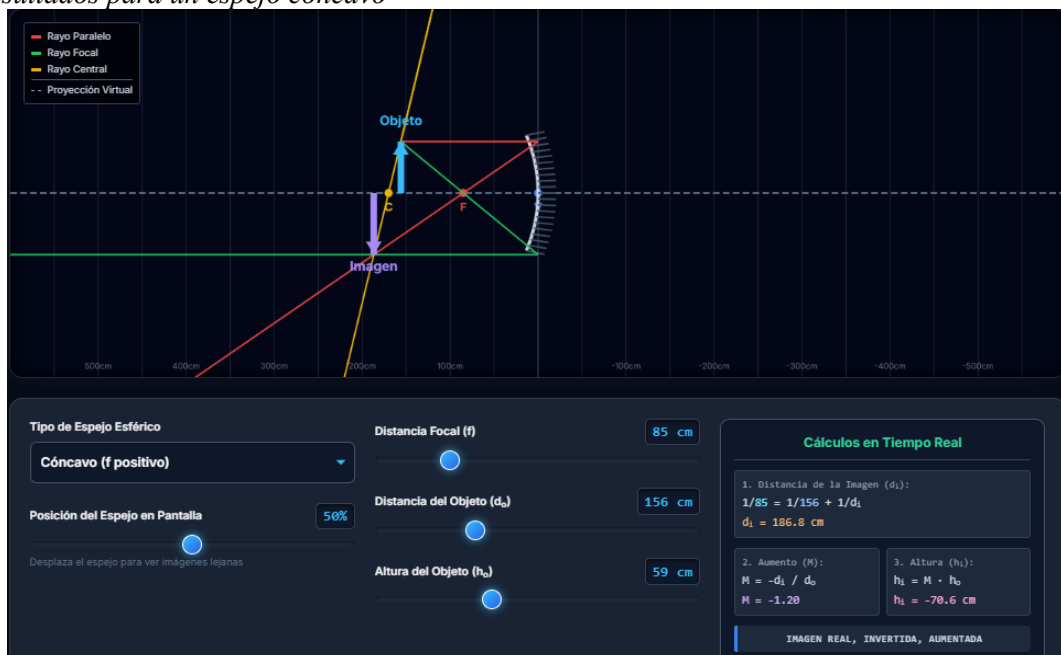
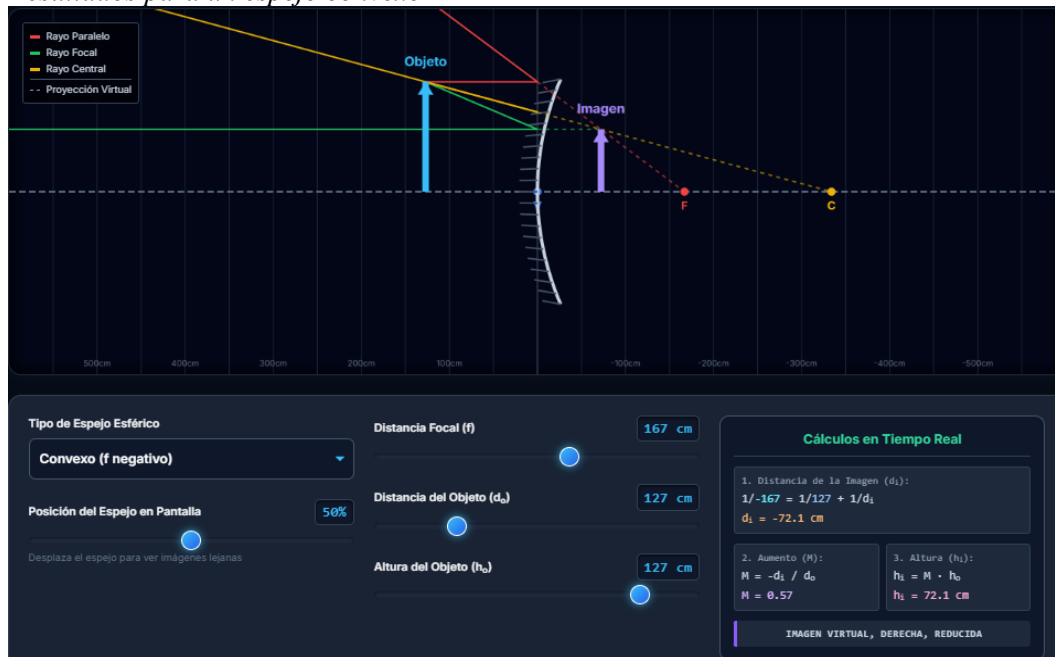


Figura 6

Resultados para un espejo convexo



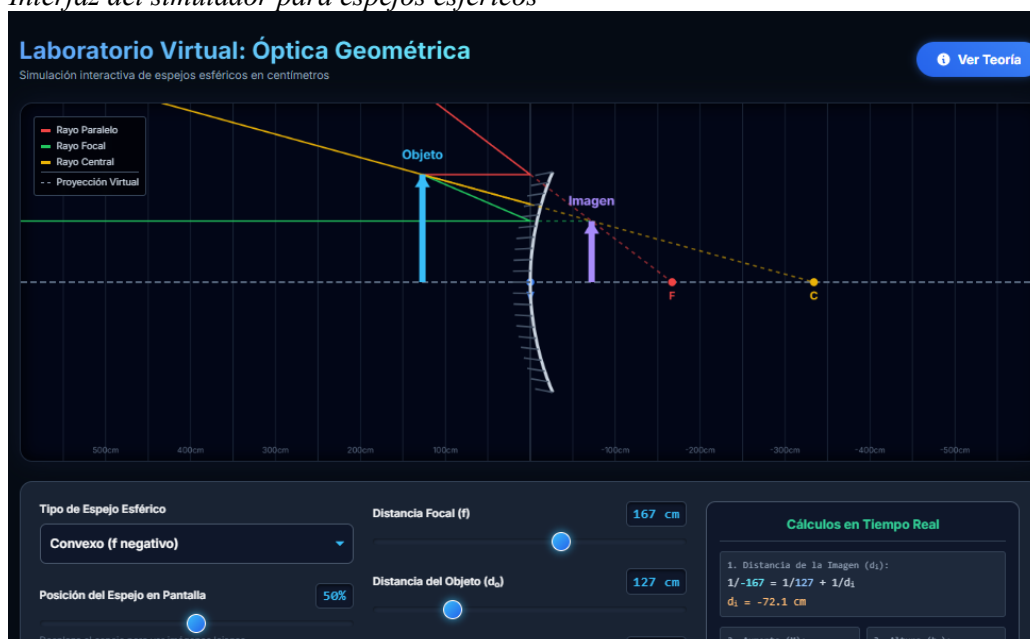
Fase 6: Obtención de versión final

En esta fase se obtuvo la versión final del simulador. Este integró los contenidos teóricos, las expresiones matemáticas, los controles iterativos y la respectiva representación gráfica. El simulador incorpora una sección teórica que permite ver la teoría sobre los espejos esféricos, entre ellos está los tipos de espejos, los rayos principales y las ecuaciones fundamentales.

Así, el usuario podrá seleccionar el tipo de espejo y modificar la distancia focal, la distancia del objeto y la altura del objeto. También incorpora el panel de cálculos que presenta los resultados en tiempo real y determina las características de la imagen formada.

Figura 7

Interfaz del simulador para espejos esféricos



Fase 7: Validación del simulador

Para validar la funcionalidad y aplicabilidad del simulador se realizaron diez pruebas; aplicando cálculos manuales utilizando la ecuación del espejo y comparando estos resultados con los mostrados en el simulador.

Las ecuaciones matemáticas utilizadas fueron:

$$d_i = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{d_o} \right)^{-1}$$

$$M = -\frac{d_i}{d_o}$$

$$h_i = M \cdot h_o$$

En donde:

- d_i es la distancia entre la imagen y el espejo. Este valor es positivo si la imagen es real y negativo si es virtual.
- d_o es la distancia entre el objeto y el espejo. Este valor es positivo si el objeto es real y negativo si es virtual.
- f es la distancia focal del espejo. Este valor es positivo si el espejo es cóncavo y negativo si es convexo.
- M es la amplificación del espejo. Si el valor es positivo, la imagen es derecha (misma orientación que el objeto) y si es negativo, la imagen es invertida. Además, si $|M| > 1$, la imagen es de mayor tamaño que el objeto; si $|M| = 1$, la imagen es del mismo tamaño; y si $|M| < 1$, es de menor tamaño.
- h_i es la altura de la imagen a través del espejo.
- h_o es la altura del objeto.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos. Todas las mediciones están dadas en centímetros.

Tabla 4

Datos del espejo cóncavo

<i>Datos proporcionados</i>				<i>Cálculo teórico</i>			<i>Cálculo simulador</i>		
<i>Espejo</i>	<i>f</i>	<i>d_o</i>	<i>h_o</i>	<i>d_i</i>	<i>M</i>	<i>h_i</i>	<i>d_i</i>	<i>M</i>	<i>h_i</i>
<i>Cóncavo</i>	50	100	50	100	-1	-50	100	-1	-50
<i>Cóncavo</i>	50	150	50	75	-0,5	-25	75	-0,5	-25
<i>Cóncavo</i>	100	50	50	-100	2	100	-100	2	100
<i>Cóncavo</i>	150	225	80	450	-2	-160	450	-2	-160
<i>Cóncavo</i>	200	100	100	-200	2	200	-200	2	200
<i>Convexo</i>	-50	100	50	-33,3	0,33	16,7	-33,3	0,33	16,7
<i>Convexo</i>	-100	70	80	-41,2	0,59	47,1	-41,2	0,59	47,1
<i>Convexo</i>	-100	60	50	-37,5	0,62	31,3	-37,5	0,625	31,3

<i>Convexo</i>	-150	225	80	-90	0,4	32	-90	0,4	32
<i>Convexo</i>	-200	100	100	-66,7	0,67	66,7	-66,7	0,67	66,67

De esta manera, se comprueba que los resultados obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el simulador concuerdan entre sí.

Asimismo, se revisó cuidadosamente los diagramas de rayos para verificar que estén correctamente trazados y que las características de la imagen correspondan con los resultados mostrados. Tras una revisión cuidadosa de este aspecto; se verificó que también concuerdan los resultados mostrados y que los rayos se trazan adecuadamente.

Cabe añadir que entre las principales limitaciones del estudio se encuentran el reducido número de participantes y su pertenencia a una única cohorte académica, lo que restringe la generalización de los resultados. Asimismo, la información obtenida corresponde a percepciones autoinformadas mediante un diseño transversal y no constituye evidencia directa de mejora del rendimiento académico. Aunque el simulador fue sometido a una verificación físico-matemática, no se evaluó su efecto sobre el aprendizaje ni su usabilidad con estudiantes mediante un diseño experimental.

CONCLUSIONES

Para concluir, se evidencia que los estudiantes de séptimo semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física presentan una percepción favorable hacia el uso de GenAI como apoyo en el aprendizaje de la asignatura de Óptica. En las dos dimensiones evaluadas predominaron las puntuaciones altas por lo que el uso de esta herramienta podría facilitar la búsqueda de información, comprensión de conceptos, incrementar la motivación y promover el aprendizaje. Además, el instrumento utilizado presentó una alta consistencia interna lo que respalda la consistencia de los resultados obtenidos. En este contexto, los resultados proporcionaron insumos para orientar el diseño de una propuesta didáctica basada en herramientas de Inteligencia Artificial Generativa para la enseñanza de espejos esféricos. Los resultados evidencian que se podría incorporar herramientas de GenAI como recurso didáctico para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos complejos, como los espejos esféricos.

Se podría incorporar herramientas de Inteligencia Artificial Generativa como recurso complementario en la enseñanza de la asignatura de Óptica y otras áreas de las ciencias experimentales ya que podría mejorar la comprensión de conceptos mediante explicaciones, simulaciones y representaciones visuales. También se sugiere desarrollar futuras investigaciones con muestras más amplias incorporando diseños experimentales que permitan evaluar el impacto de la GenAI no solo en la percepción de los estudiantes, sino también en su rendimiento académico y desarrollo del pensamiento crítico.

REFERENCIAS

- Alvarado-Guzmán, L. L., Nardi, R., & Malaquías, I. M. (2024). Potencialidades de las narrativas históricas en la formación de formadores de profesores de ciencias. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (55), 759–762. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21076>.
- Ateeq, A., Alzoraiki, M., Milhem, M., & Ateeq, R. A. (2024). Artificial intelligence in education: Implications for academic integrity and the shift toward holistic assessment. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1470979>
- Ballesteros, H. F. V., Pazos, R. E. A., Seisdedos, L. F., & Saltos, F. E. F. (2025). La inteligencia artificial generativa como recurso didáctico en la educación superior. Una revisión sistemática. *RECIMUNDO*, 9(2), 247-261. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(2\).abril.2025.247-261](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(2).abril.2025.247-261)
- Cardoso García, D., Mero Salazar, L., Saltos Arias, D., Sánchez Sánchez, M., & Espinoza Mogrovejo, M. (2025). La inteligencia artificial generativa y su aporte en la enseñanza personalizada para estudiantes de educación secundaria: Generative artificial intelligence and its contribution to personalized teaching for secondary school students. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(4). <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4564>
- Fajardo Aguilar, G. M., Ayala Gavilanes, D. C., Arroba Freire, E. M., & López Quincha, M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 8(1), 109–131. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935>
- Guerrero Valarezo, C. (2025). Desarrollo de capacidades digitales a través de la integración de inteligencia artificial generativa en contextos de formación técnica y tecnológica. *Revista De Investigación, Formación Y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 13(3), 62-70. <https://doi.org/10.34070/rif.v13.i3.2025.446.62-70>
- Hernández-Marín, A. D. J. (2026). Propuesta de integración de IAG a la enseñanza-aprendizaje de la escritura. *Question/Cuestión*, 3(82), e1025. <https://doi.org/10.24215/16696581e1025>
- Muñoz Martínez, C., Roger-Monzo, V., & Castelló Sirvent, F. (2025). IA generativa y pensamiento crítico en la educación universitaria a distancia: desafíos y oportunidades. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(2), 233–273. <https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43556>
- Scotto, V. (2024). El ChatGPT y el fin de la historia: Una elaboración teórica sobre sus peligros y promesas leídos desde la filología. *Recial*, 15(25), 118-146. <https://doi.org/10.53971/2718.658x.v15.n25.45626>

- Tiglla Tumbaico, B. D. (2025). Impacto de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la personalización del aprendizaje en universidades latinoamericanas. *Alpha International Journal*, 3(1), 18-30. <https://doi.org/10.63380/aij.v3n1.2025.55>
- Vargas-Zúñiga, M. P., Guerrero-Ceja, Y. J., Medina-Morón, E. M. & Salinas-Rodríguez, M. I. (2024). La Implementación de la Tecnología para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(2), 286-295. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.565>