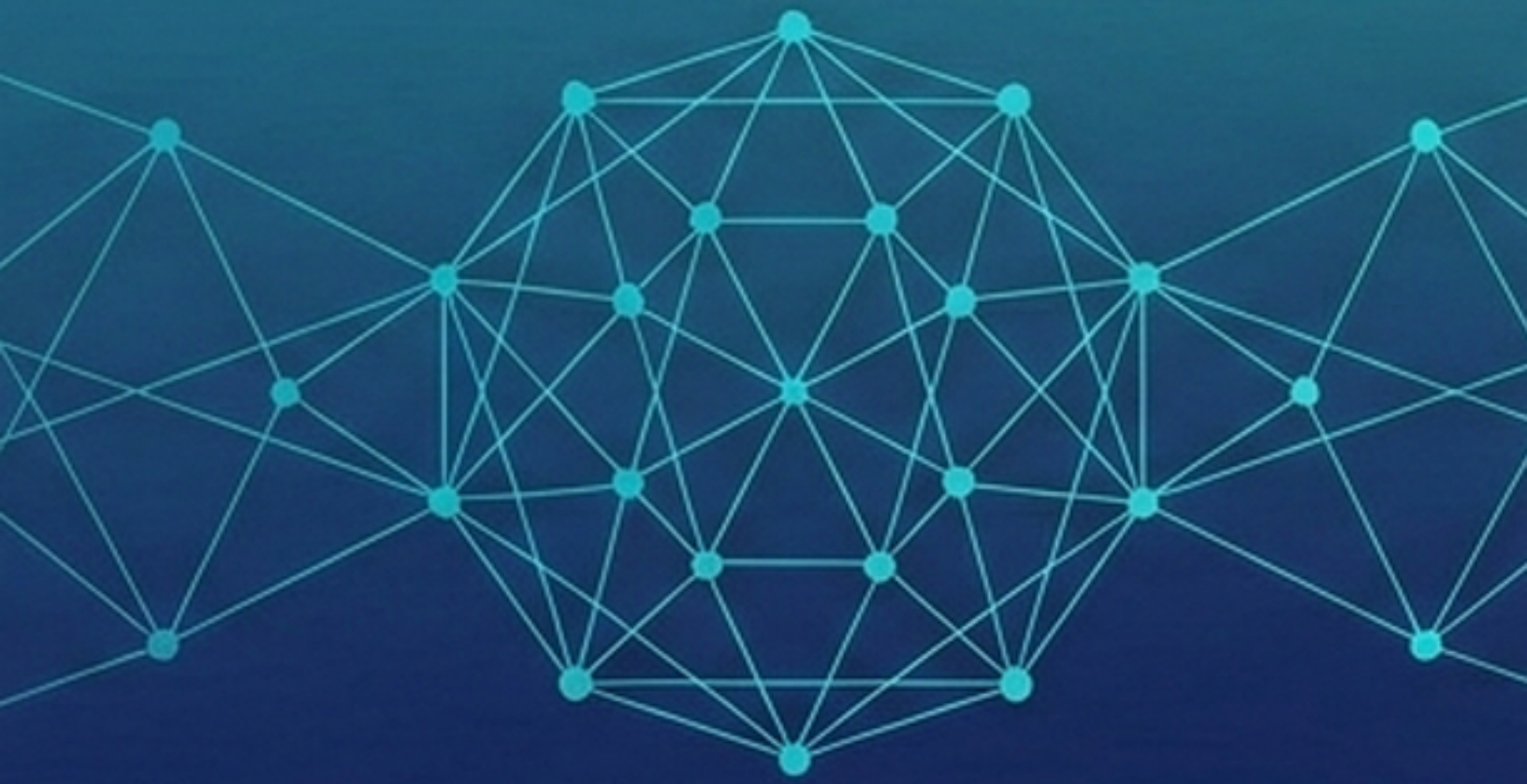
EDUCACIÓN INTELIGENTE CON IA

Enfoques pedagógicos, analíticos y éticos para el aprendizaje personalizado

Coordinadores

Marcos Manuel Ibarra Núñez
José Manuel Mendoza Román
Alba Magdalena Sandoval Andrade



SOMECE

ICAT
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

EDUCACIÓN INTELIGENTE CON IA

Enfoques pedagógicos, analíticos y éticos para el aprendizaje personalizado

©Coordinadores
Marcos Manuel Ibarra Núñez
José Manuel Mendoza Román
Alba Magdalena Sandoval Andrade

ISBN: 978-607-59406-6-3







EDUCACIÓN INTELIGENTE CON IA.

Enfoques pedagógicos, analíticos y éticos para el aprendizaje personalizado

©Coordinadores

Marcos Manuel Ibarra Núñez

José Manuel Mendoza Román

Alba Magdalena Sandoval Andrade

©Editores

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez

Josefina Bárcenas López

©Diseño y maquetación editorial

Yamile Xiadani Parada Rocha

©Diseño de portada

Andrea Saraí Sánchez Bárcenas

©Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A. C.

Reservados todos los derechos

El contenido de esta obra puede ser reproducida o transmitida total o parcialmente sólo para fines educativos mencionando los créditos correspondientes a los autores.

Los argumentos, ideas y opiniones presentados en cada uno de los capítulos que interan esta obra son responsabilidad de cada uno de los autores.

ISBN: 978-607-59406-6-3

Hecho en México

2026©

Contenido

Innovación pedagógica con IAGen para el aprendizaje híbrido en Trabajo Social 8

Análisis comparativo de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) para identificación de patrones de riesgo académico y personalización del aprendizaje 25

Del método científico hacia el pensamiento crítico: una estrategia metodológica con el uso de WhatsApp como laboratorio cibertrónico..... 39

Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA): un enfoque desde la ingeniería de sistemas complejos para la enseñanza de las matemáticas..... 54

Fortalecimiento de las habilidades docentes a través de Talleres de Alfabetización Estadística (TAE).....69

Internacionalización virtual educación media superior: implementación de COIL y aprendizaje basado en proyectos mediado por tecnologías digitales e inteligencia artificial 82

Integración de inteligencia artificial conversacional en la creación de actividades prácticas para abordar la conservación de la energía: estudio de la fase Explorar del modelo de enseñanza 5E en el bachillerato..... 100

La indagación en ambientes digitales para promover la alfabetización STEM en docentes de secundaria 126

Desafío ético: La misión de la educación superior frente a los sesgos algorítmicos en IA. Una revisión sistemática 138

PRESENTACIÓN

La inteligencia artificial (IA) se posiciona actualmente como la tecnología más influyente en la reconfiguración de los procesos educativos. Lejos de limitarse a funcionar como una herramienta tecnológica, la IA abre un horizonte de posibilidades para repensar cómo se enseña, cómo se aprende y, sobre todo, cómo se construyen experiencias educativas más personalizadas, inclusivas y significativas. En este contexto, la noción de una educación inteligente emerge como un enfoque integral que articula innovaciones pedagógicas, analíticas y éticas.

La integración adecuada de la IA en la educación hace posible analizar grandes volúmenes de datos sobre el origen, comportamiento y desempeño del estudiantado, lo que facilita la adaptación de contenidos, ritmos y estrategias didácticas en función de las necesidades individuales. Este potencial de análisis no solo optimiza el aprendizaje personalizado, sino que permite impulsar el desarrollo del pensamiento crítico, la autonomía y la toma de decisiones informada. Empero, estos avances conllevan importantes desafíos, particularmente en el terreno pedagógico, donde es necesario redefinir el rol del docente, en el ámbito ético, donde surgen preguntas sobre la privacidad, la equidad y la transparencia de los sistemas algorítmicos.

Así, la educación inteligente con IA no puede ser comprendida únicamente desde una perspectiva técnica. Requiere un enfoque multidimensional que integre marcos pedagógicos innovadores, herramientas analíticas robustas y una reflexión crítica y ética profunda que garantice su uso responsable. En este sentido, el presente material invita a analizar cómo la IA puede contribuir a la construcción de entornos de aprendizaje verdaderamente centrados en el estudiante, sin perder de vista los principios de inclusión, justicia social y formación integral que deben guiar toda propuesta educativa contemporánea.

Este panorama abre la puerta a propuestas diversas que exploran el potencial de la IA desde múltiples dimensiones. Por un lado, destacan estudios orientados al análisis comparativo de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM), los cuales permiten identificar patrones de riesgo académico y avanzar hacia sistemas de aprendizaje verdaderamente personalizados. Por otro, emergen experiencias de innovación pedagógica con inteligencia artificial generativa, particularmente en modalidades híbridas como las implementadas en el ámbito del Trabajo Social, donde la flexibilidad y la contextualización del aprendizaje resultan cruciales.

De la misma manera, se incorporan enfoques metodológicos que resignifican herramientas cotidianas, como el uso de WhatsApp como laboratorio

cibertrónico, para transitar del método científico hacia el pensamiento crítico, mostrando que la innovación no siempre depende de tecnologías complejas, sino de su integración creativa. En esta misma línea, el desarrollo de Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA) plantea nuevas formas de enseñar matemáticas desde la perspectiva de los sistemas complejos, ampliando las posibilidades del razonamiento en entornos digitales.

La formación docente también ocupa un lugar central, a través de iniciativas como los Talleres de Alfabetización Estadística (TAE) y la promoción de la indagación en ambientes digitales para fortalecer la alfabetización STEM en docentes de secundaria. Estas propuestas reconocen que el verdadero potencial de la IA solo puede desplegarse plenamente cuando el profesorado cuenta con las herramientas y competencias necesarias para integrarla críticamente en su práctica cotidiana.

A nivel institucional y global, destacan estrategias de internacionalización virtual, como la implementación del modelo COIL y el aprendizaje basado en proyectos, mediado por tecnologías digitales e IA, que amplían las fronteras del aula tradicional. De igual forma, la incorporación de inteligencia artificial conversacional en el diseño de actividades prácticas, como en la enseñanza de la conservación de la energía bajo el modelo 5E, evidencia cómo la IA puede enriquecer la experiencia de aprendizaje en niveles educativos como el bachillerato.

No obstante, este avance tecnológico no está exento de tensiones. La creciente preocupación por los sesgos algorítmicos y sus implicaciones éticas plantea un desafío urgente para la educación superior, que debe asumir un papel activo en la formación de ciudadanos críticos, capaces de comprender y cuestionar las lógicas subyacentes de la inteligencia artificial.

En conjunto, estos enfoques delinean un campo dinámico y en expansión, donde la educación inteligente con IA no solo transforma prácticas, sino que redefine los sentidos mismos del aprendizaje. Este recorrido invita al lector a explorar cómo la convergencia entre pedagogía, analítica y ética puede abrir nuevas rutas hacia una educación más equitativa, crítica y pertinente en el siglo XXI.

Explorar estos materiales resulta fundamental para comprender no solo el impacto actual de la inteligencia artificial en la educación, sino también su potencial en la configuración de los futuros escenarios de aprendizaje.

Innovación pedagógica con IAGen para el aprendizaje híbrido en Trabajo Social

María de los Ángeles Orta Sustaita
Yanira Xiomara de la Cruz Castañeda

RESUMEN

Este aporte reseña el avance de una investigación en curso cuyo objetivo es el diseño e implementación de una propuesta pedagógica innovadora centrada en el bosquejo de contenidos educativos con Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) para el aprendizaje híbrido en la formación de trabajadores sociales. El contexto del estudio se desarrolla a partir de una experiencia aplicada en la asignatura de Mercadotecnia Social (sexto semestre de la licenciatura en Trabajo Social) de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC). Por el momento en el texto se describe el análisis de los fundamentos teóricos que sustentan la investigación (TICCAD, conectivismo y metodologías activas en modalidades híbridas), así como las herramientas digitales con IAGen que permiten personalizar contenidos, automatizar retroalimentaciones y fortalecer competencias profesionales como el pensamiento crítico, la comunicación digital y la creatividad aplicada. Para fortalecer el marco teórico epistemológico expuesto, se presenta el diseño de una estrategia de aprendizaje propuesta para vincular el contenido temático desarrollado en el aula con la acción social (praxis) mediante campañas digitales diseñadas con IAGen. Además, se reflexiona sobre los desafíos éticos del uso de IAGen en la educación superior, como los sesgos algorítmicos, la privacidad de datos y equidad en el acceso, proponiendo criterios éticos para su implementación responsable. Finalmente, se concluye que la IAGen no sustituye la labor docente, sino que la amplifica y la fortalece si se utiliza apropiadamente con un objetivo pedagógico, didáctico, contextualizado. En complemento, se ofrecen recomendaciones para fortalecer el perfil profesional del egresado desde una perspectiva inclusiva, crítica y transformadora.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial Generativa, Trabajo Social, Aprendizaje Híbrido, Mercadotecnia Social, Educación Superior.

INTRODUCCIÓN

> "De vez en cuando, una nueva tecnología, un antiguo problema y una gran idea se convierten en una innovación".
>
> -Kamen (2016, citado en Abad, 2020, p.1)

La acelerada transformación digital ha redefinido los escenarios educativos, exigiendo nuevas formas de diseñar, implementar y evaluar contenidos que respondan a las necesidades de una sociedad compleja, interconectada y diversa. En este contexto, la inteligencia artificial Generativa (IAGen) se posiciona como una herramienta estratégica para potenciar el aprendizaje híbrido (Campozano et al., 2023) permitiendo la creación de contenidos educativos adaptativos, personalizados y colaborativos que fortalecen el perfil profesional de los estudiantes.

La formación de trabajadores sociales, orientada a la justicia social, la intervención comunitaria y la promoción de derechos humanos, requiere de estrategias pedagógicas que integren tecnologías emergentes como las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y el Aprendizaje Digital (TICCAD) y la IAGen. Estas herramientas optimizan los procesos de enseñanza-aprendizaje y amplifican el impacto social de la formación al facilitar el diseño de campañas, simulaciones, entornos virtuales y recursos multimedia que conectan la teoría con la práctica.

Desde la Facultad de Trabajo Social de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), se reconoce la necesidad de incorporar contenidos educativos con IAGen que respondan a los desafíos contemporáneos, como la desigualdad digital, la brecha tecnológica y la necesidad de personalizar el aprendizaje. Esta propuesta se enmarca en el diseño de una estrategia pedagógica innovadora, aplicada en la asignatura de Mercadotecnia Social, que busca fortalecer el perfil de egreso mediante el uso de redes sociales, plataformas digitales y herramientas de IAGen para la creación de contenidos significativos.

El presente trabajo propone una reflexión crítica y una intervención educativa que vincula la IAGen con el aprendizaje híbrido en la formación de trabajadores sociales, destacando su potencial para transformar la práctica docente, empoderar a los estudiantes y generar impacto social desde el aula. Para una mejor comprensión de las implicaciones de la incorporación de esta tecnología en los procesos educativos de nivel superior, se considera necesario presentar el bosquejo teórico que sustenta mencionada propuesta y posterior disertación.

Aprendizaje híbrido como modalidad flexible y transformadora

El aprendizaje híbrido se ha consolidado como una modalidad pedagógica que articula lo presencial y lo virtual en una experiencia formativa integrada, dinámica y contextualizada. Esta flexibilidad permite que los estudiantes interactúen con contenidos, docentes y pares en múltiples entornos, favoreciendo la construcción de conocimiento desde la diversidad de experiencias, ritmos y estilos de aprendizaje.

En el contexto postpandemia, esta modalidad ha adquirido mayor relevancia como respuesta a los desafíos de la educación contemporánea, especialmente en instituciones que atienden poblaciones con alta heterogeneidad socioeconómica y tecnológica. Según Díaz y Benítez (2025), los ambientes híbridos de aprendizaje funcionan como "herramientas puente entre los espacios presenciales y virtuales para la construcción del conocimiento estudiantil", destacando la importancia de las relaciones intersubjetivas y el conflicto sociocognitivo en la construcción colectiva del saber.

Autores como Graham (2006) y Bonk & Graham (2012) ya señalaban que el aprendizaje híbrido optimiza recursos y promueve la autonomía, la colaboración y el pensamiento crítico. Esta visión se ha ampliado en estudios recientes como el de Serrano et al. (2024), quienes afirman que el modelo híbrido "posibilita una flexibilidad y adaptabilidad superiores en el proceso educativo", impactando positivamente en la motivación intrínseca y el desempeño académico.

En el campo del Trabajo Social, el aprendizaje híbrido permite vincular la teoría con la práctica mediante simulaciones, estudios de caso, campañas digitales y entornos colaborativos, tal como se plantea, esta modalidad facilita el diseño de actividades que integran tecnologías emergentes, redes sociales y herramientas con IAGen, promoviendo un aprendizaje significativo, ético y situado.

La experiencia desarrollada en la UAdeC, por ejemplo, demuestra cómo el uso de plataformas digitales y estrategias híbridas puede fortalecer el perfil profesional del estudiante, al permitirle experimentar procesos de intervención social desde el aula, utilizando recursos como Canva, ChatGPT, Padlet y Forms para diseñar contenidos, analizar problemáticas y comunicar propuestas.

Además, Hernández et al. (2021) destacan que el aprendizaje híbrido exige una reconfiguración de los contenidos programáticos y las estrategias de evaluación, lo que implica un rediseño curricular que incorpore competencias

digitales, socioemocionales y éticas. En este sentido, el aprendizaje híbrido no es solo una modalidad técnica, representa una apuesta pedagógica por la inclusión, la equidad y la transformación social.

METODOLOGÍA

Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en la educación

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el ámbito educativo se refiere al uso de algoritmos, sistemas adaptativos y tecnologías inteligentes para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Su aplicación en entornos híbridos permite diseñar experiencias formativas más personalizadas, interactivas y eficientes, respondiendo a los desafíos de la educación contemporánea. (Campi, 2023, p. 40).

Según la UNESCO (2021), la IAGen puede facilitar la personalización de contenidos, automatizar procesos de evaluación formativa y promover la inclusión educativa mediante el diseño de entornos accesibles y adaptativos. En el contexto del aprendizaje híbrido, permite generar materiales adaptativos según el perfil, ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante, automatizar retroalimentaciones y rúbricas, ofreciendo respuestas inmediatas y contextualizadas, crear simuladores sociales y entornos gamificados que vinculan la teoría con la práctica profesional y analizar datos de aprendizaje para mejorar la toma de decisiones pedagógicas y ajustar estrategias didácticas.

Estudios recientes confirman este potencial, Zepeda et al. (2024) destacan que la IAGen "optimiza el desempeño académico y profesional, al fomentar la autonomía, la innovación y la toma de decisiones informadas" (p. 4). Asimismo, Rentería, (2024) subraya que los docentes valoran la capacidad de la IAGen para personalizar el aprendizaje, aunque advierten sobre riesgos como la pérdida de habilidades críticas y el debilitamiento del vínculo pedagógico.

En América Latina, la incorporación de IAGen en educación superior avanza entre oportunidades de innovación y desafíos estructurales. Acevedo et al. (2025) identifican cuatro dimensiones clave: innovación tecnológica, transformación pedagógica, ética educativa y sostenibilidad institucional. Estas dimensiones son especialmente relevantes en el campo del Trabajo Social, donde el uso de IAGen debe estar orientado al fortalecimiento del perfil ético, crítico y comprometido del profesional.

No obstante, su implementación requiere una mirada crítica sobre los sesgos algorítmicos, que pueden reproducir estereotipos o exclusiones;

la privacidad de los datos, especialmente en plataformas que recolectan información sensible; y la equidad en el acceso, considerando las brechas tecnológicas que afectan a estudiantes en contextos vulnerables.

En este sentido, Ruiz, et al. (2023) señalan el papel del docente como diseñador ético y reflexivo es fundamental, el docente no solo debe dominar las herramientas digitales, sino también orientar su uso hacia la construcción de aprendizajes significativos, inclusivos y socialmente pertinentes. La IAGen no sustituye la labor docente, sino que la amplifica, siempre que se utilice con criterio pedagógico, sensibilidad social y compromiso ético.

Conectivismo para aprender en red con tecnologías emergentes

El conectivismo, propuesto por George Siemens (2004) y ampliado por Stephen Downes, surge como una teoría del aprendizaje para la era digital. A diferencia de enfoques tradicionales centrados en la memorización o la construcción individual del conocimiento, el conectivismo plantea que el aprendizaje ocurre en redes dinámicas de información, personas, comunidades y tecnologías. En este marco, el conocimiento no reside únicamente en el individuo, sino en las conexiones que establece con fuentes externas, incluidas las herramientas digitales e inteligentes.

Sus principios básicos son:

- Distribución del conocimiento: El saber se encuentra disperso en múltiples nodos (personas, bases de datos, plataformas), y el aprendizaje consiste en identificar, conectar y actualizar esos nodos.
- Capacidad de conexión como competencia central: Aprender implica saber cómo acceder, filtrar, evaluar y vincular información relevante.
- Actualización constante: En contextos de cambio acelerado, la habilidad para mantenerse actualizado es más valiosa que el conocimiento estático.
- Aprendizaje informal y colaborativo: Las redes sociales, comunidades virtuales y entornos gamificados se convierten en espacios legítimos de aprendizaje.

Conectivismo e inteligencia artificial en contenidos híbridos

El enfoque conectivista resulta especialmente pertinente para el diseño de contenidos educativos mediados por IAGen, ya que reconoce que el aprendizaje ocurre en redes dinámicas de información, personas y tecnologías. En este marco, el conocimiento no reside únicamente en el individuo, sino en las conexiones que establece con fuentes externas, incluidas las

herramientas digitales e inteligentes. Esta visión se alinea con los principios del aprendizaje híbrido, la innovación educativa y la formación ética de profesionales comprometidos con la transformación social.

Gudiño, et al. (2023) destacan que la IAGen, integrada desde una perspectiva pedagógica crítica, puede potenciar el aprendizaje colaborativo, la autonomía y la construcción significativa del conocimiento. En particular, señalan que:

- Promueve el aprendizaje colaborativo y distribuido, facilitado por plataformas interactivas, asistentes inteligentes y entornos virtuales que permiten la participación activa, la co-creación de saberes y el intercambio entre pares. Esto es especialmente valioso en Trabajo Social, donde el diálogo y la construcción colectiva son pilares de la intervención profesional.
- Reconoce la importancia de la actualización constante, integrando algoritmos que adaptan los contenidos según el progreso, intereses y perfil del estudiante. Esta adaptabilidad favorece trayectorias formativas más inclusivas, respetando los ritmos y estilos de aprendizaje diversos, como lo recomienda el Grupo Académico de IAGen en Educación de la UNAM (2025).
- Valora la capacidad de los estudiantes para navegar, seleccionar y construir sentido en entornos digitales, fortaleciendo el pensamiento crítico, la autonomía y la toma de decisiones informadas. En contextos de alta complejidad social, esta competencia se vuelve esencial para interpretar datos, narrativas y discursos desde una mirada ética y situada.
- Facilita la co-construcción de conocimiento, mediante simuladores, foros, mapas conceptuales dinámicos y herramientas de visualización de datos que permiten representar, analizar y transformar realidades sociales. Estas tecnologías no solo amplían las posibilidades didácticas, sino que también habilitan espacios para el aprendizaje experiencial, reflexivo y comprometido.

Desde una perspectiva ética y humanista, el uso de IAGen en el diseño de contenidos debe estar orientado a fortalecer la inclusión, la equidad y la justicia social. Esto implica que el docente actúe como mediador ético, capaz de seleccionar herramientas pertinentes, diseñar experiencias significativas y acompañar el proceso formativo con sensibilidad, criterio pedagógico y compromiso profesional.

Aplicaciones en la formación de trabajadores sociales

En el campo del Trabajo Social, el conectivismo ofrece un marco teórico potente para diseñar experiencias formativas que vinculan la acción comunitaria con el análisis crítico, integrando tecnologías emergentes como mediadoras del aprendizaje. Esta perspectiva reconoce que el conocimiento se construye en red, a través de la interacción entre personas, entornos digitales y flujos de información, lo cual resulta especialmente pertinente en contextos de alta complejidad social.

Solórzano & García (2016) sostienen que el aprendizaje en red, sustentado en el conectivismo y la teoría de la actividad, requiere una renovación integral de las prácticas educativas, incorporando tecnologías que favorezcan la autonomía, la colaboración y la construcción colectiva del conocimiento. En este sentido, las tecnologías emergentes no son solo herramientas técnicas, sino espacios de interacción pedagógica que permiten articular la teoría con la práctica desde una perspectiva crítica, ética y situada.

Las tecnologías que pueden aplicarse en la formación conectivista de trabajadores sociales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tecnologías Aplicables en Trabajo Social

Tecnología emergente	**Aplicación conectivista en Trabajo Social**
Redes Sociales	Difusión de campañas, análisis de narrativas comunitarias, activismo digital.
Plataformas interactivas	Co-creación de diagnsósticos, simulaciones de intervención, aprendizaje basado en casos.
Asistentes inteligentes	Retrolaimentación personalizada, tutoría virtual, análisis de datos sociales.
Entornos Gamificados	Desarrollo de competencias éticas, toma de decisiones en escenarios simulados.

Estas herramientas permiten articular la teoría con la práctica, fomentar el pensamiento reflexivo y fortalecer el perfil profesional desde una perspectiva crítica, ética y colaborativa.

Diseño de contenidos educativos con IAGen para el aprendizaje híbrido

El diseño de contenidos educativos mediados por IAGen debe responder a principios pedagógicos que garanticen la calidad, la equidad y la pertinencia formativa. Según el Grupo Académico de IA Generativa en Educación de la UNAM (2025), estos principios se articulan en cinco dimensiones del trabajo académico: enseñanza, aprendizaje, evaluación, investigación y gestión educativa. En el contexto del Trabajo Social, su aplicación adquiere especial relevancia por el compromiso ético, comunitario y reflexivo que caracteriza la formación profesional. Los principios clave incluyen:

- Personalización del aprendizaje: La IAGen permite adaptar los contenidos al ritmo, estilo y necesidades de cada estudiante, generando trayectorias formativas flexibles y centradas en el desarrollo individual. Esto favorece la inclusión y el respeto por la diversidad cognitiva, especialmente en grupos con alta heterogeneidad sociocultural.
- Interactividad y participación activa: Las herramientas inteligentes pueden promover el aprendizaje experiencial y colaborativo mediante simuladores, asistentes conversacionales, entornos gamificados y plataformas de co-creación. Estas experiencias fortalecen el vínculo pedagógico y estimulan la construcción colectiva del conocimiento.
- Contextualización social: Los contenidos deben vincularse con problemáticas reales del entorno, especialmente en disciplinas como el Trabajo Social. La IAGen facilita el análisis de datos comunitarios, la creación de narrativas situadas y el diseño de campañas digitales con enfoque social, permitiendo que los estudiantes articulen teoría y práctica desde una perspectiva crítica y transformadora.
- Evaluación formativa automatizada: La retroalimentación inmediata y significativa, generada por sistemas inteligentes, permite monitorear el progreso, identificar áreas de mejora y fomentar la autorregulación del aprendizaje. Esta evaluación debe ser transparente, ética y centrada en el desarrollo integral del estudiante.

Este enfoque potencia el aprendizaje híbrido y posiciona al docente como diseñador pedagógico y mediador ético, capaz de integrar tecnologías emergentes con criterio, sensibilidad y compromiso social.

Herramientas y plataformas con IAGen para el diseño de contenidos.

La Tabla 2 presenta algunas de las herramientas (Campi, 2023) que permiten crear contenidos adaptativos, interactivos y colaborativos que se ajustan a distintos estilos de aprendizaje, fomentan la creatividad y fortalecen el pensamiento crítico.

Tabla 2. Herramientas para crear contenido IAGen en Trabajo Social

Herramienta	**Aplicación en Trabajo Social**
Copilor/ChatGPT	Generación de guías, simulaciones, retroalimentación automatizada.
Canva Docs con IA	Diseño de campañas digitales, infografías y presentaciones colaborativas.
Scribe/Notion AI	Documentación de procesos comunitarios, sistematización de experiencias.
Kahoot con IA	Documentación de procesos comunitarios, sistematización de experiencias
Miro/Padlet	Mapas colaborativos, lluvia de ideas, análisis de casos.

La implementación de los recursos mencionados con anterioridad en entornos híbridos favorece la construcción de experiencias formativas más significativas, al permitir que los estudiantes participen activamente en la creación, análisis y transformación del conocimiento. Según Campi (2023), el uso pedagógico de la inteligencia artificial generativa y las tecnologías emergentes responde a la diversidad cognitiva y potencia el desarrollo de habilidades superiores como la resolución de problemas, la toma de decisiones y la reflexión crítica en contextos reales.

En este sentido, el diseño instruccional debe considerar entornos digitales que promuevan la autonomía, la colaboración y la experimentación, alineándose con enfoques como el conectivismo y el aprendizaje basado en proyectos. La IAGen, al integrarse de manera ética y estratégica, se convierte en un catalizador para la innovación educativa, permitiendo que docentes y estudiantes co-construyan saberes desde una perspectiva crítica, creativa y situada.

DESARROLLO

Propuesta diseño de una campaña digital con enfoque social usando herramientas con IAGen.

La implementación de una campaña digital con enfoque social mediada por inteligencia artificial generativa responde a la necesidad de formar profesionales capaces de intervenir críticamente en contextos complejos, utilizando tecnologías emergentes de manera ética, creativa y estratégica. Esta propuesta se fundamenta en tres ejes clave como lo es la innovación educativa y la pertinencia social que, Según Guamán, et al. (2025), la integración de IAGen en la educación superior permite fortalecer competencias universitarias orientadas a la intervención social efectiva, al facilitar el aprendizaje adaptativo, la simulación de escenarios comunitarios y el análisis contextual automatizado.

El desarrollo de competencias profesionales es otro eje clave ya que fomenta habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación digital efectiva y el diseño de estrategias de intervención, consideradas esenciales por organismos como UNESCO y CEPAL para enfrentar los desafíos sociales contemporáneos. Además, Campi (2023) destaca que las herramientas digitales con IAGen permiten crear contenidos adaptativos e interactivos que fortalecen la creatividad y el pensamiento crítico, elementos centrales en esta campaña. Finalmente, el uso técnico y responsable de las tecnologías emergentes son destacadas por el Grupo Académico de IAGen en Educación de la UNAM (2025) quienes subrayan que la IAGen debe integrarse desde una perspectiva ética, humanista y contextualizada, promoviendo la equidad, la inclusión y la transparencia en los procesos formativos.

En conjunto, esta propuesta busca fortalecer el perfil profesional del estudiante de Trabajo Social, y promover una transformación institucional hacia modelos pedagógicos más inclusivos, colaborativos y tecnológicamente pertinentes.

Objetivo: Fortalecer el perfil profesional del estudiante mediante el uso de tecnologías emergentes para la intervención social.

Fases:

- Diagnóstico participativo (encuestas con IAGen, análisis de datos).
- Diseño de contenidos (infografías, mensajes, simulaciones).
- Difusión digital (uso de redes sociales, segmentación con IAGen).
- Evaluación formativa (rúbricas automatizadas, retroalimentación inteligente).

Competencias por desarrollar:

- Pensamiento crítico y ético.
- Comunicación digital efectiva.
- Diseño de estrategias de intervención social.
- Uso responsable de tecnologías emergentes.

Ventajas del diseño con IAGen en entornos híbridos:

- Adaptabilidad: los contenidos se ajustan a distintos contextos y perfiles.
- Escalabilidad: pueden replicarse en otros cursos o instituciones.
- Inclusión: permiten atender necesidades diversas (visuales, cognitivas, lingüísticas).
- Innovación: promueven el pensamiento creativo y la resolución de problemas.

Impacto en el desarrollo de competencias profesionales

La incorporación de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el diseño de contenidos híbridos ha demostrado de acuerdo con Méndez y Castillo (2023), un impacto significativo en el fortalecimiento de competencias clave en estudiantes de Trabajo Social, especialmente cuando se articula con metodologías activas, enfoques colaborativos y tecnologías emergentes.

Entre las competencias más relevantes destacan:

- Pensamiento crítico y ético: La IAGen permite analizar problemáticas sociales desde múltiples perspectivas, facilitando el acceso a datos diversos, simulaciones de escenarios y análisis automatizados que promueven la reflexión ética y la toma de decisiones informadas. Esto se vincula con el enfoque de Zepeda et al. (2024), quienes afirman que “la IAGen en educación superior potencia el desempeño académico y profesional, al fomentar la autonomía, la innovación y la toma de decisiones informadas”.
- Comunicación digital efectiva: El uso de asistentes generativos, plataformas de diseño y herramientas de segmentación permite a los estudiantes crear campañas digitales con mensajes claros, pertinentes y culturalmente sensibles. Esta competencia se fortalece al integrar IAGen en la producción de contenidos multimedia, adaptados a distintos públicos y contextos de intervención.
- Creatividad aplicada: La IAGen estimula la generación de ideas originales y la resolución de problemas mediante entornos interactivos, visuales

y narrativos. Los estudiantes pueden diseñar infografías, simulaciones y narrativas digitales que articulen teoría y práctica, promoviendo el aprendizaje significativo.

- Gestión de tecnologías emergentes: El dominio de herramientas inteligentes, su aplicación ética y estratégica, y la capacidad de evaluar su impacto social forman parte del perfil profesional del egresado. Esta competencia implica no solo el uso técnico de la IAGen, sino también su integración crítica en procesos de diagnóstico, intervención y evaluación.

Además, como señalan Guamán, et al. (2025), el uso de IAGen en educación superior permite articular competencias universitarias con escenarios reales de intervención social, fortaleciendo el vínculo entre formación académica y transformación comunitaria. La Tabla 3 describe alguna de estas competencias.

Tabla 3. Competencias Desarrolladas con IAGen en la Educación Superior

Competencia	**Descripción**	**Evidencia**
Comunicación digital	Diseña mensajes y campañas con enfoque social usando IA	Infografías, simulaciones, publicaciones
Pensamiento crítico	Analiza problemáticas sociales desde una perspectiva ética	Ensayos reflexivos, debates virtuales
Creatividad aplicada	Propone soluciones innovadoras con herramientas digitales	Proyectos colaborativos, prototipos
Gestión tecnológica	Utiliza plataformas con IA de forma ética y estratégica	Bitácoras, autoevaluaciones, presentaciones

Reflexiones éticas sobre el uso de IAGen en educación

El uso de la IAGen en ambientes educativos plantea desafíos éticos que deben ser abordados desde una perspectiva crítica, humanista y contextualizada. Si bien la IAGen ofrece oportunidades para personalizar el aprendizaje, optimizar la gestión educativa y facilitar la evaluación formativa, su implementación no está exenta de riesgos que pueden afectar la equidad, la inclusión y la autonomía pedagógica.

Entre los principales temas éticos de acuerdo con Gómez, et al (2024) se encuentran:

- Sesgos algorítmicos: Los sistemas de IAGen pueden reproducir estereotipos, prejuicios o exclusiones si no se diseñan con criterios de diversidad y justicia social. Esto es especialmente relevante en contextos de alta heterogeneidad cultural, como el Trabajo Social, donde la sensibilidad al entorno es clave.
- Privacidad de datos: Muchas plataformas educativas con IAGen recolectan información sensible sobre estudiantes, docentes y comunidades. La protección de estos datos debe ser prioritaria, garantizando transparencia, consentimiento informado y uso responsable.
- Equidad en el acceso: Las brechas tecnológicas y socioeconómicas pueden limitar el aprovechamiento de la IAGen en sectores vulnerables. La implementación debe considerar infraestructura, conectividad y formación docente para evitar nuevas formas de exclusión.
- Rol del docente: Más allá de ser usuario de tecnología, el docente debe asumir un papel activo como mediador ético, diseñador pedagógico y acompañante reflexivo. Esto implica decidir qué herramientas usar, cómo integrarlas y con qué propósito formativo.

Como advierten Eras, et al. (2024), la innovación educativa con IA debe estar guiada por principios éticos que garanticen la inclusión, la equidad y el respeto a la diversidad. Su revisión sistemática destaca la necesidad de marcos normativos, formación docente especializada y políticas institucionales que orienten el uso responsable de la IAGen en educación.

Este enfoque ético es especialmente pertinente en la formación de trabajadores sociales, donde la tecnología debe estar al servicio de la transformación comunitaria, la justicia social y el respeto por la dignidad humana.

CONCLUSIONES

La incorporación de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el diseño de contenidos educativos híbridos se plantea como una posibilidad transformadora en la formación profesional de estudiantes de Trabajo Social. Si bien esta propuesta se encuentra en fase exploratoria, se considera que la integración de estrategias pedagógicas basadas en TICCAD, metodologías activas y herramientas inteligentes podría contribuir al fortalecimiento del perfil de egreso, así como al desarrollo de competencias clave como la creatividad, el pensamiento crítico y la comunicación digital.

Este planteamiento aún no cuenta con evidencia empírica de aplicación, pero establece una base teórica y metodológica para el diseño de experiencias formativas contextualizadas, inclusivas y éticamente orientadas. Se prevé que, en etapas posteriores, la propuesta pueda ser implementada y evaluada en escenarios reales de enseñanza-aprendizaje, permitiendo validar su impacto en la formación híbrida y en la praxis profesional del Trabajo Social.

El Marco Teórico descrito y la experiencia propuesta para la UAdeC demuestra hasta el momento que el uso ético, reflexivo y contextualizado de la IAGen puede potenciar la inclusión, la equidad y la innovación educativa. Sin embargo, su implementación requiere acompañamiento docente, infraestructura adecuada y marcos regulatorios que garanticen la protección de datos y la calidad formativa.

Se recomienda:

- Capacitar a los docentes en el uso pedagógico y ético de la IAGen.
- Diseñar contenidos adaptativos que respondan a las necesidades del entorno social.
- Promover comunidades académicas colaborativas que reflexionen sobre el impacto de la IAGen.
- Fortalecer el vínculo entre teoría y práctica mediante simulaciones, campañas digitales y entornos híbridos.

La IAGen no sustituye la labor docente, sino que la amplifica. En manos de educadores comprometidos, se convierte en una aliada poderosa para transformar la educación social y generar impacto desde el aula hacia la comunidad.

REFERENCIAS

Abad, L. (s.f.). *Reflexión sobre los sistemas de información en Empresa y Personas.* StuDocu. https://www.studocu.com/latam/document/universidad-apec/auditoria-informatica/refelxion-sobre-los-sistemas-de-informacion/19080479.

Acevedo Carrillo, M., Cabezas Torres, N. M., La Serna La Rosa, P. A., y Araujo Rossel, S. A. (2025). Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en la educación superior latinoamericana: una revisión sistemática de la literatura. *Zenodo*. https://doi.org/10.5281/zenodo.15508755.

Ateş Çobanoğlu, A. (2009). The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs. *The Turkish Online Journal of Distance Education. 10*, (4).

Bonk, C. J. y Graham, C. R. (Eds.). (2005). Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.

Campi, W. (2023). Educación Híbrida e Inteligencia Artificial Generativa: una revisión crítica.*Minerva. Saber, arte y técnica, 2*(7). https://editorialiupfa.com/ojs/index.php/minerva/article/view/162.

Campozano Alcivar, J. E., Giraldo Miño, M.P., Araujo Bedoya, G. J., Zambrano Figueroa, E. R., Cabrera Morante, R. A., Martinez Ferrín, D. E. y Guerra Delgado, L. R. (2023). Aprendizaje híbrido 3.0: transformando la educación con inteligencia artificial y realidad virtual. *Biblioteca Ciencia Latina.* https://doi.org/10.37811/cli_w950.

Díaz Torres, M., y Benítez Pérez, A. A. (2025). La construcción del conocimiento en ambientes híbridos de aprendizaje: fundamentos epistémico-metodológicos. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y el Desarrollo Educativo*, *15*(30). https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2248.

Eras Guaman, Y. E., Camacho Martínez, Á. E., Echeverría Saldarriaga, P. F., Jaramillo Montecinos, R. V., y Maldonado, M. del R. (2024). Innovación educativa mediante inteligencia artificial en la enseñanza del siglo XXI: Una revisión sistemática.Educational innovation through artificial intelligence in 21st century teaching. A systematic review. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, 5*(4), 4393 – 4403. https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2575

Grupo de trabajo de Inteligencia Artificial Generativa de la UNAM. (2025). *Recomendaciones para el uso educativo de la inteligencia artificial generativa en la UNAM*. Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. https://www.cch-naucalpan.unam.mx/mensajes/RecomendacionesIAGENUNAM2025.pdf

Gómez Cárdenas, R., Fuentes Penna, A., y Castro Rascón, A. (2024). El Uso Ético

y Moral de la Inteligencia Artificial en Educación e Investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(5), 3243-3261. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13801

Guamán Llongo, L. G., Macías Vilela, D. C., Cevallos Valverde, J. R., y Zea Vera, M. E. (2025). Inteligencia artificial en la educación superior: Revisión de literatura sobre el desarrollo de competencias para la intervención social efectiva. *Polo del Conocimiento, 10*(8), 1–25. https://doi.org/10.23857/pc.v10i8.10250

Gudiño Paredes, S., Ramírez Montoya, M. S. y Fernández de Ávila, J. A. (2014). El conectivismo en equipos de aprendizaje a distancia: casos de éxito al implementar proyectos con tecnologías emergentes. Elemento. http://hdl.handle.net/11285/578216

Hernández Rangel, M. de J., Nieto Malpica, J., y Bajonero Santillán, J. N. (2021). Aprendizaje híbrido generado desde las Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de Ciencias Sociales*, *27*(4), 49–61. https://www.redalyc.org/journal/280/28069360005/

Méndez-Domínguez, Paula y Castillo de Mesa, Joaquin. (2024). Trabajo Social e inteligencia artificial (generativa). Implicaciones para la práctica y la innovación a través de la tecnología.

Rentería García, C. D. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la educación superior: representaciones sociales y transformación institucional. *TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, *11.* 53-71. https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.11.47

Ruiz-Mora, F. E., Barrionuevo-Terán, E. Y., Villacres-Perez, M. D., y Estrella-Semblantes, M. J. (2023). El docente como mediador y diseñador de experiencias de aprendizaje . *593 Digital Publisher CEIT*, *8*(6-1), 37-47. https://doi.org/10.33386/593dp.2023.6-1.2255

Serrano Aguilar , N. S., Paredes Montesdeoca, D. G., Silva Carrillo, A. G., Pilatasig Patango, M. R., Ibáñez Oña , J. E., Tumbez Cunuhay, L. F., y Bernal Parraga, A. P. (2024). Aprendizaje Híbrido: Modelos y Prácticas Efectivas para la Educación Post-Pandemia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(4), 10074-10093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13152

Siemens, G. (2005, January 5). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. https://static1.squarespace.com/static/6820668911e3e5617c36c48c/t/682dadc9690ec5749004d96d/1747824073835/connectivism.pdf

Solórzano Martínez, M., y García Martínez, J. (2016). Fundamentos del aprendizaje en red desde el conectivismo y la teoría de la actividad. *Revista Cubana de Educación Superior, 35*(3), 98-112. https://www.researchgate.net/publication/317434928_Fundamentos_del_aprendizaje_en_red_desde_el_conectivismo_y_la_teoria_de_la_actividad

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/PCSP7350

Zepeda Hurtado, M. E., Cardoso Espinosa, E. O., y Cortés Ruíz, J. A. (2024). Influencia de la inteligencia artificial en la educación media y superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *14*(28). https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1949

Análisis comparativo de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) para identificación de patrones de riesgo académico y personalización del aprendizaje

Zaira Zuviría-López,
Diana Ávila-Molina
Jairo Rendón-del-Carmen

RESUMEN

La enseñanza de lenguajes de programación fundamentales como C en el nivel de licenciatura enfrenta el desafío constante de la heterogeneidad en el conocimiento previo y las estrategias de aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) emerge como una herramienta de apoyo para identificar patrones de desempeño y generar intervenciones personalizadas. Este estudio exploratorio examina la viabilidad de utilizar cuatro Grandes Modelos de Lenguaje (LLM), específicamente Gemini 2.5 Pro, DeepSeek V3 & R1, Claude Sonnet 4 y GPT-4 Pro, para detectar estudiantes en riesgo académico y generar planes de estudio personalizados en un curso de programación en C en la Universidad Autónoma de Guadalajara. Para ello, se trabajó con datos anonimizados de 17 estudiantes del semestre 2025-01, empleando calificaciones parciales complementadas con retroalimentación cualitativa del docente. Los LLM se alimentaron con los mismos insumos y *prompt* estructurado, las respuestas se analizaron comparativamente, identificando coincidencias, divergencias y omisiones entre ellos y respecto a la opinión del docente. Los resultados muestran que los modelos identificaron categorías comunes como rendimiento, patrones y estrategias de mejora, pero mostraron diferencias en la elección de estudiantes en riesgo y nivel de detalle de sus planes. Gemini y DeepSeek hicieron énfasis en los comentarios del docente y ofrecieron niveles de riesgo diferenciados. Se concluye que los LLM constituyen una herramienta complementaria valiosa para el docente, siempre que los insumos estén cuidadosamente estructurados y el profesor valide los resultados, con miras a contribuir a la retención estudiantil y a la personalización del aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Personalizado, Inteligencia Artificial, Programación, Rendimiento, Retroalimentación.

INTRODUCCIÓN

La educación superior, y en particular la enseñanza de disciplinas técnicas como la programación, se enfrenta a un panorama en constante evolución. Uno de los mayores desafíos pedagógicos radica en atender la diversidad inherente a cualquier cohorte estudiantil: variaciones en conocimientos previos, estilos de aprendizaje, motivación y ritmo de progreso (Ivanov et al., 2024; Kohnke & Moorhouse, 2025). La programación en C, con su sintaxis rigurosa, la gestión manual de memoria y la abstracción conceptual que requiere, a menudo presenta una curva de aprendizaje pronunciada para los novatos (Blount, 2024). Los enfoques tradicionales de enseñanza, aunque efectivos para una porción del alumnado, pueden no ser óptimos para todos, dejando a algunos estudiantes rezagados y a otros sobreestimulados.

En este contexto, el aprendizaje personalizado emerge como un paradigma prometedor, buscando adaptar la experiencia educativa a las necesidades individuales de cada aprendiz (Fuentes et al. 2025). Históricamente, la implementación a gran escala del aprendizaje personalizado ha sido logísticamente compleja y demandante en tiempo para los instructores. Sin embargo, el advenimiento y la rápida maduración de la IA, y más específicamente de los Modelos de Lenguaje Avanzados (LLM) como Gemini, GPT y otros, abren nuevos caminos para la creación de experiencias de aprendizaje adaptativas y escalables (Aladini et al., 2025). Estos modelos, entrenados con vastas cantidades de texto y código, poseen la capacidad de analizar información compleja y generar análisis contextualizados que los posiciona como herramientas potenciales para el diagnóstico de necesidades de aprendizaje y la formulación de recomendaciones personalizadas.

Por otro lado, la integración de Analíticas de Aprendizaje (Learning Analytics [LA]) en la educación superior ha permitido acceder a grandes volúmenes de datos académicos y transformarlos en acciones para detectar estudiantes en riesgo con una precisión de hasta el 90% (Sanjeev et al., 2025) permitiendo intervenciones preventivas para apoyar la retención.

Así, los LLM se convierten en agentes de alertas o sistemas de detección temprana, al incorporar motores capaces de procesar datos cuantitativos y retroalimentación semántica del docente, para ofrecer diagnósticos más profundos que los modelos estadísticos tradicionales (Elsevier, 2025).

De esta manera, la detección de riesgo académico mediante IAGen no solo predice una tendencia, sino que ofrece rutas de aprendizaje para crear planes de estudio personalizados que responden a las deficiencias específicas detectadas en tiempo real (Gridach et al., 2025; Pandey et al., 2026).

Por tanto, el vaivén entre el análisis de patrones de desempeño y la generación de contenido adaptativo por medio de la IAGen la convierte en una herramienta complementaria para el docente para la atención de la diversidad de aprendizaje del aula (Granville, 2024).

Así, para contribuir con este reto académico, la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG) capacitó a sus docentes desde 2024 en el uso generalizado de Inteligencias Artificiales Generativas agrupadas en una plataforma de nombre uag.ia4teachers.com que fue previamente contextualizada con información de la universidad y ha sido mejorada a petición de las necesidades docentes. En esta plataforma se dio capacitación y acceso a GPT 4 Pro, Gemini 2.5 Pro así como a la generación de imágenes, la creación de chatbots configurables, el acceso a Internet entre otras ventajas (ia4teachers, 2025).

Con estos antecedentes, se pensó en explorar el uso de estos LLM para analizar calificaciones y retroalimentación docente con la intención de detectar estudiantes en riesgo y generar planes de estudio personalizados para estudiantes de un curso introductorio de programación en C.

Fue así como se formuló la pregunta inicial de investigación que guió este trabajo: ¿Qué variabilidad existe en la generación de planes de estudio personalizados utilizando diversas IAGen alimentadas con datos de rendimiento y retroalimentación del docente en una evaluación parcial de programación en C?.

Para responderla, se hizo en primera instancia una revisión de literatura sobre el aprendizaje personalizado y la IA en educación. Posteriormente, se fijó el objetivo de analizar la variabilidad en la generación de planes de estudio personalizados mediante el uso de diversas IAGen alimentadas con datos de rendimiento y retroalimentación docente en evaluaciones parciales de un curso de programación en C.

Así, se determinaría cómo los LLM apoyan en la detección y generación de planes de estudio personalizados si se le provee de información generada durante un curso. La comparativa entre cuatro LLM permitió identificar la forma en la que cada uno identifica los factores de riesgo ante el análisis de datos derivados de las calificaciones y retroalimentación del docente y, además, se observaron las distintas sugerencias para mejorar el aprendizaje. Los hallazgos principales enmarcan algunas implicaciones prácticas y directrices para futuras investigaciones.

ANTECEDENTES

El aprendizaje personalizado no es un concepto nuevo; sus raíces se encuentran en teorías constructivistas y socio-constructivistas que enfatizan el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento y la importancia de la Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1978). En la práctica moderna, el aprendizaje personalizado busca ofrecer a cada estudiante rutas de aprendizaje, ritmos y contenidos adaptados a sus necesidades, intereses y fortalezas (Fuentes et al. 2025).

Los beneficios potenciales incluyen mayor compromiso estudiantil, mejor retención del conocimiento y desarrollo de habilidades de autorregulación (Kohnke & Moorhouse, 2025). Sin embargo, su implementación efectiva requiere diagnósticos precisos de las necesidades individuales y la capacidad de ofrecer intervenciones diferenciadas, tareas que tradicionalmente recaen pesadamente sobre el instructor.

Complementariamente, la Inteligencia Artificial en la Educación (IAEd) ha sido explorada a través de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) y entornos de aprendizaje adaptativo demostrando tendencias positivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Carbonell & Hernández, 2024; Guamán et al., 2025). Estas tecnologías buscan modelar el conocimiento del estudiante, inferir sus estados cognitivos y ofrecer retroalimentación o guía adecuada a las necesidades individuales del usuario.

Por lo que, con el surgimiento de los Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) como Gemini, Copilot, Claude, DeepSeek, GPT, Monica entre otros, las capacidades de la IAEd se han expandido significativamente ya que actualmente pueden procesar y generar lenguaje natural de manera sofisticada, lo que les permite participar en diálogos, resumir textos complejos, generar ejemplos, e incluso explicar conceptos (Kasneci et al., 2023; OpenAI, 2022). Aplicaciones recientes incluyen chatbots para tutoría, herramientas de generación de contenido educativo y sistemas de evaluación automatizada (Bozkurt et al., 2023).

Algunos LLM poseen una capacidad mejorada para el razonamiento y la comprensión contextual a partir de diversas fuentes de información (Google DeepMind, 2023). Esta capacidad es particularmente relevante para la personalización del aprendizaje (Sahil et al., 2025), ya que un LLM podría, en teoría, analizar no solo calificaciones, sino también el contenido semántico de la retroalimentación en tiempo del instructor (Quezada & Salinas, 2020), las anotaciones sobre errores específicos o incluso el código fuente producido por el estudiante (Gemini, 2023).

De esta manera, el LLM puede identificar patrones sutiles en el desempeño de un estudiante que, por limitaciones de tiempo o saturación de actividades, el docente podría pasar por alto al diseñar intervenciones para una clase numerosa (Laak & Aru, 2024).

No obstante, la aplicación de LLM en educación también plantea desafíos y preocupaciones sobre la precisión y fiabilidad de la información generada, el riesgo de sesgos algorítmicos, de ahí que la privacidad de los datos estudiantiles y la posibilidad de una dependencia excesiva en la tecnología sean temas de debate activo (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2023).

Por tanto, la personalización del aprendizaje apoyado con el uso de la IA son temas vigentes que no intentan sustituir al docente, sino potenciar sus actividades con herramientas tecnológicas generativas que le permitan tomar decisiones basadas en el análisis de datos generados en el aula.

METODOLOGÍA

Este es un estudio exploratorio que se llevó a cabo en un curso de Fundamentos de Programación de nivel licenciatura en la UAG durante el semestre 01 del año 2025. En él participaron 19 estudiantes matriculados en el curso, de los cuales solamente 17 otorgaron su consentimiento para el uso anonimizado de sus datos con fines de investigación.

Las calificaciones de las actividades del primer parcial para cada estudiante, se recopilaron en escala de 0-100 de la plataforma institucional en un único archivo de hoja de cálculo. También se descargaron las retroalimentaciones del instructor asociando cada comentario textual a la actividad; a la par, se almacenaron en archivos individuales marcados con un identificador asociado a cada estudiante previendo un análisis de texto a mayor profundidad sin IA.

Una vez que toda la información fue anonimizada, se diseñó un *prompt* siguiendo la estructura propuesta por Reynolds & McDonell (2021) quienes sugieren que por medio de lenguaje natural se le especifique a la IA, algunos ejemplos para que aplique lo que ya sabe, no para entrenarla.

Por lo tanto, para solicitar el análisis de las calificaciones y retroalimentaciones docentes por actividad se preparó el *prompt* para probarlo con cuatro LLM y obtener un informe de los estudiantes en riesgo considerados así a aquellos con calificación inferior a siete. El *prompt* se estructuró de la siguiente manera:

“Actúa como un tutor experto en programación C para estudiantes universitarios. A continuación, te proporciono los datos del desempeño de un estudiante en su primer examen parcial. Basándote en esta información, genera un plan de estudio y acción detallado y personalizado para ayudarle a mejorar su comprensión de C y prepararse para los siguientes temas del curso y el segundo examen parcial. El plan debe ser realista, accionable y enfocado en superar las deficiencias detectadas.

El plan debe incluir:

1. Un breve diagnóstico de las principales áreas de oportunidad.
2. Temas específicos que debe repasar o estudiar con mayor profundidad.
3. Tipos de ejercicios o problemas que debería practicar.
4. Recursos sugeridos (ejemplo: capítulos de libro de texto, tutoriales online, ejemplos de código específicos).
5. Estrategias de estudio recomendadas (ejemplo: practicar con un depurador, explicar conceptos a un compañero, realizar pruebas de escritorio).
6. Una o dos metas pequeñas y alcanzables para la próxima semana.

El lenguaje debe ser motivador pero directo.”

Ese *prompt* inicial se probó varias ocasiones como datos alternos hasta obtener el resultado esperado y una vez listo, se usó como insumo junto con el archivo de calificaciones de los estudiantes como el de la tabla 1 pero complementado con la retroalimentación docente.

Tabla 1. Ejemplo de Entrada de Datos del primer parcial

#	1 - Diagnostic evaluation (1061256)	1 – Guide accep-tance (979905)	1 Problem book (979909)	Checking errors 1 (1068230)	1 - mini projects (979908)	1 - linc (979907)	1 - prac-tices (979906)	Evaluation (979899)	P1
1	1	0.85	0	0	0		0	23.8	25.65
3	1	0.5	9.2	0	0		12.5	14.75	37.95
4	1	0	0	0	10		12.5	19.5	43
5	1	0.88	0	0	20		12.5	16	50.38
6	1	1	0	1	19		15.6	19	56.63
7	1	0.5	9.2	1	0		25	23.2	60
8	1	0.5	11.5	0	20		12.5	21.5	67
9	1	0.5	20.7	1	20		22.4	11.5	77.08
10	1	1	16.1	1	20		22.5	21.9	83.5
11	1	1	19.55	1	20		22.3	21.9	86.7
12	1	0.5	16.1	1	20		25	24.5	88.1
13	1	1	20.7	1	20		25	21.2	89.9
14	1	1	20.7	1	20		24.8	27	95.45
15	1	1	20.7	1	20		25	26.8	95.5
16	1	0.88	21.7	1	20		25	26	95.58
17	1	1	21.7	1	20		25	27	96.7

Nota: Calificaciones de las actividades contabilizadas para el promedio.
Elaboración propia.

La tabla 1 muestra las calificaciones obtenidas por los estudiantes, durante el primer parcial, no se muestra la retroalimentación por actividad ni la retroalimentación global del docente, aunque la hoja de cálculo que se usó como insumo en los LLM sí los contenía.

Un ejemplo de retroalimentación global que el profesor hizo con cada estudiante es el siguiente: “7, tu calificación de 1er parcial es de 59: Eval. Diagnóstica: 1 (de 1). Firma de guía: 0.5 (de 1). 5 problemas: 9.2 (de 23). 2 mini

proy: 0 (de 20). 2 prácticas: 25 (de 25). Evaluación: 23.3 (de 30). No agendaste la asesoría de primer parcial. Procura llegar a la clase temprano, veo que le entiendes, pero las llegadas tarde te afectan".

En el texto de la retroalimentación del párrafo anterior, 7 es el número que corresponde al estudiante, y fue usado para asegurar su confidencialidad. El docente hace referencia a las actividades y notas obtenidas por el estudiante, el detalle de la retroalimentación se complementa con la información colocada de forma individual en cada actividad, por ejemplo: "Lo que me entregas es un tema avanzado de C, si me explicas en persona retomamos los puntos, pero el hecho de que tengas dos main() me hace pensar que aún no entiendes lo básico".

Así, el archivo integrado por calificaciones y retroalimentación fue probado en cuatro LLM (Gemini 2.5 Pro, DeepSeek V3 & R1, Claude Sonet 4 y GTP 4 Pro) y las respuestas se revisaron para identificar los elementos incluidos por cada IA y a su vez, se analizaron los planes generados, luego el equipo de investigación comentó sobre los patrones encontrados y la veracidad de las propuestas identificando coincidencias, divergencias y omisiones.

Así, el proceso se repitió para el segundo parcial corroborando con la opinión docente y los resultados de fin de curso con las tendencias que la IA detectó al momento de revisar de forma individual cada uno de los parciales. El análisis y las sugerencias, así como el apego a la realidad de las acciones sugeridas a los estudiantes no se llevaron a cabo por diversas circunstancias, sin embargo, hubo importantes reflexiones para mejorar este proceso.

RESULTADOS

De los 17 estudiantes que aceptaron que se analizaran sus datos para el estudio, 10% fueron mujeres y 90% hombres cuya edad promedio osciló entre 18 y 21 años. Solamente uno de ellos refirió haber tomado previamente clases de programación en educación media.

En cuanto a las actividades y retroalimentación del profesor, no se hicieron modificaciones en cuanto a la forma de aplicar, revisar y contabilizar las entregas estudiantiles. Los datos generados fueron tomados de un curso vigente de programación, sin que docente y estudiantes hicieran algún ajuste por lo que esta secuencia de acciones puede ser replicada en cualquier otro curso.

Para el diseño del *prompt,* se probó inicialmente con Gemini 2.5 Pro, contenido en la plataforma ai4teachers de la UAG, y tras el análisis de la respuesta se extendió a GTP 4 pro también incluida ahí, luego a Claude Sonet 4 y

finalmente en DeepSeek V3 & R1. Los planes identificaron el rendimiento analizando las calificaciones y los comentarios del profesor, así como otros elementos o categorías emergentes reflejadas en la tabla 2.

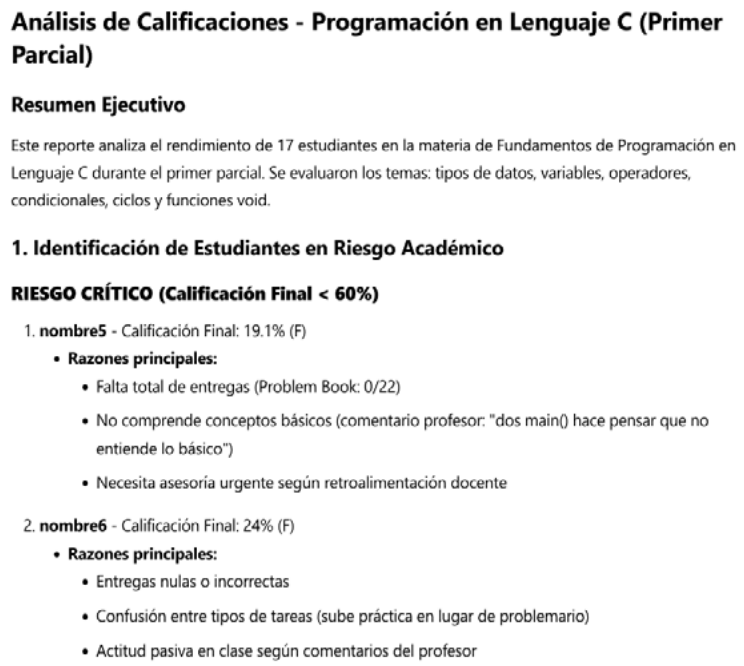
Tabla 2. Categorías identificadas en los reportes generados por las IAGen tras la aplicación del prompt.

Categorías	**Gemini 2.5 Pro**	**Claude Sonet 4**	**DeepSeek v3&R1**	**GPT 4 Pro**
Rendimiento	*	*	*	*
Patrones	*	*	*	*
Comentarios del Profesor	*	*	*	*
Estrategias grupales	*	*	*	*
Estrategias individuales	*	*	*	*
Referencia a comentarios	**	*	**	*
Razones de elección	*	*	*	*
Niveles de riesgo	*		*	
Salida Visual			*	

Nota: El doble asterisco significa que tanto Gemini como DeepSeek enfatizaron sus respuestas haciendo referencia a los comentarios del docente. Elaboración propia

En la tabla 2 se observan los elementos o categorías encontradas en las respuestas de cada IA como rendimiento del estudiante, la identificación de patrones, estrategias de mejora grupales. Como elementos adicionales se encontró que las IA hicieron referencia a los comentarios del docente, ofrecieron estrategias individuales y justificaron la elección de las estrategias grupales e individuales. Solamente Gemini y DeepSeek mencionaron distintos niveles de riesgo en los estudiantes y DeepSeek ofreció además una vista en forma de tabla y no únicamente negritas como en la figura 1.

Figura 1. Ejemplo de análisis elaborado por Claude Sonet 4 para la detección de estudiante en riesgo



Análisis de Calificaciones - Programación en Lenguaje C (Primer Parcial)

Resumen Ejecutivo

Este reporte analiza el rendimiento de 17 estudiantes en la materia de Fundamentos de Programación en Lenguaje C durante el primer parcial. Se evaluaron los temas: tipos de datos, variables, operadores, condicionales, ciclos y funciones void.

1. Identificación de Estudiantes en Riesgo Académico

RIESGO CRÍTICO (Calificación Final < 60%)

1. **nombre5** - Calificación Final: 19.1% (F)
   - **Razones principales:**
     - Falta total de entregas (Problem Book: 0/22)
     - No comprende conceptos básicos (comentario profesor: "dos main() hace pensar que no entiende lo básico")
     - Necesita asesoría urgente según retroalimentación docente
2. **nombre6** - Calificación Final: 24% (F)
   - **Razones principales:**
     - Entregas nulas o incorrectas
     - Confusión entre tipos de tareas (sube práctica en lugar de problemario)
     - Actitud pasiva en clase según comentarios del profesor

Nota: Extracto del análisis generado por la IA Claude Sonet 4.

Analizando a mayor profundidad la identificación de estudiantes en riesgo, la tabla 3 muestra el reporte de los estudiantes mencionados por al menos dos IA como estudiantes en riesgo. Es importante remarcar que las instrucciones (*prompt*) y archivos de alimentación fue el mismo para todas las IA y como se aprecia en la tabla 3, la decisión de la elección de los estudiantes tiene diferencias entre las IA por lo que el LLM utilizado será determinante para considerar a un estudiante en riesgo o no.

Tabla 3. Estudiantes en riesgo detectados por las IA Gen

ID	G p1	G p2	DS p1	Ds p2	GPT p1	GPT p2	C p1	C p2
Estudiante 5	*	*	*	*	*	*	*	*
Estudiante 6	*	*	*	*	*		*	*
Estudiante 8	*	*	*	*	*		*	*
Estudiante 12	*	*	*	*	*		*	
Estudiante 14	*	*	*	*	*			
Estudiante 17	*	*	*	*	*		*	*
Estudiante 11	*	*			*		*	
Estudiante 4				*	*	*	*	
Estudiante 15				*	*		*	
Estudiante 16		*						
Estudiante 12								*

Nota: Tabla obtenida de la integración de las respuestas de las cuatro IA Gen para la detección de estudiantes en riesgo y generación de planes. Elaboración propia.

En la tabla 3 se registró con un asterisco a los estudiantes identificados en riesgo y con subrayado (*) a aquellos que siguieron en tendencia de riesgo en primer y segundo parcial y que coincide con la opinión del docente sobre el comportamiento y rendimiento de los estudiantes. También puede notarse que los estudiantes 2 y 16 fueron mencionados una sola vez para segundo parcial por Gemini, de acuerdo con el docente, ambos estudiantes tuvieron una baja importante, pero se recuperaron al final del curso, en contraparte, los estudiantes 5 y 6 no tuvieron el mismo resultado.

Una observación importante es que, aunque el docente retroalimenta para mejora a los estudiantes con deficiencias, es posible que algunos de ellos requieran ejercicios más retadores, por lo que la retroalimentación debe ser tanto para mejora como para impulsar aún más el conocimiento de estudiantes destacados y, entre mayor detalle se ofrezca al estudiante en la retroalimentación, también será un mejor insumo para el LLM.

CONCLUSIONES

Este estudio inicial muestra que los LLM, como Gemini, DeepSeek, GPT y Claude, pueden ser herramientas de apoyo para llevar a cabo análisis y generación de planes de estudio personalizados para cursos de programación, alimentándolos con las calificaciones y retroalimentación cualitativa del profesor hacia los estudiantes.

El análisis proporcionado por cada LLM tuvo diferencias en cuanto a la variabilidad de elección de los estudiantes en riesgo en la justificación de la elección, así como del apoyo en los comentarios del docente. Sin duda, entre mejor sea la calidad de los insumos proporcionados, mejor serán los resultados, esto significa que los docentes deben manejar mayor especificidad en la retroalimentación de cada actividad manejando en lo posible una rúbrica que especifique los fallos en la entrega.

Para la elaboración de los insumos para los LLM, es indispensable organizar adecuadamente la estructura del archivo de hoja de cálculo y también del *prompt* especificando criterios de significancia para determinar el riesgo y condiciones propias del curso para evitar ambigüedades y reducir en lo posible las invenciones de la IA.

Aunque este análisis se apoyó de la IA, la revisión del docente sobre los resultados y propuestas que ofrece complementa la toma de decisiones y no la suple pues, a lo largo de las pruebas, se detectaron respuestas variadas incluso en la misma IA sin que se justificara el cambio.

Los planes generados aún no consideran que, un estudiante en riesgo en una materia, es posible que lo esté en otra o en otras por lo que, generar repasos y actividades adicionales para que mejore puede causar saturación si no se toman las precauciones entre los docentes que imparten materias al mismo estudiante.

Las implicaciones para la práctica docente incluyen la posibilidad de utilizar LLM para complementar los esfuerzos de personalización, siempre y cuando se integren cuidadosamente en la pedagogía del curso y se acompañen del apoyo del instructor afinando los *prompts* mientras los modelos siguen avanzando, para generar recomendaciones más específicas, novedosas y multifactoriales que permitan una mejora alcanzable y contribuir con la retención estudiantil.

REFERENCIAS

Aladini, A., Ismail, S. M., Khasawneh, M. A. S., y Shakibaei, G. (2025), Self-directed writing development across computer/AI-based tasks: Unraveling the traces on L2 writing outcomes, growth mindfulness, and grammatical knowledge, *Computers in Human Behavior Reports*, vol. 17, 100566. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100566

Blount, K. (2024), Using artificial intelligence to prevent crime: Implications for due process and criminal justice, *AI & Society*, *39*, 359–368. https://doi.org/10.1007/s00146-022-01513-z

Carbonell Bernall, N. y Hernández Prados, M. Ángeles. (2024). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente. Una revisión sistemática. *Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, *89,* 121–143. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025

Elsevier. (2025). *A guide to agentic AI for academic institutions*. https://downloads.ctfassets.net/o78em1y1w4i4/4CJtu7gXT5EvhinZdS0OfD/52d3bc5370437081a2d0a2f3cd442b1d/CS-1749_Scopus_AI_Agentic_AI_Buyer_Guide_v4.pdf

Gandarillas, M. A., Elvira-Zorzo, M. N., Osa-Subtil, I., Rodríguez-Vera, M., y Chacón-Fuertes, F. (2025). The measurement of the diversity in learning to enhance educational inclusion and achievement. Validation of a scale in higher education. Psicología Educativa, 31(2), 111-120. https://doi.org/10.5093/psed2025a14

Google DeepMind. (s. f.). Gemini 3.5. https://deepmind.google/models/gemini/

Granville, V. (2024). *Synthetic Data and Generative AI*. Morgan Kaufmann.

Gridach, M., Nanavati, J., Abidine, K., Mendes, L. y Mack, C. (2025). Agentic AI for Scientific Discovery: A Survey of Progress, Challenges, and Future Directions. 10.48550/arXiv.2503.08979

Guamán Cajilema, L. C., Pailiacho Armijos, D. P., Chucho Rea, J. R., Inga Cuvi, W. G. y Chucho Morocho, J. A. (2025). Implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente Basados en IA para la Personalización del Aprendizaje en Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(1), 752-766. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15792

Ia4teachers (2025) Impulsa tu enseñanza con IA 4 teachers. https://www.ia4teachers.com/

Ivanov, S., Soliman, M., Tuomi, A., Alkathiri, N. A., y Al-Alawi, A. N. (2024). Drivers of generative AI adoption in higher education through the lens of

the Theory of Planned Behavior. *Technology in Society*, 77, 102521. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102521

Kohnke, L., y Moorhouse, B. L. (2025), Enhancing the emotional aspects of language education through generative artificial intelligence (GenAI): A qualitative investigation, *Computers in Human Behavior*, vol. 167, pp. 1–10. https://doi.org/10.1016/j.chb.2025.108600

Laak, K.-J., y Aru, J. (2024). AI and personalized learning: bridging the gap with modern educational goals. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.02798

OpenAI (2022). Presentamos ChatGPT. https://openai.com/es-419/index/chatgpt/

Pandey, R. Tyagi, K., Singh, N.K., Srivastava, N., (2026). Artificial Intelligence and Machine Learning for Safety-Critical Systems. A Comprehensive Guide. Morgan Kaufmann.

Reynolds, L., & McDonell, K. (2021). Prompt Programming for Large Language Models: Beyond the Few-Shot Paradigm. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2102.07350

Horizon Campus. (2025). *Proceedings of the 1st International Symposium: Horizon Interdisciplinary Research Symposium (HIRS 2025): United in inquiry: Exploring the future through interdisciplinary lenses*. Horizon Campus. https://horizoncampus.edu.lk/pdf/HORIZON%20HIRS%202025%20Version%2030.pdf

Sharma, S., Mittal, P., Kumar, M., y Bhardwaj, V. (2025). The role of large language models in personalized learning: A systematic review of educational impact. Discover Sustainability, *6*(1), 243. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01094-z

Quezada Cáceres, S., y Salinas Tapia, C. (2020). Modelo de retroalimentación para el aprendizaje: Una propuesta basada en la revisión de literatura. *Revista mexicana de investigación educativa 26*(88), 225-251. https://www.redalyc.org/journal/140/14068994010/html/

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. https://doi.org/10.54675/EWZM9535

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

Del método científico hacia el pensamiento crítico: una estrategia metodológica con el uso de WhatsApp como laboratorio cibertrónico

Carlos Alberto Jasso Jasso
Marcos Manuel Ibarra Núñez

RESUMEN

Este estudio analizó la implementación de un laboratorio cibertrónico, concebido como un espacio tecnopedagógico flexible y autosustentable, para fortalecer el pensamiento crítico en estudiantes de nivel secundaria en la asignatura de química. Fue desarrollado con base en la aplicación de WhatsApp como un espacio propicio para el trabajo colaborativo, la investigación activa y la reflexión crítica, mediado por la lógica y aplicación del método científico implementado en actividades de aprendizaje. Se utilizó un diseño cuasiexperimental de enfoque mixto, se conformó un grupo de estudio y otro control con una población de 25 participantes cada uno. La evaluación cuantitativa se realizó con el instrumento Cornell Critical Thinking Test (CCTT). Para el análisis descriptivo fue empleado el Instrumento Cualitativo para Evaluar el Pensamiento Crítico (ICEPC). Los resultados mostraron una mejora significativa en las dimensiones evaluadas del pensamiento crítico. Además, destacaron aspectos como la motivación, autonomía y la colaboración como ventajas en la implementación de este recurso metodológico. Se concluye que el uso de laboratorios cibertrónicos constituye una herramienta didáctica innovadora y efectiva para el desarrollo y apropiación de habilidades claves en la educación como el pensamiento crítico. Su carácter digital y flexible permite integrar recursos tecnológicos accesibles como WhatsApp con enfoques pedagógicos activos como el constructivismo, consolidando un modelo replicable en distintos contextos educativos.

PALABRAS CLAVE: Laboratorio Cibertrónico, Pensamiento Crítico, Método Científico.

INTRODUCCIÓN

El panorama contemporáneo de la educación ha evolucionado enormemente en las últimas décadas. La tecnología ha sido el catalizador de esta gran transformación que redefine las habilidades, características y necesidades en la formación de las y los estudiantes. Las actuales y futuras generaciones requieren desarrollar destrezas y estrategias procedimentales que los facultan a distinguir de entre el vasto universo de información disponible, aquella útil para sus propósitos (Serres, 2013). En este contexto, una habilidad cognitiva que resulta clave es el pensamiento crítico[1] .La educación formal en todos sus niveles tiene la difícil tarea de guiar a los educandos en la construcción de habilidades críticas, es decir desarrollar individuos con capacidades reflexivas, analíticas, hábiles en la búsqueda, selección y discriminación de información, reguladas por procesos metacognitivos que los faculten para tomar decisiones y acciones fundamentadas (Romero y Chávez, 2021).

Este requerimiento formativo ha sido un punto de análisis para organismos intergubernamentales que colocan al pensamiento crítico como una habilidad primordial para la educación. En los objetivos de la agenda 2030 de la UNESCO[2], se considera a este como una habilidad clave para la sustentabilidad y forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) (UNESCO, 2017). La integración del pensamiento crítico como un propósito de la educación, y su inclusión como fin deseable en los planes y programas de estudio, no garantiza la adquisición de estas competencias en las y los estudiantes. Aunque la literatura documenta ampliamente múltiples enfoques y estrategias que afirman fomentar esta habilidad, por ejemplo, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Olivares, 2012), el blog educativo (Hernández, González y Romero, 2015), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) (Guayacundo, 2015), solo por mencionar algunos. Estos requieren de un nivel de dominio considerable de otras habilidades que se encuentran en el orden superior de los procesos cognitivos, como el análisis y aplicación (Bloom, 1956) limitando el empleo efectivo de las mencionadas estrategias

1 Halpern (2013) lo define como la aplicación de estrategias mediadas por la cognición humana en la búsqueda de cumplir un objetivo esperado. Estas acciones son guiadas por procesos intencionados y conscientes que utilizan habilidades contextualizadas, según el tipo de tarea necesaria como, la indagación, formulación de inferencias, el cálculo de probabilidades y la metacognición. Este proceso es completamente intencional y requiere de un esfuerzo para realizarlo, además no puede perderse la capacidad moral y honesta sobre el propio razonamiento.

2 La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (por sus siglas en inglés) relaciona dicha habilidad con la aptitud para cuestionar, analizar y posicionarse frente a los desafíos vinculados con la sostenibilidad. En el ámbito de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), la organización subraya que los currículos educativos tienen la responsabilidad de promover el desarrollo de estas competencias, por ser indispensables en la preparación de individuos conscientes y comprometidos con su papel como ciudadanos globales (UNESCO, 2016).

en el nivel de educación básica, por las características de desarrollo propias de los educandos que integran a este. A ello se suma, que en la práctica no existen estrategias y mecanismos evaluativos claros que permitan determinar el nivel de logro en el desarrollo del pensamiento crítico.

Resulta pertinente reconocer la necesidad de recurrir a propuestas metodológicas que simplifiquen la compleja ocupación para desarrollar un pensamiento crítico, sobre todo en los mencionados niveles educativos. Propuestas de carácter procedimental, como el uso del método científico, posibilita a las y los alumnos a través de una secuencia bien documentada regular la tarea cognitiva. Este trabajo expone también la relación existente y convergencia entre el método y la capacidad crítica como un fin del proceso científico. Destaca las similitudes entre ambos vistos como una agente causal, y señala el desarrollo de habilidades requeridas para el pensamiento crítico a través de este recurso. (poner pie de página)

Convergencia entre el pensamiento crítico y el método científico

La articulación entre ambos constructos se sustenta en la identificación de elementos teóricos comunes, para precisar esta relación es imprescindible definir ambos conceptos desde un marco teórico de referencia. El pensamiento crítico constituye una competencia cognitiva de orden superior que modera la capacidad de los individuos para integrar un juicio y cumplir un objetivo específico (Facione, 1990 y Halpern, 2013). Según Facione[3], su estructura se compone de 6 habilidades centrales: 1) Interpretación; 2) Análisis; 3) Evaluación; 4) Inferencia; 5) Explicación y 6) Autorregulación (Facione, 1990). Por su parte, el método científico se define como un proceso sistemático y ordenado que busca de manera intencionada obtener una respuesta crítica al fenómeno o problema de análisis. Se compone de pasos secuenciados que incluyen: 1) Identificar el problema; 2) Revisar los antecedentes; 3) Planteamiento hipotético; 4) Recolección de información; 5) Verificación de hipótesis y 6) Obtención de conclusiones provisionales (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018). Existe una correspondencia sustantiva entre las habilidades requeridas para el pensamiento crítico y las etapas del método, este último puede ser entendido como la materialización procedimental para del primero. Mientras el método provee la estructura, el mencionado

3 Peter Facione es referente en la conceptualización del pensamiento crítico, participó en el denominado "Proyecto Delphi" (1990), una investigación que logró un consenso internacional e interdisciplinario sobre la evaluación y definición de esta competencia. El resultado de su investigación es el informe "Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Proposes of Educational Assessment and Instruction" que se convirtió en hito del conocimiento y una de las referencias más citadas en el campo.

pensamiento otorga las herramientas mentales para ejecutar cada uno de los pasos de manera objetiva, la correspondencia entre ambos se observa de manera sintetizada en la Tabla 1.

Tabla 1. Método científico y su correspondencia con el pensamiento crítico.

Pasos del método científico	**Habilidades del pensamiento crítico aplicadas**	**Convergencia**
Planteamiento del problema	Interpretación y análisis	Permite la apropiación y significancia de los datos e información de cualquier índole.
Revisión de antecedentes	Evaluación y análisis	Clasifica y realiza inferencias de los datos obtenidos, además juzga la veracidad de los datos y opiniones planteadas.
Planteamiento de hipótesis	Inferencia	Identifica los datos y elementos necesarios para formular una respuesta o conjetura, además visualiza la mejor manera para representar la solución.
Recolección de información	Análisis, evaluación y autorregulación	Cuestiona constantemente su actuar y busca la información de los resultados.
Verificación de supuesto hipotético	Análisis e Inferencia	Juzga la veracidad de la información, identifica los datos relevantes y su relación con la respuesta.
Obtención de conclusiones	Explicación y autorregulación	Explica argumentos y razonamiento convincentes basados en la evidencia, cuestiona el actuar y busca la explicación más lógica.

Otro punto de análisis que refuerza la reciprocidad entre ambos constructos es la aplicación práctica del método científico en diversas metodologías. Algunas de ellas son el ABP (Morales, 2004 y Diaz, 2005); ABPy (Fernández, 2017 y Pérez, 2021); Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) (Nieto, 2013 y Ruiz, 2021); Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el enfoque STEAM[4] (Santillan, 2020 y Celis, 2021). Estas han sido analizadas como promotoras del pensamiento crítico por diversos autores, además, sus estrategias procedimentales concuerdan con los pasos del método investigativo y su finalidad es la resolución de problemas, lo que implica el desarrollo de habilidades críticas.

4 Por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics

WhatsApp como laboratorio educativo

El concepto de "pulgarcita y pulgarcito" introducido por Serres (2013) es empleado para referirse a las generaciones de estudiantes que crecieron inmersas en el uso cotidiano de la tecnología. Esta inmersión ha propiciado nuevas formas de relacionarse con su entorno, de transmitir y recibir información y desde luego de apropiarse del conocimiento. Queda claro que las y los educadores deben redefinir los métodos y estrategias implementadas en las aulas. Por tanto, es fundamental observar metodologías enfocadas en la innovación y el uso activo de los recursos tecnológicos que ofrece la actualidad. Las tendencias metodológicas convergen en un rasgo común, buscan que los educandos sean autosuficientes en su aprendizaje y desarrollen habilidades necesarias para la resolución de problemas. El papel docente evoluciona desde una postura de sabio dedicado a transmitir saberes y conocimientos, hacia un mediador que propicia la reflexión activa mediante el diseño metodológico diferenciado (Prensky, 2010).

En esta necesidad de formación la tecnología adquiere un rol importante como facilitador del mencionado proceso educativo. De acuerdo con lo anterior, los laboratorios cibertrónicos[5] se vuelven una herramienta relevante que cumple con las exigencias de innovación pertinentes a las necesidades del siglo XXI (Ruíz-Velasco, Domínguez & Bárcenas, 2017). En estos espacios se propician actividades didácticas con un enfoque constructivista y conectivista que fomenta la generación de conocimiento colectivo. En suma, pretende establecer ambientes propicios para la observación, búsqueda e investigación, planeación, comprobación, experimentación e interacción física o abstracta con objetos que faciliten el aprendizaje.

Con este precedente WhatsApp trasciende su objetivo de creación como una aplicación móvil de mensajería, para construirse como un laboratorio cibertrónico no convencional. Su valor reside en la capacidad de establecer un entorno de interacción, experimentación y construcción del conocimiento ofertando múltiples ventajas:

a) Opera como un puente permanente de comunicación instantánea. Las y los estudiantes interactúan desde cualquier lugar y momento, utilizando dispositivos móviles que se convierten en extensión de sus capacidades cognitivas y sociales.

5 Ruíz-Velasco los define como espacios diseñados en el ciberespacio que favorecen la construcción del conocimiento desde y en la distancia, pretenden una vinculación constante con el mundo real, promueven el trabajo colaborativo y la construcción de una visión personal de la realidad (Ruíz-Velasco et al., 2017).

b) Se convierte en un espacio para la experimentación social. Los usuarios ensayan con diversos roles, asumen posiciones de liderazgo, moderación y participación en las dinámicas comunicativas. Estas prácticas promueven el conocimiento colectivo al permitir la retroalimentación y enriquecimiento de las opiniones plasmadas en la interacción.

c) Ofrece múltiples herramientas con potencial para transformarse en instrumentos para el aprendizaje. El diseño metodológico propuesto implica la investigación activa en fuentes documentales, la aplicación ofrece la integración de inteligencia artificial generativa (Meta IA) que permite la indagación de forma efectiva. De igual manera esta herramienta ofrece opciones de consulta como encuestas y calendarización, útiles en un proceso investigativo. La configuración propia de la aplicación permite diversas maneras de trasmisión y recepción de la información (videos, audios, documentos, fotografías, etc.) atendiendo a la diversidad de estilos comunicativos y especialmente útil para la divulgación de resultados y conclusiones.

En síntesis, el uso de WhatsApp como laboratorio cibertrónico aprovecha una plataforma ya existente y accesible para ser adaptada como un entorno de aprendizaje colectivo y dinámico. Se inserta en la ecología digital natural de las y los estudiantes reduciendo la curva de aprendizaje, aceptación y adaptación al uso de ésta. En suma, contrarresta la idea de que la integración de la tecnología a la educación es dependiente de plataformas de última generación, especializadas y poco democratizadas, que no encuentran compatibilidad con las condiciones contextuales de la educación básica actual.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas con el propósito de obtener una visión más completa de las capacidades críticas de las y los evaluados. Este enfoque permitió no solo evaluar los resultados numéricos derivados de las pruebas aplicadas, sino también las percepciones y experiencias del estudiantado frente al desarrollo del mencionado tipo de pensamiento. El diseño adoptado fue cuasiexperimental con grupos previamente constituidos sin asignación aleatoria. Se aplicaron pruebas en dos momentos, pre y post intervención. La población de estudio se configuró por 50 estudiantes del tercer grado de secundaria, de entre 14 y 16 años, divididos en un grupo control y otro de estudio. La intervención se llevó a cabo con alumnas y alumnos del tercer grado de secundaria en el municipio de Ojocaliente, Zacatecas, que atiende alumnado de procedencia tanto urbana como rural, durante el ciclo escolar 2024-2025.

El diseño metodológico propuso como estrategia la construcción y aplicación de laboratorio cibertrónico implementado a través de la plataforma WhatsApp, puesto que cumple con los requerimientos para considerarlo como un laboratorio cibertrónico, sumado a la familiaridad con el uso que tiene esta aplicación. Además, se consideró la versatilidad en herramientas para la comunicación, inmediatez, y potencial para el trabajo colaborativo. Se creó una comunidad de WhatsApp con todos los integrantes del grupo de estudio, complementario a este se asignaron equipos de trabajo dentro de la misma comunidad para realizar las actividades.

Como instrumento cuantitativo se empleó el Cornell Critical Thinking Test (CCTT) en su nivel X (Ennis, 2005), diseñado para niveles de educación básica con edades que oscilan entre los 9 y 18 años, edades coincidentes con las planteadas en la población participante. Esta prueba se compone de 71 reactivos de opción múltiple diseñados para inferir en áreas del pensamiento crítico: a) pensamiento inductivo (ítems 3-25); b) observación y juicio de la credibilidad de las fuentes de información (ítems 27-50); c) pensamiento deductivo (ítems 52-65) y d) identificación de supuestos (ítems 67-76). Plantea situaciones hipotéticas que permiten mediante preguntas estructuradas observar la capacidad de los participantes hacia las habilidades del mencionado pensamiento.

De manera complementaria para el componente cualitativo, se implementó el Instrumento Cualitativo para Evaluar el Pensamiento Crítico (ICEPC), diseñado por el grupo de investigación como una propuesta para tal fin. Se compone de tres tareas que evaluaron las dimensiones implícitas en la toma de decisiones, la primera se relaciona con la selección y análisis de información, la número dos evaluó las aptitudes para crear inferencias y supuestos hipotéticos y la última se relacionó con la habilidad para tomar decisiones y la resolución de problemas. Incluyó una perspectiva del diseño universal del aprendizaje (DUA) puesto que cada tarea se enfocó a un canal de adquisición de aprendizaje determinado.

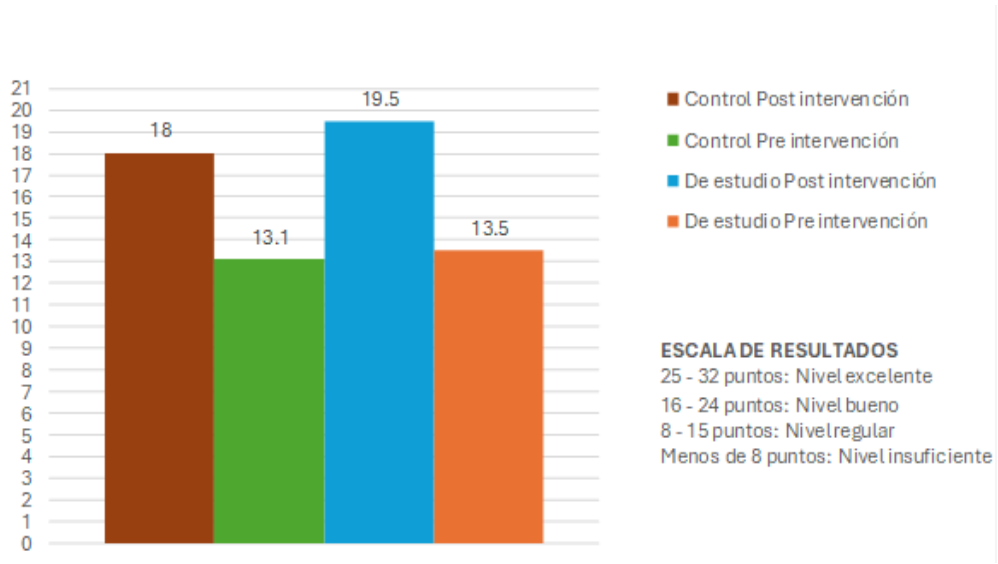
La intervención comprendió siete momentos, los primeros dos permitieron realizar una capacitación en uso de la aplicación y el método científico. Los cinco restantes se estructuraron en torno al método científico, que guiaron a los estudiantes en la formulación de problemas socioambientales, los objetivos de cada sesión se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Estructura temática basada en el método científico



RESULTADOS

En el plano cualitativo los datos obtenidos tras la aplicación del ICEPC post test, mostraron un progreso significativo en las habilidades y aptitudes relacionadas con el pensamiento crítico en aquellos estudiantes expuestos a la estrategia didáctica basada en el método científico, con la utilización de WhatsApp como recurso didáctico. Este grupo obtuvo inicialmente un puntaje de 13.5 clasificado como regular en la escala de resultados, tras la intervención se propició un incremento de 6 unidades, instaurándolos en la clasificación denominada como “nivel bueno” en las habilidades requeridas para el pensamiento crítico, la comparativa entre los resultados pre y post intervención se pueden observar en Figura 2. Para establecer la significancia de la diferencia entre ambos momentos de la evaluación, se aplicó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilxcoxon, recomendada para casos de muestras pequeñas y no apareadas. Los valores obtenidos ($W= 33$; W crítico $= 84$ y $\alpha = 0.01$) evidencian una diferencia estadísticamente significativa, lo cual confirma un impacto positivo de la estrategia didáctica sobre el pensamiento crítico.



Respecto a la evaluación cuantitativa el CCTT, mostró una mejora discreta pero constante del grupo de estudio tras la intervención. Se observó un avance global del 48.7% a 50.08% en las calificaciones promedio para este grupo, mientras que el grupo control descendió de 42.5% a 40.1%. Este resultado, aunque inferior al estándar considerado como satisfactorio por los autores de esta prueba (85% de efectividad), reflejó un efecto positivo de la intervención. En las dimensiones específicas evaluadas, la inducción mostró un retroceso en ambos grupos, aunque fue menor en el grupo blanco de la intervención, lo que indica un afianzamiento parcial en la capacidad de identificar patrones lógicos. En contraste, la credibilidad de las fuentes presentó un ligero incremento (+1.47%) en el grupo de estudio, mientras que el segundo redujo sus calificaciones en -3.34%, lo cual sugiere que las actividades implementadas fortalecieron el juicio crítico sobre la capacidad de identificar la fiabilidad de la información y sus fuentes.

La deducción fue la habilidad con un mayor progreso (+5.05%), relacionado con una mejora en las capacidades de realizar predicciones lógicas en el primer grupo. La última área evaluada fue la identificación de supuestos, este registró un aumento de +8.27% en el grupo 1, aunque el grupo control también registró un incremento sustancial (+11%), una posibilidad para explicar este resultado es la probable influencia de otras experiencias académicas paralelas. El análisis del puntaje corregido confirma una mejora neta en el grupo experimental de +1.4 puntos, en contraste con la disminución observada en el control de -2.7 unidades, los resultados de cada ítem se presentan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Efectividad comparada entre pre y post test prueba CCTT

	Grupo de Estudio		Grupo control		
ASPECTO	Efectividad pre test	Efectividad post test	**MÁXIMO POSIBLE**	Efectividad pre test	Efectividad post test
INDUCCIÓN	12.5 (52.24%)	11.6 (48.46%)	**24**	11.5 (47.92%)	10.0 (41.67%)
CREDIBILIDAD	11.5 (47.76%)	11.8 (49.23%)	**24**	10 (41.67%)	9.2
DEDUCCIÓN	6.9 (49.18%)	7.6 (54.23%)	**14**	5.8 (41.43%)	5.2 (37.14%)
SUPUESTOS	3.7 (36.92%)	4.5 (45.19%)	**10**	2.9 (29.00%)	4.0
CAL. TOTAL	34.6 (48.70%)	35.6 (50.08%)	**71**	30.2 (42.54%)	28.5 (40.14%)
TOTAL CORREGIDO	16.4	17.8		9.4	6.7

Para otorgar validez a los datos obtenidos, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los promedios obtenidos pre y post intervención del grupo de estudio, con un valor de r=0.303 (correlación baja positiva). Los resultados mostrados en ambas pruebas sugieren que existe una mejora general en las destrezas y aptitudes hacia el pensamiento crítico. Si bien las diferencias en algunos ítems hacen discutible los alcances positivos de la intervención, sobre todo relacionados con el nivel de logro y apropiación de las habilidades relacionadas con el método científico, se ha de tener a consideración particularidades como la complejidad propia de fomentar este tipo de pensamiento, así como de evaluar al mismo, el tamaño de la muestra y efectos propios de los diferentes contextos de alumnas y alumnos.

Experiencias sobre el uso de WhatsApp como un laboratorio cibertrónico

Es importante esclarecer algunos puntos de partida para la comprensión de esta herramienta como un espacio educativo, entendido como un laboratorio cibertrónico. Se creó una comunidad digital de trabajo que puede ser desarrollado desde cualquier dispositivo con acceso a internet y la mencionada aplicación. Tiene posibilidades para ser empleado en lo mediato de forma áulica (si se cuenta con los recursos) y a distancia asincrónicamente.

Durante la primera sesión se realizó un diagnóstico y capacitación en las herramientas que ofrece WhatsApp para el trabajo colaborativo. Las sesiones se diseñaron con una estructura bien definida:

1. Bienvenida y pase de lista
2. Indicación de la actividad a realizar
3. Desarrollo de la actividad (generalmente por equipos)
4. Seguimiento de la actividad y retroalimentación
5. Entrega de productos y actividades
6. Socialización de los productos.

Desde la primera sesión fue posible identificar hallazgos positivos sobre el uso de esta herramienta, la participación en las dinámicas y actividades fue generalizada, incluso en aquellos estudiantes que, en la práctica tradicional tienen dificultad para transmitir sus opiniones. Esto refuerza la consigna de que esta oferta metodológica otorga un entorno más accesible y motivador derivado de la familiaridad. Así como, la posibilidad de gestionar con mayor eficacia sus avances, puesto que, facilita la consulta de instrucciones y contenidos de manera personalizada. En relación con el trabajo colaborativo, el laboratorio cibertrónico ofreció una opción eficiente para su realización, no solo la creación de espacios personalizados para ello, sino la adopción de roles por parte de los integrantes de éste, algunas alumnas y alumnos se configuraron como líderes en la toma de decisiones. El debate y contraste de opiniones fue un efecto de las participaciones activas, además, implementaron diversos recursos incluidos en la aplicación para optimizar el trabajo, como encuestas y materiales audiovisuales que facilitan la comprensión de la información. Se destaca la integración de la inteligencia artificial propia de WhatsApp (Meta IA), utilizada como apoyo en la localización de fuentes, la clarificación de conceptos y la resolución de dudas durante las actividades. Esta herramienta amplió la oportunidad de aprendizaje autónomo y diferenciado.

Al momento de socializar los productos de cada sesión, se optó por diferenciar las opciones de recursos empleados para tal fin, entre ellos se incluyeron infografías, podcast y videos. La ejecución de estos productos desde lo digital y con las herramientas tanto propias como externas (Canva) fue realizada con mayor rapidez y calidad, en comparación con las actividades escolares más clásicas como informes y demostraciones. También, fue posible observar el fortalecimiento de las habilidades en el manejo de recursos tecnológicos y en casos específicos fue el primer acercamiento a estas habilidades creativas. El último de los hallazgos se relaciona con la capacidad de otorgar un seguimiento diferenciado al alumnado por parte de la o el educador, sin duda la inmediatez y el abanico de recursos que oferta la herramienta permite contribuir a la regulación del aprendizaje.

Las interacciones se resuelven a través de comentarios instantáneos, que pueden ser replicados y complementados con recursos digitales (páginas web, videos, podcast, wikis, IA, etc.). Finalmente, se realizó a alumnas y alumnos participantes un cuestionario de percepción que permitió recabar sus opiniones, la totalidad valoraron positivamente el uso del laboratorio cibertrónico como un recurso innovador que facilita el trabajo en equipo. En suma, se deja claro que promueve la motivación, al igual que ofrece un espacio seguro para la participación y desarrollo de habilidades digitales.

CONCLUSIONES

El pensamiento crítico es una meta deseada en el desarrollo cognitivo, trasciende el ámbito educativo y se traslada hasta cada faceta de la vida cotidiana. Su esencia radica en activar un razonamiento puro para examinar el actuar. En una era caracterizada por la inmediatez y la sobrecarga de información, esta habilidad se vuelve indispensable para comprender el entorno y crear un juicio informado. Las aulas deben evolucionar desde espacios de reproducción pasiva de información hacia lugares propicios para el cuestionamiento e investigación activa. Las y los educadores tienen la responsabilidad de proveer con herramientas metodológicas afines a este razonamiento. Especialmente en el área de las ciencias como la química, el uso de estrategias seriadas como el método científico, otorga al estudiantado en formación una herramienta que permite guiar el mecanismo cognitivo. Es preciso integrar opciones pedagógicas que incorporen herramientas tecnológicas, reconociendo el contexto actual, donde los avances en las áreas de la informática, comunicación, computación y robótica están cambiando el paradigma educativo.

La convergencia entre el método científico y la implementación de un laboratorio cibertrónico a través de WhatsApp como un recurso didáctico, se establece como una opción didáctica factible para promover el pensamiento crítico en las y los alumnos de secundaria. Los resultados confirman su efectividad en dimensiones clave como la interpretación, la capacidad para analizar efectivamente la información e inferir las posibles respuestas. Además, el uso de este recurso tecnológico presenta ventajas asociadas al trabajo colaborativo, la accesibilidad y desarrollo de habilidades digitales.

Puesto que, los laboratorios cibertrónicos se fundamentan teóricamente en el uso de habilidades investigativas que se encuentran entre las atribuciones del método científico, el uso transversal de ambos potencializa los alcances en el aprendizaje y resolución crítica de problemas.

La mediación metodológica desde la tecnología generó un ambiente motivador, interactivo y colaborativo. También, la integración de múltiples herramientas disponibles en el propio espacio digital permitió un aprendizaje diferenciado e inclusivo. En suma, el acompañamiento de IA en las actividades propuestas resultó apropiada a la evolución lógica de las habilidades necesarias para la resolución de problemas en el estudiantado actual y del futuro. El nuevo paradigma educativo instaura al profesor como un promotor de entornos de aprendizaje enriquecidos, donde la tecnología, incluida la IA, es una aliada para potenciar la autonomía, la colectividad y el propio pensamiento.

El uso de WhatsApp como instrumento para el aprendizaje, aún y cuando su finalidad de creación es diferente a ésta, ofrece una gran cantidad de ventajas. Desde la inmediatez en la interacción, pasando por la diversidad de herramientas que ofrece, así como, su familiaridad, accesibilidad y aceptación en comparación con plataformas educativas especializadas. La aplicabilidad de este recurso en la tarea educativa podría resolver eventualidades como el trabajo a distancia, el seguimiento personalizado y contrarrestar en cierta medida el rechazo a otras herramientas, al menos en los primeros niveles de educación.

REFERENCIAS

Celis Cuervo, D. A. y González Reyes, R. A. (2021). Aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares. Revista redicpe. 10(8), pp. 279-302. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1405

Díaz Barriga, F. (2005). Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica. Perfiles educativos, 28(111), pp. 124-127.

Ennis, R. y Millman , J. (2005). Cornell of Critical Thinking Test (CCTT) Nivel X. (5tn ed.). The Critical Thinking Co.

Facione, P. A. (1990) Critical Thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. The California Academic Press.

Fernández, E. (2017). Aprendizaje basado en proyectos: Elementos esenciales y fases. Publicaciones Didácticas. 1(88), pp. 472-476.

Guayacundo, A. (2015). El aprendizaje basado en proyectos para favorecer el pensamiento crítico en alumnos de primaria publica en la ciudad de Bogotá, Colombia. [Tesis de Maestría].

Halpern, D. F. (2013). Thought and knowledge: An introduction to critical thinking. (5th ed). Psychology press.

Hernández, G. A., González Nava, C. E. y Duque Romero, O. L. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el nivel de educación primaria a través del uso de las TIC en el campo formativo de lenguaje y comunicación. Edutec. Revista electrónica de tecnología educativa, 53. 1-14. https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/260/Edutec_n53_Hernandez_Duque_Gonzalez

Nieto, L. (2013). Aprendizaje basado en investigación. Metodologías, Estrategias y Herramientas Didácticas Para el Diseño de Cursos en Ambientes Virtuales de Aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. pp. 15-20

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis (5.ª ed.). Ediciones de la U.

Olivares Olivares, S. L., & Heredia Escorza, Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 17(54), 759–778. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000300004

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación 2030. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246300_spa

Pérez, A., Fonseca, E., & Lucas, B. (2021). Iniciación al aprendizaje basado en proyectos: Claves para su implementación. Universidad de La Rioja.

Prensky, M. (2010). Teaching digital natives. Partnering for real learning.

Romero, G., & Chávez, B. (2021). Pensamiento crítico en el desarrollo personal de los adolescentes. Dominio de las Ciencias, 7(4), 3–23. https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2408

Ruiz, F. (2021). Revisión bibliográfica: La metodología del aprendizaje basado en la investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5*(1), 1079–1093.

Ruiz-Velasco, E., Domínguez, J., & Bárcenas, J. (2017). Los laboratorios cibertrónicos 3.0 como estrategia de inclusión digital educativa, innovación y desarrollo sustentable. En E. Ruiz-Velasco, J. Domínguez, & J. Bárcenas (Eds.), Laboratorios cibertrónicos 3.0 (pp. 113–128). Newton, Edición y Tecnología Educativa.

Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R., & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa del aprendizaje en la educación superior. Polo del Conocimiento, 5(8), 467–492. https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599

Serres, M. (2013). Pulgarcita: El mundo cambió tanto que los jóvenes deben reinventar todo: una manera de vivir juntos, instituciones, una manera de ser y de conocer. Fondo de Cultura Económica.

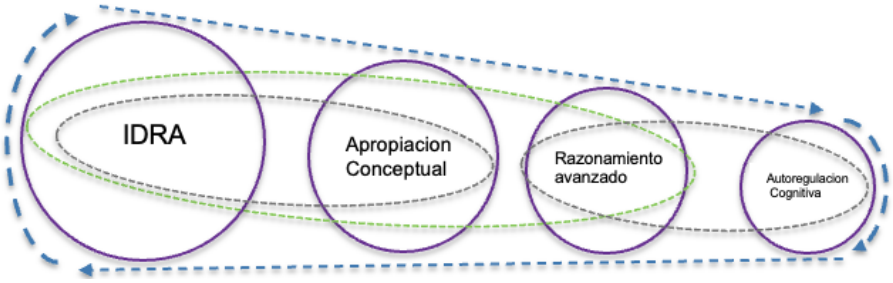
Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA): un enfoque desde la ingeniería de sistemas complejos para la enseñanza de las matemáticas

Héctor Gabriel Villega-Berumen
Marcos Manuel Ibarra Núñez
María de la Luz Núñez-Orta
Susana Reveles-Gamboa

RESUMEN

Este capítulo presenta la propuesta de los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA) como una innovación conceptual y metodológica en la enseñanza de las matemáticas desde la perspectiva de la ingeniería de sistemas complejos. Los IDRA se entienden como artefactos digitales que, mediante procesos de génesis instrumental, se convierten en herramientas cognitivas capaces de reorganizar la actividad de razonamiento de los estudiantes. Su diseño integra principios de la Teoría de Situaciones Didácticas, la Ingeniería Didáctica, el aprendizaje autorregulado, la cibernética educativa y el paradigma del u-learning, articulando marcos clásicos y contemporáneos para responder a los retos de la educación matemática en contextos digitalizados, como apoyo visual, lo anterior se despliega en la Figura. 1.

Figura 1. Dimensiones centrales de los Instrumentos Digitales de Razonamiento.
Avanzado (IDRA) en la enseñanza de las matemáticas.



El capítulo expone los fundamentos teóricos que justifican la pertinencia de los IDRA y argumenta su potencial como mediadores del aprendizaje matemático, favoreciendo la apropiación conceptual, el razonamiento avanzado y la autorregulación cognitiva.

Se plantea que los IDRA no solo facilitan la resolución de problemas matemáticos, sino que promueven la reflexión metacognitiva, reducen la sobrecarga cognitiva y favorecen la modelación en escenarios complejos. Aunque se reconocen limitaciones como el tiempo de intervención y la localización de la muestra, se sostiene que la propuesta constituye una aportación original al debate sobre la integración crítica de la tecnología en la educación. Los resultados esperados apuntan a fortalecer la comprensión conceptual, la autonomía en el aprendizaje y la disposición hacia las matemáticas, consolidando a los IDRA como instrumentos de innovación educativa con potencial de replicabilidad en otros contextos disciplinares.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Matemáticas, Sistemas Complejos, Aprendizaje Autorregulado, Cibernética Educativa, IDRA, Génesis Instrumental, U-learning.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas ha sido históricamente un campo de tensiones entre abstracción conceptual, formalización simbólica y aplicación práctica. A pesar de los avances en metodologías didácticas, la brecha entre la comprensión teórica y la apropiación significativa del conocimiento matemático persiste en diferentes niveles educativos. En la actualidad, esta problemática se complejiza ante un escenario marcado por la digitalización, la inteligencia artificial y la demanda de nuevas competencias cognitivas orientadas al análisis, la abstracción y la resolución de problemas en contextos inciertos.

Desde la perspectiva de la ingeniería de sistemas complejos, la educación matemática puede entenderse como un proceso emergente donde múltiples variables -cognitivas, emocionales, sociales y tecnológicas- interactúan de manera no lineal. Tal enfoque permite concebir el aprendizaje no como la simple transmisión de contenidos, sino como la co-construcción de estructuras cognitivas dinámicas en sistemas adaptativos. En este marco, las tecnologías digitales dejan de ser únicamente soportes instrumentales y se convierten en entidades generativas de nuevas formas de razonamiento.

Es en este punto donde se retoma el concepto de Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA), constituido en el presente proyecto. Los IDRA representan un salto cualitativo respecto a los recursos digitales convencionales, pues no se limitan a la transmisión de información o a la práctica repetitiva de ejercicios, sino que articulan procesos de autorregulación, metacognición y modelación compleja que potencian la apropiación del conocimiento matemático.

La noción de IDRA se nutre de la teoría de la génesis instrumental propuesta por Rabardel (1995), según la cual un artefacto tecnológico adquiere valor educativo únicamente cuando, a través de la interacción, es apropiado por el sujeto y se transforma en instrumento de actividad cognitiva. En esta línea, un simulador matemático, un asistente basado en inteligencia artificial o un entorno de aprendizaje ubicuo dejan de ser simples artefactos cuando los estudiantes los integran a sus esquemas de acción y los convierten en herramientas para razonar, anticipar y resolver problemas.

Diversos marcos contemporáneos de investigación en Technology Enhanced Learning (TEL) y ubiquitous learning (u-learning) refuerzan la pertinencia de este enfoque. El aprendizaje ubicuo se caracteriza por ofrecer experiencias de inmersión, accesibilidad permanente y conciencia del contexto, lo que expone al estudiante a una multiplicidad de estímulos que, si bien amplían

las posibilidades de aprendizaje, también incrementan la carga cognitiva (Cárdenas-Robledo & Peña-Ayala, 2018; Peña-Ayala & Cárdenas-Robledo, 2016). Frente a este reto, propuestas como los modelos holísticos de autorregulación y los métodos cibernéticos de regulación del aprendizaje muestran que es posible diseñar mecanismos para que los estudiantes gestionen estratégicamente su propio proceso formativo.

La introducción de los IDRA se inscribe en esta discusión. Su finalidad es crear un puente entre la riqueza de los entornos digitales inmersivos y la necesidad de construir estructuras matemáticas sólidas y transferibles. Desde este punto de vista, los IDRA no solo median el aprendizaje, sino que lo reorganizan, permitiendo al estudiante pasar de una lógica reproductiva a un razonamiento complejo, autorregulado y consciente de su propio proceso.

En términos metodológicos, este capítulo presenta una experiencia pedagógica orientada a analizar la apropiación del conocimiento matemático a partir de la implementación de los IDRA. El enfoque se centra en identificar su impacto en la comprensión conceptual, la capacidad de resolución de problemas y la actitud hacia el aprendizaje matemático. La relevancia de esta aproximación no radica únicamente en los hallazgos empíricos, sino también en su potencial para fundamentar un nuevo marco teórico-práctico sobre el papel de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas.

En suma, la propuesta de los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado constituye un esfuerzo por avanzar en la construcción de un modelo pedagógico que, desde la ingeniería de sistemas complejos, articule tecnología, cognición y didáctica matemática en un ecosistema innovador, replicable y con alto impacto social.

La enseñanza de las matemáticas, tanto en educación básica como superior, ha sido objeto de continuas reformas y debates en torno a sus fundamentos epistemológicos y metodológicos. A lo largo de las últimas décadas, las investigaciones en didáctica de las matemáticas han mostrado que el aprendizaje no se produce únicamente por la exposición a contenidos, sino por la interacción entre el estudiante, el docente, el problema matemático y el entorno de mediación. Esta visión fue anticipada por la Teoría de Situaciones Didácticas de Guy Brousseau (1986), quien planteó que el conocimiento matemático emerge de situaciones adidácticas cuidadosamente diseñadas, en las cuales el alumno construye y valida sus propios saberes a partir de la interacción con un problema. Este marco permitió superar la visión transmisiva de la enseñanza, introduciendo la idea de que el papel del docente consiste en organizar un medio que genere desequilibrios cognitivos y favorezca la reorganización conceptual del estudiante.

El desarrollo metodológico de estas ideas condujo a la Ingeniería Didáctica, propuesta por Artigue (1995), que se consolidó como una estrategia de investigación y de intervención pedagógica basada en cuatro fases: análisis preliminar, diseño a priori, experimentación y análisis a posteriori. Este enfoque ofrece una herramienta valiosa para probar innovaciones en la enseñanza, particularmente cuando se incorporan recursos digitales o se rediseñan actividades de aprendizaje mediadas por tecnología. Tanto Brousseau (1986) como Artigue (1995) proveen un soporte teórico robusto para comprender la enseñanza de las matemáticas como un proceso dinámico, aunque es importante señalar que sus marcos fueron desarrollados en contextos previos a la masificación de lo digital, por lo que no alcanzan a explicar de forma suficiente las tensiones que emergen en entornos contemporáneos mediados por inteligencia artificial, dispositivos móviles y escenarios ubicuos.

La irrupción de los entornos digitales ha revolucionado de manera profunda la práctica educativa, dando pie al surgimiento del aprendizaje ubicuo (u-learning). Este paradigma, según el análisis realizado por Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala (2018), fusiona elementos de la educación móvil y, de manera especial, de la educación pervasiva. La educación pervasiva se refiere a la integración de tecnologías digitales en todos los aspectos de la vida cotidiana, permitiendo que el proceso educativo trascienda los límites del aula tradicional y se extienda a cualquier espacio y momento. En este sentido, la educación pervasiva implica la presencia constante de dispositivos inteligentes, sensores y aplicaciones que acompañan al estudiante, adaptándose dinámicamente a su entorno físico y social. Así, el aprendizaje se vuelve una experiencia continua, personalizada y contextualizada, donde los recursos educativos se encuentran disponibles de forma ininterrumpida y responden a las necesidades inmediatas del estudiante.

El aprendizaje ubicuo, entonces, se caracteriza por tres elementos clave: la accesibilidad permanente a los recursos de aprendizaje, la conciencia contextual que permite ajustar la información y las actividades al entorno específico del estudiante, y una flexibilidad notable en las formas de interacción. Sin embargo, aunque este modelo expande de manera significativa las posibilidades educativas, también presenta desafíos importantes (Bhajantri & Ayyannavar, 2024). Entre ellos destaca el riesgo de sobrecarga cognitiva, pues la constante exposición a estímulos digitales y la multiplicidad de fuentes de información pueden dificultar la concentración y afectar negativamente la calidad del aprendizaje. Por ello, es fundamental que el diseño pedagógico

en entornos pervasivos contemple estrategias para regular la atención y organizar la información, asegurando que la tecnología se convierta en un verdadero aliado en la construcción significativa del conocimiento.

De manera complementaria, Peña-Ayala (2016) propone el concepto de MUP-learning (Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning), que enfatiza la convergencia de estos tres ámbitos para crear entornos híbridos en los cuales se difuminan las fronteras entre lo físico y lo digital. Bajo este enfoque, los estudiantes pueden acceder a experiencias de aprendizaje inmersivas, colaborativas y distribuidas, pero enfrentan también el reto de autorregular su atención y organizar cognitivamente la información. Desde una mirada crítica, si bien el MUP-learning abre un horizonte innovador, corre el riesgo de convertirse en un escenario fragmentado cuando la tecnología no está mediada por un diseño pedagógico sólido.

Para atender este tipo de problemáticas, la investigación en aprendizaje autorregulado (self-regulated learning, SRL) ha mostrado que los estudiantes que desarrollan estrategias de planificación, monitoreo y reflexión logran aprendizajes más significativos. Zimmerman (2002) definió al aprendiz autorregulado como aquel que es capaz de establecer metas, autorregular sus cogniciones y motivaciones, y mantener un compromiso activo con sus objetivos académicos. Panadero (2017), en una revisión de modelos de SRL, reforzó esta perspectiva al señalar que las fases cíclicas de anticipación, ejecución y autorreflexión constituyen un marco robusto para explicar la autonomía en el aprendizaje. En este sentido, las tecnologías digitales representan una oportunidad, pero también un desafío: su potencial depende de que sean diseñadas para promover la metacognición y no únicamente para la repetición de ejercicios.

Investigaciones empíricas recientes ilustran esta tensión. Braad, Degens, Barendregt e IJsselsteijn (2022) demostraron que los entornos digitales que incluyen prompts de autoexplicación favorecen la metacognición y fortalecen la comprensión conceptual. De manera similar, Zhang, Chen, Li y Zhao (2024) encontraron que la metacognición influye directamente en el desarrollo de habilidades de modelación matemática y que este efecto se encuentra mediado por el pensamiento computacional crítico. Dichos hallazgos evidencian que la simple exposición a recursos digitales no garantiza aprendizajes de alto nivel, sino que es necesario que estos recursos estén diseñados como instrumentos que acompañen y potencien la autorregulación cognitiva.

En este punto, la cibernética ofrece un marco complementario. Wiener (1961) la definió como la ciencia del control y la comunicación en animales y máquinas, introduciendo la noción de retroalimentación como mecanismo

para la regulación de sistemas complejos. Trasladada a la educación, esta perspectiva permite concebir al estudiante como un sistema adaptativo que recibe entradas, procesa información y genera salidas que, a su vez, se regulan mediante procesos de feedback. Peña-Ayala y Cárdenas-Robledo (2019) aplicaron este enfoque en entornos de u-learning, proponiendo un método cibernético con mecanismos proactivos y reactivos de regulación. Sus resultados mostraron que los estudiantes sometidos a contextos de alta carga cognitiva lograban aprendizajes más profundos cuando disponían de estrategias de regulación explícita. Este aporte resulta crucial para el diseño de nuevas herramientas digitales, ya que advierte que sin mecanismos de regulación el potencial de la tecnología puede diluirse en exceso de información y estímulos.

Por otro lado, la génesis instrumental formulada por Rabardel (1995) es clave para comprender cómo los artefactos tecnológicos se transforman en instrumentos de pensamiento. Un simulador, una aplicación matemática o un asistente de inteligencia artificial no tienen impacto en sí mismos; se convierten en instrumentos cognitivos únicamente cuando el estudiante se apropia y los integra a sus esquemas de acción. Este planteamiento resulta particularmente pertinente en la enseñanza de las matemáticas, disciplina que se apoya en la abstracción y en la manipulación de representaciones múltiples. Verschaffel, Schukajlow, Star y Van Dooren (2019) documentaron cómo los entornos digitales orientados a la metacognición permiten a los estudiantes reflexionar sobre su propio razonamiento y fortalecer la transferencia de conocimientos. Asimismo, Hillmayr, Ziernwald, Reinhold, Hofer y Reiss (2020), en un meta-análisis de estudios sobre matemáticas y ciencias, confirmaron que las herramientas digitales tienen un efecto positivo moderado en el aprendizaje, siempre que estén diseñadas con una intencionalidad pedagógica orientada a la reflexión y no solo a la ejercitación mecánica.

En este horizonte se inscribe la propuesta de los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA), los cuales no son meros recursos didácticos, sino mediadores que reorganizan la actividad cognitiva y promueven razonamientos de orden superior. Su diseño se inspira en la génesis instrumental de Rabardel (1995), en el aprendizaje experiencial de Kolb (1984) y en la concepción sociocultural de Vygotsky (1978), integrando la dimensión tecnológica como un agente activo dentro de la construcción del conocimiento matemático. De esta manera, los IDRA buscan superar las limitaciones de los recursos digitales tradicionales, apostando por instrumentos que potencien la autorregulación, reducen la sobrecarga cognitiva y fomenten la modelación matemática en contextos complejos.

El análisis de los antecedentes permite sostener, de manera crítica, que si bien existen aportes valiosos en didáctica, SRL, u-learning, cibernética y génesis instrumental, ninguno de estos marcos por sí solo logra responder a la complejidad de los entornos actuales de enseñanza de las matemáticas. La innovación de los IDRA consiste en articular estas perspectivas en un modelo que no sólo transmite conocimiento, sino que transforma la actividad de aprendizaje en un proceso complejo, autorregulado y mediado tecnológicamente. Así, los IDRA se presentan como una respuesta a tres vacíos persistentes en la literatura: la insuficiente integración entre metacognición y modelación matemática en entornos digitales, la necesidad de regular la carga cognitiva en escenarios ubicuos y la falta de una concepción clara de la tecnología como mediadora activa del razonamiento avanzado.

METODOLOGÍA Y/O DESARROLLO

La metodología propuesta se plantea como una ruta de acción que permitirá valorar el potencial de los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA) en la enseñanza de las matemáticas. El diseño prevé la aplicación de un enfoque cuasi-experimental de tipo pretest–postest con un grupo control y un grupo experimental, lo cual permitirá generar evidencia comparativa sobre los aprendizajes alcanzados con metodologías tradicionales frente a aquellos obtenidos con mediación tecnológica. Esta decisión metodológica se inscribe en la tradición de la Ingeniería Didáctica (Artigue, 1995), la cual sugiere fases de análisis a priori, experimentación y análisis a posteriori como parte de un ciclo que busca garantizar la solidez de las innovaciones educativas.

El primer paso consistirá en delimitar la población de referencia, integrada por estudiantes universitarios de programas administrativos que cursan asignaturas de matemáticas aplicadas. Se considera que este escenario representa un contexto pertinente para el estudio, dado que suele caracterizarse por percepciones de baja aplicabilidad práctica y niveles significativos de ansiedad matemática. Posteriormente, se organizarán dos grupos de trabajo: el experimental, encargado de desarrollar actividades con IDRA, y el de control, que abordará los mismos contenidos mediante estrategias convencionales.

En cuanto a la evaluación, se proyecta el diseño de un instrumento que contempla tres dimensiones: apropiación conceptual, razonamiento avanzado y autorregulación cognitiva. Este instrumento deberá construirse y validarse a partir de referentes teóricos y psicométricos consolidados en el campo del aprendizaje autorregulado (Zimmerman, 2002; Panadero, 2017), así como en investigaciones recientes que evidencian el papel mediador de la metacognición en la modelación matemática (Braad et al., 2022; Zhang et al., 2024).

El análisis de la información seguirá un enfoque mixto. En el plano cuantitativo se prevé la aplicación de pruebas de diferencia de medias, complementadas con el cálculo del tamaño del efecto, de acuerdo con las recomendaciones de meta-análisis sobre la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias (Hillmayr et al., 2020). En el plano cualitativo se recurrirá a entrevistas semiestructuradas y a la observación en el aula, con el propósito de registrar percepciones, resistencias y procesos de apropiación vinculados al uso de los IDRA. La combinación de ambos enfoques permitirá generar un panorama integral, con mayor solidez en términos de validez interna y externa.

La implementación de los IDRA se guiará por la teoría de la génesis instrumental (Rabardel, 1995), que concibe a la tecnología como un artefacto que sólo se transforma en instrumento cognitivo cuando el estudiante logra apropiarse de él y articularlo con sus esquemas de acción. En este marco, se proyecta que los IDRA funcionen como mediadores del razonamiento matemático en tres niveles: la manipulación de representaciones múltiples, la modelación de problemas complejos y la reflexión metacognitiva sobre los procesos seguidos. Para tal fin, se desarrollarán simuladores interactivos, visualizaciones dinámicas y asistentes digitales basados en inteligencia artificial, concebidos no sólo como apoyos didácticos, sino como herramientas para gestionar la carga cognitiva y favorecer la autorregulación del aprendizaje.

La intervención seguirá un itinerario progresivo. En una primera fase de familiarización, los estudiantes serán introducidos gradualmente en el uso de los IDRA y en las dinámicas de interacción con estas herramientas. Posteriormente, en la fase de aplicación, se incorporarán los instrumentos digitales en la resolución de problemas no rutinarios, diseñados para estimular el razonamiento avanzado. Finalmente, en la fase de reflexión metacognitiva, los participantes llevarán a cabo discusiones y procesos de autoevaluación que les permitan analizar críticamente las estrategias empleadas y sus resultados.

El grupo control, por su parte, continuará con actividades convencionales basadas en ejercicios tradicionales y recursos digitales básicos, sin mediación explícita de estrategias metacognitivas. Esta diferenciación metodológica permitirá establecer contrastes significativos entre ambas condiciones de aprendizaje.

Cabe anticipar que la propuesta enfrentará retos como la posible resistencia de estudiantes con escasa familiaridad digital, el tiempo limitado de intervención o las dificultades para insertar nuevas metodologías en programas académicos tradicionales (Villegas-Berumen et al., s. f.). No obstante, estos desafíos se conciben como parte inherente al proceso de

innovación pedagógica, y su análisis constituirá un insumo relevante para el desarrollo de diseños iterativos y adaptativos que aseguren la pertinencia y transferibilidad de los IDRA en diversos contextos educativos.

REFLEXIONES

La implementación de los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA) permite constatar avances significativos en los estudiantes que forman parte del grupo experimental, frente al grupo control. Los resultados del esquema pretest–postest mostrarán si existe una mejora clara en la apropiación conceptual de los contenidos matemáticos, en el razonamiento avanzado aplicado a la modelación de problemas y en el desarrollo de estrategias de autorregulación cognitiva. A diferencia del grupo de control, donde el aprendizaje se mantendrá mayormente en el plano operativo y rutinario, se espera que el grupo que trabajará con los IDRA logre trascender la práctica mecánica hacia una comprensión más profunda y reflexiva.

Esta propuesta se alinea con la premisa de Brousseau (1986) sobre la centralidad de las situaciones adidácticas en el aprendizaje matemático. Sin embargo, la introducción de los IDRA podría revelar un avance sustantivo: los entornos digitales no solo podrían reproducir tales situaciones, sino que supondría una ampliación mediante la incorporación de mecanismos de retroalimentación inmediata y representaciones dinámicas que enriquecen la interacción del estudiante con el problema. Aquí se observa un primer aporte crítico: mientras que las teorías clásicas como la de Brousseau concebían el medio como una construcción esencialmente analógica, los IDRA introducen un medio digital complejo que no solo plantea el problema, sino que orienta al estudiante en la regulación de sus propios procesos cognitivos.

Desde la perspectiva metodológica, Artigue (1995) planteaba que la innovación educativa debía ser probada mediante fases de análisis y validación rigurosa. La propuesta aquí presentada confirma esa necesidad, pero también revela que la lógica de la Ingeniería Didáctica debe expandirse en la era digital. Hoy, no basta con evaluar la coherencia entre hipótesis y resultados; es indispensable incorporar variables como la carga cognitiva, la autorregulación y la apropiación tecnológica, que emergen como factores determinantes del aprendizaje. Esta ampliación constituye un aporte original de estudio, en tanto que sitúa a los IDRA como catalizadores de procesos que las metodologías tradicionales no lograban explicar por completo.

La conexión con los enfoques de aprendizaje autorregulado es igualmente significativa. Zimmerman (2002) y Panadero (2017) argumentaban que los estudiantes exitosos son aquellos que planifican, monitorean y reflexionan

sobre su desempeño. Los IDRA, al integrar prompts de autoevaluación y mecanismos de reflexión interactiva, podrían confirmar esta teoría al fomentar que los alumnos internalicen procesos de regulación que antes estaban mediados exclusivamente por la guía del docente. En este sentido, se busca que la evidencia empírica concuerde con lo observado por Braad et al. (2022), quienes mostraron que los entornos digitales con elementos de autoexplicación promueven la metacognición. La diferencia es que en este caso no se trata de herramientas genéricas, sino de instrumentos diseñados explícitamente para reorganizar el pensamiento matemático.

La propuesta también aporta elementos para la discusión sobre la relación entre metacognición y modelación matemática, desarrollada por Zhang et al. (2024). Los resultados podrían mostrar si los estudiantes del grupo experimental no sólo resuelven problemas con mayor eficacia, sino que sean capaces de abstraer relaciones, construir representaciones múltiples y transferir sus aprendizajes a escenarios distintos. Esto reforzaría la hipótesis de que la metacognición no es un efecto secundario de los IDRA, sino un resultado buscado y diseñado, lo cual posiciona esta propuesta como un puente entre teoría didáctica y evidencia empírica en contextos digitalizados.

La reflexión se complejiza aún más cuando se incorpora el marco de la cibernética educativa. Wiener (1961) definió a los sistemas adaptativos como aquellos que necesitan retroalimentación constante para autorregularse. En el ámbito educativo, esta retroalimentación había sido entendida históricamente como una función exclusiva del docente. No obstante, los IDRA buscan mostrar que la retroalimentación puede ser delegada, al menos en parte, a instrumentos digitales que actúan como reguladores cognitivos. En esta propuesta, este mecanismo permite que los estudiantes manejen con mayor eficacia la multiplicidad de estímulos presentes en entornos digitales, confirmando lo señalado por Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala (2018) sobre los riesgos de la sobrecarga cognitiva en contextos ubicuos. Además, los hallazgos podrían dialogar con el modelo cibernético de Peña-Ayala y Cárdenas-Robledo (2019), al mostrar que los IDRA podrían operar como sistemas proactivos y reactivos de regulación, acompañando al estudiante en la gestión de su aprendizaje y reduciendo la dispersión atencional.

La génesis instrumental de Rabardel (1995) resulta igualmente reveladora para interpretar los hallazgos. La resistencia inicial que pueden mostrar algunos estudiantes se transformará progresivamente en apropiación, hasta que los IDRA pasen de ser artefactos externos a instrumentos internos de pensamiento. Esta transición confirma que el valor educativo de la tecnología no radica en su sofisticación técnica, sino en el proceso de apropiación

mediante el cual el estudiante la integra a su actividad cognitiva. Este punto constituye una crítica directa a las políticas educativas que promueven la incorporación de TICCAD sin un diseño pedagógico robusto: no es la herramienta la que garantiza el aprendizaje, sino la manera en que esta se convierte en instrumento a través de la mediación didáctica.

Finalmente, la propuesta se corresponde con lo señalado en el meta-análisis de Hillmayr et al. (2020), que advertía que los efectos positivos de las tecnologías digitales son moderados y dependen críticamente de la intencionalidad pedagógica de su diseño. En este trabajo, la mejora no deriva del uso indiscriminado de recursos tecnológicos, sino de un diseño consciente de instrumentos que buscaban estimular la reflexión y la autorregulación. Este matiz es crucial: los IDRA no reproducen el paradigma de la práctica mecánica digitalizada, sino que lo trascienden hacia un modelo donde la tecnología reorganiza el pensamiento en clave compleja.

CONCLUSIONES

La propuesta plantea que los Instrumentos Digitales de Razonamiento Avanzado (IDRA) favorecen la apropiación conceptual, el razonamiento avanzado y la autorregulación cognitiva en la enseñanza de las matemáticas. Su aporte no radica únicamente en la digitalización de contenidos, sino en su capacidad para mediar y reorganizar procesos de pensamiento, estimulando la reflexión y la metacognición.

En coherencia con la teoría de situaciones didácticas (Brousseau, 1986) y la ingeniería didáctica (Artigue, 1995), los IDRA buscan posicionarse como entornos que amplían las posibilidades de interacción entre estudiante y problema, pero con la innovación de integrar retroalimentación digital y mecanismos de regulación cognitiva, en línea con los planteamientos de Zimmerman (2002) y Peña-Ayala y Cárdenas-Robledo (2019).

Este trabajo considera que los IDRA no son meros artefactos tecnológicos, sino instrumentos de pensamiento, tal como lo anticipaba la génesis instrumental de Rabardel (1995). De este modo, su relevancia se encuentra en que contribuyen a la formación de estudiantes más críticos, autónomos y capaces de enfrentar escenarios de alta complejidad, consolidándose como una propuesta original y estratégica para la innovación en la educación matemática.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México / ITS de Jerez, y al Laboratorio Interdisciplinario de Investigación Tecnológica (LIIT) por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto, así como a la Unidad Académica de Educación Superior de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) por su colaboración académica.

Nuestro reconocimiento a los Cuerpos Académicos reconocidos ante PRODEP: Fenomenología de las Ciencias Sociales y Humanidades (FCSH), Optimización y Análisis Socioeconómico Aplicado (OASA), y Educación, Tecnología y Comunicación para la Inclusión, el Desarrollo y la Innovación (ETCIDI), por su valiosa contribución teórica y metodológica.

REFERENCIAS

Artigue, M. (1995). Ingénierie didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques, 5(2), 1-22. https://www.numdam.org/item/PSMIR_1990-1991___5_A2_0.pdf .

Bhajantri, L. B., y Ayyannavar, V. V. (2024). Cognitive agent based fault tolerance in ubiquitous networks: a machine learning approach. International Journal of Information Technology.*16*, 2363–2377. https://doi.org/10.1007/s41870-024-01747-8

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches En Didactique Des Mathématiques, 7(2), 33–115. https://revue-rdm.com/1986/fondements-et-methodes-de-la/

Braad, E., Degens, N., Barendregt, W., y IJsselsteijn, W. (2022). Improving metacognition through self-explication in a digital self-regulated learning tool. E*ducational Technology Research and Development, 70*(3), 2063-2090. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10156-2

Cárdenas-Robledo, L. A., y Peña-Ayala, A. (2018). Ubiquitous learning: A systematic review. *Telematics and Informatics, 35*(5), 1097–1132. https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.01.009

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., y Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A meta-analysis. *Computers & Education, 153*, 103897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology, 8*, 422. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422

Peña-Ayala, A. y Càdernas, L. A. (2016). A Revision of the Literature Concerned with Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning: A survey. In A. Peña-Ayala (Ed.), Mobile, Ubiquitous, and Pervasive Learning. *Advances in Intelligent Systems and Computing, 406*. 55-100. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26518-6_3

Peña-Ayala, A., y Cárdenas-Robledo, L. A. (2019). A cybernetic method to regulate learning through learning strategies: A Proactive and reactive mechanism applied in U-Learning settings. *Computers in Human Behavior, 98*, 196–209. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.036

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Verschaffel, L., Depaepe, F. y Mevarech, Z. (2019). *Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature*, *Education Research International*, 3402035, 19. https://doi.org/10.1155/2019/3402035

Villegas-Berumen, H. G., Ibarra Núñez, M. M. y Nuñez Orta, M. de la L. (2025). A Pedagogical Framework for Integrating AI-Driven Administrative Management in Community Engaged Learning. 10.21203/rs.3.rs-7546729/v1

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

Wiener, N. (1961). *Cybernetics: or control and communication in the Animal and the Machine* (2nd ed.). MIT Press.

Zhang, J., Zhou, Y., Jing, B., Pi, Z., y Ma, H. (2024). Metacognition and Mathematical Modeling Skills: The Mediating Roles of Computational Thinking in High School Students. J*ournal of Intelligence, 12*(6), 55. https://doi.org/10.3390/jintelligence12060055

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Fortalecimiento de las habilidades docentes a través de Talleres de Alfabetización Estadística (TAE)

Erick Michell Campos Mendiola
Diana Barraza Barraza
Aldo Benhumea Peña
María del Carmen Olvera Martínez

RESUMEN

La enseñanza de la estadística es fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones informadas, en una sociedad que cada día está más caracterizada por un flujo constante de datos. No obstante, la formación docente en esta área suele ser limitada y se centra en el enfoque de la matemática, que tiene su base en el determinismo, brindando mayor tiempo y atención al uso de operaciones como entrenamiento, que en la interpretación de la información que se presenta. Este capítulo presenta una propuesta de fortalecimiento profesional mediante los Talleres de Alfabetización Estadística (TAE), diseñados bajo un enfoque teórico-práctico, centrado en la comprensión de la variabilidad y el uso de software especializado, en este caso, RStudio, como herramienta tecnológica de apoyo. La metodología fue de corte cualitativo-interpretativo, fundamentada en el método de la Ingeniería Didáctica. El estudio contó con la participación de 32 docentes de matemáticas de educación secundaria de México y Colombia. El TAE se estructuró en tres módulos que abordaron desde la diferenciación entre el pensamiento determinista y probabilista hasta la práctica aplicada con bases de datos reales y herramientas digitales. Los resultados permiten observar mejoras en las competencias estadísticas de los docentes. Tras la intervención, los docentes lograron reconstruir sus conceptos, reconociendo a la estadística como una disciplina basada en la medición de la incertidumbre y no solo como una rama de las matemáticas. Asimismo, se observó una actitud crítica y una mayor confianza para integrar el análisis de datos en su práctica pedagógica.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Estadística, RStudio, Capacitación Docente.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad contemporánea, la estadística se ha consolidado como una competencia fundamental para interpretar el mundo y tomar decisiones informadas. Se vive en una época donde los datos sustentan políticas públicas, noticias, productos científicos y argumentos cotidianos. En consecuencia, la Alfabetización Estadística (AE) se vuelve un conjunto de habilidades indispensable tanto para la ciudadanía como para los profesionales de cualquier disciplina (Gal, 2002; Ben-Zvi & Garfield, 2004). Su enseñanza, sin embargo, presenta dificultades que se relacionan con enfoques tradicionales centrados en la memorización de fórmulas y cálculos, sin conexión con la comprensión conceptual o con los contextos reales de aplicación.

En el ámbito educativo, la estadística no solo debe enseñarse como una serie de procedimientos matemáticos, sino como un lenguaje que permite describir, analizar y comprender fenómenos variables. Tal como advierten Batanero y Godino (2005), así como Avilez y Zapata (2022), gran parte de los docentes no han recibido una formación sólida en didáctica de la estadística, lo que limita su capacidad para guiar a los estudiantes hacia un razonamiento inductivo y probabilístico. A menudo, la enseñanza se reduce a ejercicios de cálculo manual, relegando el análisis de la incertidumbre y la interpretación crítica de los datos.

Frente a esta problemática, la AE se plantea como un componente de las habilidades docentes que integra el conocimiento conceptual, la interpretación contextual y el juicio crítico. En particular, los TAE se han diseñado para responder a esta necesidad formativa, permitiendo a los profesores que lo enseñan, reflexionar sobre sus concepciones, fortalecer su comprensión teórica y aplicar herramientas digitales para el análisis de datos educativos. Esta estrategia formativa no solo promueve la adquisición de habilidades técnicas, sino que también impulsa una visión reflexiva sobre el papel de la estadística en la práctica docente.

JUSTIFICACIÓN

En varios países, como en México, sobre todo en los niveles educativos donde existe una separación disciplinar de contenidos, llámense materias o asignaturas, es posible apreciar que los contenidos de estadística los abordan aquellos docentes del área de matemáticas, que fueron formados como docentes o bien, su carrera es de un área afín a este campo.

Aquí es donde se puede encontrar en la literatura una disyuntiva importante, por ejemplo, de acuerdo con Growth (2007), enseñar estadística requiere

un tipo de conocimiento docente distinto al de enseñar matemáticas, dado que la estadística está anclada en la incertidumbre y al análisis contextual; la matemática tradicional busca certezas, los procesos están basados en el determinismo. En ese sentido, los docentes que buscan enseñar estadística deben desarrollar un conocimiento disciplinar y didáctico especializado que les permita guiar a los estudiantes en procesos de indagación, interpretación y comunicación de datos.

En congruencia con lo anterior, autores como Hidayati y Waluya (2020) insisten en que la AE es indispensable en la era digital, pues los ciudadanos deben ser capaces de evaluar críticamente la gran cantidad de datos que reciben a diario. La AE, entonces, tiene un potencial significativo que puede integrarse como parte de las habilidades necesarias para desarrollar en el docente de matemáticas, adecuando el enfoque de la estadística a través de su propia práctica (disciplinar y didáctica), además, conectan sus conocimientos en matemáticas, el desarrollo de la cultura digital y la formación ciudadana (Eichler & Zapata-Cardona, 2016).

Fundamentos conceptuales de la Alfabetización Estadística

Es fundamental comprender que el concepto de AE ha evolucionado en las últimas décadas, como se puede apreciar en la Tabla 1, fue ampliándose desde un enfoque técnico hacia una comprensión más integral que combina conocimiento, razonamiento y actitudes críticas. Wallman (1993) fue una de las primeras en definirla como la habilidad para comprender y evaluar resultados estadísticos en la vida cotidiana, así como para reconocer la contribución del razonamiento estadístico en la toma de decisiones personales y profesionales.

Watson (1997) propuso un modelo que incorpora la capacidad de cuestionar y criticar la información numérica, junto con la comprensión del lenguaje estadístico básico. Para Schield (1999), la AE implica pensar críticamente sobre las estadísticas, reconociendo su papel en la sociedad y la necesidad de desarrollar una actitud analítica ante las cifras. Posteriormente, Gal (2002, 2004) amplió la definición introduciendo cinco componentes esenciales: conocimiento matemático, conocimiento estadístico, conocimiento contextual, alfabetización general y actitud crítica.

Batanero (2004) incorporó una dimensión cultural al hablar de “Cultura Estadística”, que concibe la AE como parte de la formación ciudadana. Desde esta perspectiva, la AE no solo consiste en dominar técnicas, sino como parte una formación ciudadana, realizando análisis de la información de manera ética para comunicarla responsablemente.

Tabla 1. Principales aportaciones conceptuales de la Alfabetización Estadística.

Autor	Aporte Conceptual
Wallman (1993)	Define la AE como la habilidad para comprender y evaluar resultados estadísticos en la vida cotidiana, promoviendo decisiones informadas.
Watson (1997)	Plantea la AE como la capacidad de cuestionar, interpretar y comprender el lenguaje estadístico básico.
Schield (1999)	Destaca el pensamiento crítico frente a las estadísticas como una habilidad ciudadana esencial.
Gal (2002, 2004)	Integra cinco dimensiones de la AE: conocimiento matemático, estadístico, contextual, alfabetización general y actitud crítica.
Batanero (2004)	Introduce el concepto de Cultura Estadística, resaltando la AE como parte de la formación cultural y ciudadana.

Conforme se visualiza una consolidación conceptual de la AE, esta se ha ido acuñando en el ámbito educativo. Aunque todavía existe poca literatura referente a su desarrollo en docentes, así como en etapas tempranas en educación, se ha ido reconociendo su utilidad social y laboral.

Para el presente trabajo, la AE será considerada como el conjunto de habilidades requeridas para comprender información estadística (conceptos, vocabulario, símbolos, representaciones de datos), así como reconocer a la probabilidad como medida de incertidumbre (Gal, 2002; Ben-Zvi & Garfield, 2004). De acuerdo con lo anterior, la AE abarca cinco dimensiones interrelacionadas:

- Comprensión de conceptos estadísticos.
- Comprensión del vocabulario estadístico.
- Comprensión de símbolos estadísticos.
- Interpretación de representaciones de datos estadísticos.
- Comprensión de la probabilidad como medida de incertidumbre.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico del presente estudio se fundamenta en un paradigma cualitativo de corte interpretativo. Dado que el objetivo central es el fortalecimiento de las habilidades de AE en docentes que enseñan matemáticas en educación secundaria. Se decidió optar por la Ingeniería Didáctica (ID) como método de investigación, propuesto originalmente por Artigue (1989), ya que permite un control sobre el diseño de situaciones de aprendizaje y facilita el análisis de las interacciones entre el docente, el saber estadístico y las herramientas tecnológicas.

La investigación se estructuró siguiendo las fases propuestas por la ID, con un enfoque o acentuación hacía un entorno de formación docente continua (Figura 1):

- Análisis preliminar: Se realizó una revisión del estado del arte sobre la enseñanza de la variabilidad (como diferenciador entre el enfoque de matemáticas y el de estadística).
- Concepción y análisis *a priori*: Se diseñaron los TAE, seleccionando contenidos específicos (fundamentos conceptuales de la AE y su relevancia educativa, comprensión de la variabilidad como eje central y práctica aplicada en el entorno de RStudio), anticipando los posibles obstáculos a los que pudieran enfrentarse los docentes.
- Implementación: Ejecución de los TAE en los contextos binacionales de México y Colombia.
- Análisis *a posteriori* y validación: Confrontación de los resultados obtenidos frente a las expectativas del análisis *a priori* para validar la eficacia del diseño.

Figura 1. Proceso metodológico del Taller de AE con RStudio.



Contexto

Un punto interesante de este estudio radica en su carácter binacional, lo que permite observar la convergencia de los retos educativos frente a la AE de docentes en México y Colombia. El contacto con la población objetivo se facilitó a través de eventos académicos, como el Congreso Nacional de Investigación sobre Educación Normal (CONISEN 2024), el Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM 2024) y el Coloquio Internacional de Investigación Educativa (CIIEDU 2025) en México, así como la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME 2025) en Colombia, dado el alcance de estos, bajo el propio interés de los docentes en participar.

Sujetos de estudio

Los participantes fueron 32 docentes de matemáticas de nivel secundaria. La diversidad del grupo (proveniente de diversas regiones de México y Colombia) enriqueció el intercambio de ideas, permitiendo la discusión sobre los currículos nacionales de ambos países y su alineación con el desarrollo de la AE en el contexto escolar.

Diseño del TAE

El TAE representó un espacio de formación y de intervención, diseñado para que pudiera propiciar la reflexión en torno a la enseñanza procedimental de la estadística y al desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones. Durante la intervención se utilizaron algunos elementos del *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education* (GAISE II), tales como: preguntas, indicaciones para la recolección de datos y bases de datos reales. (Bargagliotti, 2020). Se enfatizó especialmente en el concepto de variabilidad, considerado como diferenciador de la educación estadística y un desafío conceptual para los docentes.

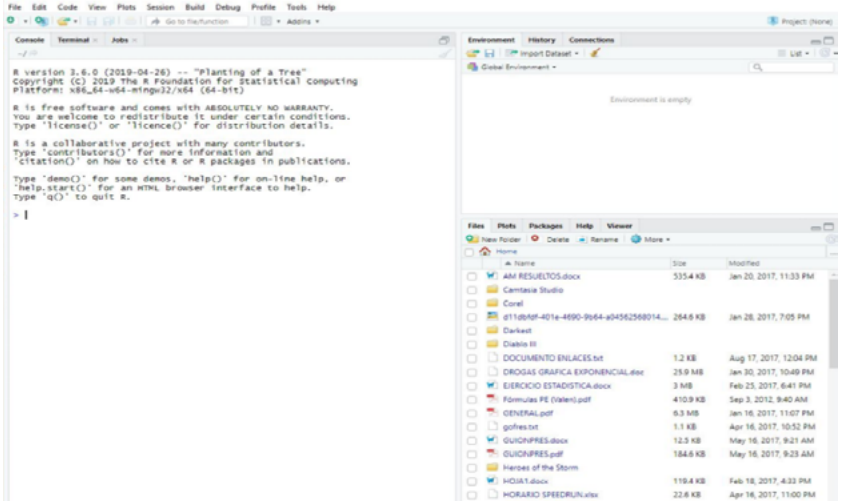
Estructura

El taller se dividió en tres módulos partes:

- Parte 1: Se discutió la diferencia entre el pensamiento determinista (matemático) y el pensamiento probabilista (estadístico), analizando la necesidad de una AE en la era actual.
- Parte 2: Utilizando situaciones reales (como el estudio de los pinzones de las Islas Galápagos, propuesto en el GAISE II), los docentes exploraron cómo la variabilidad se manifiesta en la naturaleza y cómo puede ser medida y comprendida.

- Parte 3: Se introdujo el lenguaje R como una herramienta de desarrollo profesional. A diferencia de otros programas, RStudio (Figura 2) permitió a los docentes interactuar directamente con la estructura de los datos, fomentando un aprendizaje más profundo.

Figura 2. Entorno de trabajo en RStudio



Técnicas e Instrumentos de recolección

Para responder a las exigencias de rigor metodológico, se diseñó un sistema de recolección de información basado en registros de observación directa durante las actividades, los investigadores actuaron como observadores participantes, registrando diálogos clave, momentos de reflexión importantes y dificultades técnico-disciplinares recurrentes.

RESULTADOS

La evaluación de los TAE se realizó a través de una convergencia derivada de las acciones de la ID, integrada por un análisis de frecuencias, la interpretación de narrativas y la evaluación de productos. Este enfoque permitió validar la utilidad de la ID en el análisis *a posteriori*. El análisis de los resultados obtenidos mostró un desarrollo en las habilidades de los docentes, tanto en la parte conceptual (conceptos estadísticos) como en la tecnológica (uso de software) y actitudinal (apertura a la discusión).

En el diagnóstico inicial, la mayoría de los docentes manifestó dificultades para distinguir la separación entre estadística y matemáticas. Este hallazgo coincide con lo planteado por Batanero (2004) y Avilez y Zapata (2022), quienes advierten que la mayoría de los docentes conciben la estadística como una rama subordinada de la matemática y no como una forma de pensamiento propia sustentada en la incertidumbre.

Sin embargo, tras el TAE, los participantes lograron expresar con claridad la diferencia conceptual entre ambos enfoques, reconociendo que "*la estadística no busca certezas, sino comprender la variabilidad de los fenómenos*".

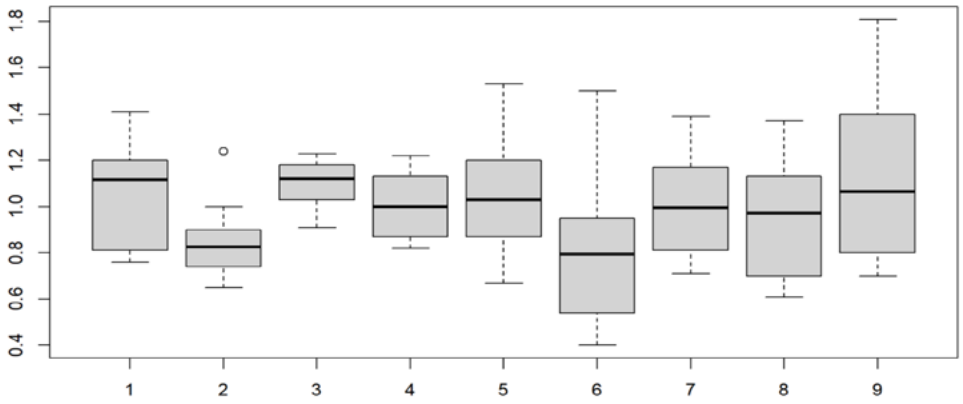
Este avance se evidenció también en las reflexiones, donde los participantes comenzaron a utilizar vocablos asociados al pensamiento estadístico. Utilizaron palabras como "variabilidad", "análisis", "datos reales", "contexto" y "decisiones", que fueron las más recurrentes. Dichas palabras clave reflejan un desplazamiento desde el discurso operativo (solo hacer ejercicios) hacia uno reflexivo y analítico (interpretar información, comprender el fenómeno con los datos).Estas afirmaciones evidencian la reconstrucción conceptual del conocimiento, una de las tres categorías emergentes detectadas en el análisis cualitativo, junto con la integración tecnológica y la aplicabilidad pedagógica.

Desempeño tecnológico

En el plano tecnológico, los participantes lograron crear estructuras de datos y realizar análisis descriptivos en RStudio, produciendo gráficos de dispersión y diagramas de caja interpretando correctamente las relaciones entre variables.

Durante las sesiones, los docentes trabajaron con bases de datos sencillas vinculadas a su propio contexto escolar (como calificaciones, asistencia o tiempos de reacción en clase). Un ejemplo particularmente significativo fue el ejercicio de variabilidad temporal, en el que los participantes registraron su tiempo estimado de un segundo en un formulario. Este ejercicio, representado en la Figura 3, permitió visualizar la dispersión de los datos mediante gráficos de caja en RStudio, generando una comprensión visual de la variabilidad.

Figura 3. Ejercicio de variabilidad en RStudio



Este tipo de experiencias refuerza lo que Gal (2004) describe como el componente actitudinal de la AE, que implica reconocer la incertidumbre como parte intrínseca de la realidad y no como un obstáculo.

El análisis cualitativo permitió identificar tres categorías emergentes que sintetizan el impacto del taller:

1. Reconstrucción del conocimiento: los docentes reconocieron la necesidad de desaprender ciertas concepciones erróneas sobre la estadística. Expresiones como *"la variabilidad no es error"*, *"no hay una única respuesta"* o *"comprender es más importante que calcular"* fueron recurrentes, indicando una transición hacia un pensamiento estadístico reflexivo.
2. Integración tecnológica: el taller facilitó el descubrimiento del potencial de RStudio como recurso didáctico. Algunos docentes propusieron adaptar las actividades para sus aulas, como crear mini proyectos donde los estudiantes analicen datos del clima local o del consumo de agua escolar.
3. Aplicabilidad pedagógica: varios participantes expresaron su intención de transferir lo aprendido a la enseñanza de otras materias.

La frecuencia en el uso del vocabulario confirmó que los términos "variabilidad", "contexto", "decisiones", "datos" y "aplicación" concentraron la mayor cantidad de menciones, lo que evidencia la apropiación de conceptos centrales de la AE.

DISCUSIÓN

Los hallazgos confirman que los TAE constituyen una estrategia viable para mejorar la formación docente en esta área. En armonía con lo propuesto con Gal (2002) y Ben-Zvi & Garfield (2004), la AE no debe limitarse a la comprensión de procedimientos, sino ampliarse a la interpretación crítica de datos y a la comunicación argumentada de resultados. Los talleres diseñados bajo esta visión propician una experiencia integral en la que los participantes aprenden estadística haciendo estadística.

En concordancia con Batanero (2004), la experiencia también contribuyó a fortalecer la "cultura estadística" de los docentes, entendida como la disposición para integrar la estadística en la práctica educativa cotidiana. La mejora observada en la confianza y actitud hacia la materia sugiere un avance en el plano afectivo, aspecto que Gal (2004) identifica como esencial para lograr un aprendizaje en estadística.

Otro aspecto relevante es la incorporación de la tecnología. Siguiendo las recomendaciones de Hidayati y Waluya (2020), el uso de software estadístico en la formación docente potencia la comprensión conceptual, facilita la exploración de datos y estimula el aprendizaje activo. RStudio se consolidó como una herramienta accesible, gratuita y potente, capaz de romper la brecha tecnológica existente en muchos contextos educativos.

Finalmente, los resultados concuerdan con los diagnósticos internacionales (Banco Mundial, s.f.; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2022), que señalan la necesidad urgente de fortalecer la formación de los docentes como eje para mejorar la calidad educativa. Iniciativas como los TAE pueden integrarse en programas institucionales de desarrollo profesional docente, promoviendo el aprendizaje continuo y la innovación en esta área.

CONCLUSIONES

Los TAE demostraron ser una estrategia eficaz para fortalecer la competencia docente en la enseñanza de la estadística. Su diseño permitió articular el conocimiento conceptual, el razonamiento crítico y la integración tecnológica, generando un aprendizaje significativo y duradero.

Entre los principales aportes destacan:

- Revalorización de la Alfabetización Estadística (AE): Uno de los principales logros fue que los docentes reconocieran a la variabilidad como un elemento diferenciador de la disciplina, permitiéndoles transitar desde un enfoque matemático determinista a uno probabilista.

- Fortalecimiento de la confianza: Fue posible observar la seguridad y la disposición positiva de los docentes hacia los elementos estadísticos planteados en los TAE.
- Desarrollo de habilidades tecnológicas con RStudio: El uso de este software permitió a los docentes interactuar directamente con la estructura de los datos, demostrando ser un recurso pedagógico con potencial y accesible.
- Reflexión docente y formación ciudadana: Los talleres promovieron una visión de la estadística como un lenguaje indispensable para la interpretación ética y la toma de decisiones responsables.
- Influencia en la práctica docente: Los docentes manifestaron la intención de modificar sus actividades didácticas en las aulas mediante proyectos aplicados con datos reales de su propio contexto escolar, la información promovida en las redes y noticias o bien, desde la literatura científica.

De manera general, los TAE contribuyeron a construir una comunidad docente más crítica, reflexiva y competente para abordar los retos de la educación en la era de los datos. Es recomendable institucionalizar este tipo de estrategias como programas de formación continua, con el fin de asegurar que los futuros docentes en el área de matemáticas, desarrollen AE como parte de su perfil profesional.

REFERENCIAS

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, *9*(3), 281-308. https://kleio.ch/HEP_VS/hepvsvideo/8_INGENIERIE_DIDACTIQUE_ARTIGUE.pdf

Avilez Poot, A. J., y Zapata González, A. (2022). Alfabetización Estadística del profesorado. Una revisión sistemática de 2010 a 2020. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, *22*(2), 1-10. https://www.redalyc.org/journal/6079/607968030006/html/

Bargagliotti, A., Franklin C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., Spangler, D. A., (2020). *Pre-K-12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II).* (2nd ed.). American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf

Batanero, C. (1999). ¿Hacia dónde va la educación estadística? *Blaix 15*(1), 2-13. https://www.researchgate.net/publication/255738435_Hacia_donde_va_la_educacion_estadistica

Batanero, C. (2004). Los Retos de la Cultura Estadística. *Yupana*, *1*(1), 27–37. https://doi.org/10.14409/yu.v1i1.238

Batanero, C., y Godino, J. (2005). Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. En R. Luengo (Ed.) (2005*). Líneas de investigación en Didáctica de las Matemáticas*, (pp. 203-226). Badajoz: Universidad de Extremadura. https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Perspectivas.pdf

Ben-Zvi, D., y Garfield, J. B. (2004*).* Statistical Literacy, Reasoning and Thinking: Goals, Definitions, and Challenges. En D. Ben-Zvi, & J. B. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp. 3-16). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, UNESCO y UNICEF. (2022). *La encrucijada de la educación en América Latina y el Caribe: Informe regional de monitoreo ODS4-Educación 2030* . CEPAL. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/fed2d3a5-ded8-4076-ad34-0a183983246a/content

Eichler, A., y Zapata-Cardona, L. (2016*). Empirical Research in Statistics Education*. ICME-13 Topical Surveys. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38968-4_1

Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International statistical review*, *70*(1), 1-25. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:122781003

Groth, R. E. (2007). Toward a Conceptualization of Statistical Knowledge for Teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, *38*(5), 427-437. https://www.researchgate.net/publication/232553705_Toward_a_conceptualization_of_statistical_knowledge_for_teaching

Grupo Banco Mundial. (s.f.). *Maestros*. Banco Mundial. https://www.bancomundial.org/es/topic/teachers

Hidayati, N. A., Waluya, S. B., Rochmad y Wardono (2020). Statistics literacy: what, why and how? *Journal of Physics: Conference Series*. *1613*(1), 12080. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012080

Schield, M. (1999). Statistical literacy: Thinking critically about statistics. *Of Significance*, *1*(1), 1520. http://www.statlit.org/pdf/1999SchieldAPDU.pdf

Wallman, K. K. (1993). Enhancing Statistical Literacy: Enriching Our Society. *Journal of the American Statistical Association*, *88*(421), 1–8. https://doi.org/10.1080/01621459.1993.10594283

Watson, J. (1997). Assessing Statistical Literacy Using the Media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107–121). Amsterdam, the Netherlands: IOS Press and The International Statistical Institute. https://www.semanticscholar.org/paper/Assessing-Statistical-Thinking-Using-the-Media-Watson/c2dcfb84276788bce663fc2aef8f4294dd1e4304

Internacionalización virtual educación media superior: implementación de COIL y aprendizaje basado en proyectos mediado por tecnologías digitales e inteligencia artificial

Nancy Wong Gámez
Adriana Wong Gámez
Katia Alejandra Ruiz Herrera

RESUMEN

La internacionalización educativa en el nivel medio superior enfrenta limitaciones asociadas a la movilidad física de los estudiantes; sin embargo, el uso de metodologías innovadoras mediadas por tecnologías digitales permite generar experiencias formativas con alcance global. El presente estudio tiene como objetivo analizar la implementación de la metodología Collaborative Online International Learning (COIL), articulada con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y apoyada en herramientas de inteligencia artificial, como estrategia para favorecer la internacionalización sin desplazamiento físico. Se desarrolló una investigación con enfoque cualitativo, bajo un diseño de estudio de caso, en la que participaron 70 estudiantes de nivel medio superior del municipio de Ahome, Sinaloa, y 10 docentes, en colaboración con instituciones educativas de Colombia. La intervención se llevó a cabo durante cinco semanas mediante sesiones sincrónicas y actividades colaborativas en entornos virtuales, complementadas con trabajo autónomo. La recolección de datos se realizó a través de observación participante, entrevistas no estructuradas y registros audiovisuales, y su análisis mediante codificación temática. Los resultados evidencian un alto nivel de participación estudiantil, desarrollo de competencias interculturales, pensamiento crítico y habilidades digitales, así como el uso de herramientas de inteligencia artificial para facilitar la comunicación, la organización de actividades y el trabajo colaborativo. Se concluye que la metodología COIL constituye una alternativa viable y pertinente para la internacionalización educativa en este nivel educativo, así como una oportunidad para compartir conocimiento

y experiencias enriquecedoras entre estudiantes de distintos países al intercambiar ideologías y terminologías de acuerdo con sus respectivos contextos, ampliando así su horizonte académico y cultural.

PALABRAS CLAVE: Herramientas de inteligencia Artificial, Habilidades Digitales, Internacionalización Educativa.

INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea se encuentra en un proceso de transformación impulsado por la globalización y el desarrollo tecnológico, lo que ha generado la necesidad de incorporar estrategias que permitan a los estudiantes desarrollar competencias globales. En este contexto, la internacionalización educativa se posiciona como un eje fundamental para la formación integral, promoviendo el entendimiento intercultural, el pensamiento crítico y la colaboración global.

Tradicionalmente, los procesos de internacionalización han estado vinculados a la movilidad física; sin embargo, en el nivel medio superior, estos mecanismos resultan limitados debido a factores como la edad de los estudiantes y la falta de financiamiento. Ante este escenario, surgen alternativas como el Collaborative Online International Learning (COIL), que permite el intercambio académico a través de entornos virtuales.

Asimismo, el avance de la inteligencia artificial (IA) ha transformado los procesos educativos, facilitando la comunicación, la personalización del aprendizaje y el acceso a información en contextos multiculturales. La integración de estas tecnologías en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) fortalece la experiencia educativa y amplía sus alcances.

El objetivo del presente estudio es analizar si la implementación de la metodología COIL, articulada con ABP y mediada por herramientas digitales e inteligencia artificial, favorece la internacionalización en el nivel medio superior.

JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje es un proceso dinámico que se construye a partir de la experiencia, la interacción social y la reflexión. En la actualidad, los estudiantes requieren desarrollar habilidades que les permitan adaptarse a un entorno globalizado, caracterizado por cambios constantes en los ámbitos social, económico y tecnológico.

En este sentido, el docente enfrenta el reto de implementar metodologías innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo, en donde el estudiante sea el protagonista de su formación. El aprendizaje basado en proyectos y el COIL representan estrategias que permiten vincular el conocimiento con la realidad, fomentando el trabajo colaborativo y la resolución de problemáticas reales.

La incorporación de herramientas de inteligencia artificial en estos procesos contribuye a reducir barreras lingüísticas, facilitar la comunicación intercultural y fortalecer la autonomía del estudiante, lo que justifica la pertinencia de este estudio en el contexto educativo actual.

MARCO TEÓRICO

¿Qué es la internacionalización educativa?

Esta propuesta busca que se inicie la construcción de redes con instituciones educativas internacionales, en donde el propiciar espacios de colaboración impulse a los docentes a realizar investigación, por lo tanto, los hallazgos, al ser presentados abrirán las puertas a estos profesores para que realicen proyectos con un impacto social, tecnológico y cultural en donde a sus instituciones educativas les permita adquirir una presencia a nivel internacional y nacional.

La internacionalización es un concepto que precisa de políticas y estrategias institucionales específicas, las que permitirán que se supere el retraso de ciertas regiones, particularmente la latinoamericana, por medio de alianzas estratégicas que suministren a los estudiantes competencias interculturales y globales. (Mondaca Ceron, 2011).

La internacionalización se encarga de la creación de programas de estudios que promuevan el intercambio educativo, el objetivo de estos programas es construir y formar seres humanos que puedan enfrentar los retos alrededor del mundo en donde el desarrollo de valores como la inclusión, la empatía, equidad, respetos por las ideas de las otras personas sean un modo de vida y convivencia, en donde la reflexión y la apertura por el aprendizaje colaborativo coadyuven a mejorar la calidad de su vida y contribuir positivamente en el desarrollo de sus naciones.

La internacionalización fomenta el desarrollo de competencias de ciudadanía global en los estudiantes, tales como: el sentido de pertenencia a una humanidad común; una conciencia de su propia cultura; el desarrollo de empatía y respeto por la diversidad cultural; el conocimiento del impacto que tienen las decisiones y acciones locales en la comunidad internacional; y el desarrollo de un pensamiento crítico. (Cátedra UNESCO “Internacionalización de Educación Superior y Ciudadanía Global”, s.f.)

La internacionalización de la educación superior se describe como “el proceso de integrar una dimensión internacional, intercultural y global a los objetivos, la enseñanza/aprendizaje, la investigación y las funciones de servicio de una universidad o sistema de educación superior”. La internacionalización

pone de relieve la relación entre naciones, personas, culturas, instituciones y sistemas, mientras que la globalización subraya el concepto de flujo mundial de economía, ideas, cultura, etc. (Knight, s.f.)

La internacionalización educativa, ofrece muchos beneficios tanto para las instituciones, así como para los estudiantes, en donde la movilización, es decir intercambio de alumnos entre países, de alumnos y profesores es medular en estos programas, les permite asistir a clases en otros países, adquieren conocimientos de diferentes culturas y puede mejorar sus relaciones interpersonales con personas de otros lugares que le permitan colaborar en proyectos internacionales. Estos tipos de programas impulsan a las instituciones de nivel superior a buscar la mejora continua en los planes y programas educativos; entre los beneficios más importantes de permitir el intercambio entre las comunidades educativas, es que favorece y motiva a la investigación de las condiciones mundiales y busca posibles soluciones para reducir problemas mundiales como contaminación, sostenibilidad, pobreza, económica, entre otros.

Las propuestas educativas mundiales en donde las escuelas promueven el intercambio pueden lograr captar estudiantes con talentos sobresalientes de otros países que participen en el crecimiento económico; la presencia de estos alumnos genera popularidad y prestigio en los programas que los reciben.

Internacionalización educativa en México en el Nivel Superior

México se reconoce como un país que siempre se encuentra en constante actualización de sus programas educativos, en donde sus políticas en educación siempre apuestan por la formación de jóvenes preparados para afrontar problemas globales. Como bien lo menciona el secretario de educación pública Mario Delgado Carrillo, “la importancia de la internacionalización de las universidades mexicanas como una necesidad estratégica para enfrentar los desafíos globales y locales… subrayó que una educación que rompe fronteras y fomenta perspectivas diversas es crucial para preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más interconectado”. (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2024)

Los planes de estudio en nuestro país vienen trabajando con un enfoque de globalización de sus programas estudio desde los años 90´s, sin embargo, a finales de los 80´s existen registros que había intercambio de estudiantes que culminaron sus estudios en el extranjero, pero este fenómeno se presentaba de manera aislada. En 1992 México, Canadá y Estados Unidos, firman el Tratado de Libre Comercio (TLC) con el objetivo de reducir las barreras de importación y exportación de los bienes y servicios entre estos países,

es decir comprar y vender con pocos o ningún arancel, cuotas o subsidio; derivado de esto se busca estrategias educativas que formen egresados con las capacidades y competencias adecuadas para desenvolverse en un mercado internacional, que pudieran competir con los graduados de las universidades internacionales y que su conocimiento estuvieran acorde a las nuevas tendencias globales por lo tanto, la movilidad estudiantil en esa época se dio de manera regular en nuestro país.

En la actualidad existen muchos programas de intercambio y becas que apoyan a los estudiantes de nivel superior en donde puedes obtener un apoyo para realizar un curso o una estancia en el extranjero.

¿Internacionalización educativa en el nivel medio superior?

El nivel medio superior o el bachillerato son instituciones educativas que albergan a menores de edad de entre 15 a 18 años, en donde su objetivo principal es la de preparar como su nombre lo dice a los estudiantes para ingresar al nivel superior o insertarse en el mundo laboral. Este nivel educativo se encarga de brindar conocimientos generales y habilidades específicas a los estudiantes.

Hoy en día, la educación media en nuestro país se ve fortalecida por el uso de las nuevas herramientas tecnológicas, en donde permite que los alumnos puedan aprender de manera autónoma, adquieran un pensamiento crítico y reflexivo, que les ayudara enfrentar los desafíos del mundo tan cambiante y a sus tendencias.

Uno de los principales beneficios de estudiar bachillerato es que proporciona una base sólida para continuar con la educación superior. Este nivel educativo no solo refuerza los conocimientos adquiridos en la secundaria, sino que también introduce temas más especializados que son esenciales para ciertas carreras. Asignaturas como matemáticas avanzadas, química, física o literatura no solo son requisitos para acceder a programas universitarios, sino que también ayudan a desarrollar un pensamiento crítico necesario en el ámbito académico (Romero , 2025).

Pero qué pasaría si los alumnos del nivel medio superior pudieran tener acceso a un programa educativo que le ofreciera una instrucción educativa internacional; en donde se cruzarán fronteras y recibieran clases con docentes de otros países, que pudieran conversar y trabajar con jóvenes de su misma edad, pero con diferente cultura, donde se trabajara con equidad, respeto, análisis crítico y reflexivo; estos alumnos de bachillerato serian estudiantes con competencias interculturales, los cuales desarrollarían un pensamiento

global de acuerdo a las nuevas tendencias mundiales; a través del aprendizaje adquirido podrían realizar la elección de carrera en el nivel superior o insertarse en el mercado laboral a través de proyectos emprendedores.

En la actualidad en México no existe instituciones educativas públicas y gratuitas en el nivel medios superior que ofrezcan este tipo de programas internacionales a sus estudiantes en el bachillerato, los programas y becas existentes en nuestro país son destinados para los estudiantes mayores de edad (18 en adelante) que se encuentran en el 7mo nivel de licenciatura o para aquellos que van a estudiar un postgrado, por lo tanto es necesario que se busquen diferentes medios, estrategias y metodologías que permitan a las instituciones educativas de nivel medio la formación de estudiantes los suficientemente competentes para ser egresados de calidad de las escuelas, alumnos que conozcan otras culturas, que puedan trabajar en equipo, socializar, respetar a los demás, es decir personas realmente funcionales.

¿QUÉ ES UN COIL?

El COIL, que se define como collaborative online international learning por sus siglas en inglés, es una metodología que nace en el 2006 en la Universidad del Estado de Nueva York, con el único fin de hacer más enriquecedora la experiencia de aprendizaje, en donde el intercambio de ideas y la construcción de actividades se daba con alumnos de otras instituciones educativas a nivel global.

Un COIL es un proyecto colaborativo basado en ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) y con un componente internacional, que permite al alumnado la adquisición de conocimientos interculturales, muy provechosos para su desarrollo profesional (Fundación Universitaria San Pablo CEU, 2022).

Los cursos de aprendizaje colaborativo internacional en línea (COIL por sus siglas en inglés) son un conjunto de estrategias y metodologías pedagógicas destinadas a amplificar el impacto de la internacionalización académica mediante el intercambio virtual. La estrategia está siendo adoptada por instituciones de educación superior en todo el mundo y existen diversas redes globales dedicadas a su promoción (Maza, 2023).

Como podemos ver un COIL es una metodología educativa de enseñanza y aprendizaje, que motiva a los estudiantes a resolver problemas reales, desarrolla el pensamiento crítico, promueve el trabajo en equipo y la creatividad. Se busca que el alumno adquiera las competencias blandas y realice la personalización de su aprendizaje en donde el estudiante sea el centro de ese proceso, además que aprendan el uso de las herramientas tecnológicas como un recurso que les ayuda aprender a lo largo de la vida.

Los COIL se basan completamente en la realización de proyectos colaborativos, en donde se conectan por vía remota docentes y estudiantes de diferentes lugares o países para aprender y construir una red virtual. Esta metodología te permite trabajar con cualquier materia y sus proyectos pueden ser construidos de forma transversal, lo cual hace que internacionalice la educación.

Para la implementación de un COIL de manera lógica y precisa es necesario seguir 5 fases básicas:

- Fase 1. En este momento el docente realiza una actividad rompehielos y organiza los grupos de trabajo para crear el ambiente de confianza entre los integrantes del grupo.
- Fase 2. Organiza los equipos y promueve el intercambio de ideas para la elaboración del proyecto en equipo
- Fase 3. Los alumnos trabajan en el proyecto colaborativo y buscan una posible solución sobre la problemática presentada.
- Fase 4. La última fase se centra en la presentación del trabajo final y en realizar las reflexiones sobre las problemáticas tratadas.

Figura 1. Progresión de un módulo de COIL. CITATION Sta25 \l 22538 (State University of New York, s.f.)



Para la programación y realización de las actividades es necesario que los docentes tomen en cuenta estas fases y sean aplicadas consecutivamente, ya que cada una de estas permitirán la conformación del producto integrador del curso.

A través del COIL le permitirá a lo estudiantes de bachillerato socializar con jóvenes de diferentes países y ciudades, en donde compartirán problemas de índole sociales y de sostenibilidad; por medio de la realización de las diferentes actividades conocerán el contexto en el que viven los jóvenes de su misma edad y podrán notar que cuentan con problemas, inseguridades que son muy similares a la de ellos, sin embargo lo importante es poder rescatar la parte positiva por lo que debatirán y propondrán diferentes acciones que colaboren de manera pequeña en hacer del mundo un lugar mejor para todos.

Clase espejo

Para la aplicación correcta de la metodología COIL es necesario utilizar una estrategia que permita tener un acercamiento con los jóvenes en tiempo real, en donde a través de las tecnologías de información y plataformas de comunicación unificadas permite a los estudiantes y maestros estar conectados en una interfaz única en donde el compartir videos, audio, imágenes, presentaciones, mensajería instantánea se presenta de manera simultánea y sin necesidad de encontrarse en el mismo espacio e incluso el mismo país.

Para llevar a cabo el COIL es necesario trabajar a través de las clases espejo, en donde dos docentes de diferentes instituciones educativas ubicadas en diferentes regiones o países puedan mantener conferencias magistrales en conjunto, debates, foros, formar grupos pequeños entre los estudiantes participantes en donde se estimule el trabajo colaborativo e innovador.

Es una estrategia de colaboración universitaria y de internacionalización del micro currículo, donde dos o más profesores de ciudades o países diferentes, se organizan para impartir temáticas equivalentes o complementarias, comparten contenidos educativos y definen un trabajo de aprendizaje colaborativo entre grupos mixtos, mediando por las TIC en una o varias sesiones sincrónicas y/o asincrónicas de un curso con el objetivo de enriquecer la experiencia del estudiante en el aula y contribuir al desarrollo de los resultados de aprendizaje del curso y al perfil global del estudiante y el profesor. (Universidad Simón Bolívar, s.f.)

Recurso académico mediante el cual nuestros estudiantes y docentes compartirán el desarrollo sincrónico o asincrónico de un curso, capítulo o proyecto con una o más Universidades en el extranjero por medio de una plataforma digital compartida. (Universidad Privada en el interior de Paraguay, 2023)

Como podemos observar, todas las definiciones de clase espejo nos indican que son herramientas tecnológicas que impulsan la internacionalización de

los programas educativos y promueven el trabajo cooperativo a la distancia, estas ventajas nos hacen saber que los programas educativos se encuentran actualizados y con las mismas condiciones de que instituciones educativas de otros países.

Las clases espejo fomentan en los docentes que participan, una iniciativa en la implementación de estrategias tecnologías con competencias apropiadas para enfrentar los retos y cambios mundiales sobre las nuevas tendencias educativas, en donde fortalece sus habilidades blandas que los ayuda no solo a ser mejores docentes sino también mejores personas. Las clases espejo permiten que los docentes se internacionalicen, además promueve la investigación y generación de proyectos de las cuales puede provocar una publicación de un artículo o capítulo de libro.

Existen dos tipos de clases espejo, las primeras conocidas como recíprocas, estas clases consisten en la existencia de dos grupos y dos docentes de diferentes países o instituciones educativas, cada profesor se encarga de presentar su conferencia o ponencia a la clase del otro, esta actividad sincrónica se realiza a través de plataformas de comunicación como zoom, meet, teams, entre otras; los docentes pueden tener interacción con los alumnos a través de la ronda de preguntas o duda. Las clases espejo no recíprocas, es cuando los profesores de las diferentes escuelas realizan una exposición o conferencia de manera coordinada, es decir comparten la conferencia y existe el intercambio de experiencias e ideas con el público. Los dos tipos de clases espejo permiten la interacción de alumno – docente, la adquisición de nuevo conocimiento y cultura, sin embargo, podemos resaltar que las clases espejo no recíprocas permite el trabajo colaborativo con los estudiantes de las diferentes instituciones educativas a través de los grupos pequeños donde se podrá tener un acercamiento y un espacio de confianza en donde las ideas fluirán de manera más espontánea y los estudiantes podrán estrechar lazos y relaciones internacionales.

Aprendizaje basado en proyectos

Como anteriormente se menciona el aprendizaje colaborativo internacional en línea, busca que los jóvenes identifiquen problemas reales, que desarrollen su pensamiento crítico y reflexivo, que aprendan a trabajar de forma colaborativa y los motive a investigar, por lo tanto, es necesario buscar una metodología pedagógica con actividades que promuevan estas habilidades, en donde sea posible la integración de diversas disciplinas y se contextualicen los diferentes problemas, por lo cual se trabajara bajo el

enfoque de un aprendizaje basado en proyectos, ya que le dará a los jóvenes una oportunidad de disfrutar de un aprendizaje que lo pueda relacionar con la vida real en donde realmente se adquiera un aprendizaje significativo.

Esta metodología permite crear aprendizajes gracias a la realización de una producción concreta. A través de una serie de etapas, los alumnos colaboran, guiados por el o la docente, para responder a una problemática, resolver una situación o responder a una pregunta, apoyándose en un tema que suscita su interés. Es muy importante que los estudiantes se enfrenten a una problemática real que deberán resolver siguiendo un proceso de investigación-acción, movilizando conocimientos, habilidades y actitudes de una forma interdisciplinar y colaborativa (Subsecretaria de Educación Pública , 2022).

El Aprendizaje basado en proyectos (ABP en adelante) es una estrategia metodológica de diseño y programación que implementa un conjunto de tareas basadas en la resolución de preguntas o problemas (retos), mediante un proceso de investigación o creación por parte del alumnado que trabaja de manera relativamente autónoma y con un alto nivel de implicación y cooperación y que culmina con un producto final presentado ante los demás (difusión) (Área de tecnología educativa , s.f.).

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología que se desarrolla de manera colaborativa que enfrenta a los estudiantes a situaciones que los lleven a plantear propuestas ante determinada problemática. Entendemos por proyecto el conjunto de actividades articuladas entre sí, con el fin de generar productos, servicios o comprensiones capaces de resolver problemas, o satisfacer necesidades e inquietudes, considerando los recursos y el tiempo asignado (Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte, 2017).

Como se observa en las definiciones anteriores el concepto de aprendizaje basado en proyectos es una metodología que permite que los alumnos y los docentes sean los protagonistas en este proceso, los docentes son los guías o facilitadores de las actividades los cuales les permiten conectar su contexto con lo visto en clases. El ABP promueve el trabajo colaborativo entre los integrantes de un grupo lo que permite que los alumnos descubran cuáles son sus habilidades y competencias, por lo tanto incluye a alumnos con diferentes capacidades; este tipo de interacciones permite que los alumnos se conozcan un poco más e incluso los deja descubrir características agradables de otros compañeros que no creían que existían; esta metodología no cumple con un sistema riguroso para evaluaciones, más bien se observa como un proceso de formación continua en donde

cada actividad realizada se reconoce como un avance en su proyecto final en donde a través del acompañamiento y realimentación de sus actividades por parte de los docentes va mejorando la calidad de sus trabajos.

Para llevar a cabo y aplicar correctamente esta metodología es necesario que el docente contextualice la situación, que le haga saber a sus alumnos en el lugar en donde se desarrollará gran parte de su trabajo; en este momento los alumnos activan sus conocimientos previos sobre el problema y de esta forma poder relacionarlo con los conocimientos nuevos para crear conocimiento más nutrido. Esta revisión del contexto puede ser analizado a través de un video, noticia, etcétera. Partiendo de esto el docente inicia con la explicación del proyecto que realizarán y las actividades que desarrollarán para lograrlo y donde se le permitirá adquirir el aprendizaje formativo.

Para que el alumnos realice una recolección correcta de los datos, es necesario que asistan al lugar donde se realizará la investigación, es necesario la observación del lugar, las entrevista a las personas alrededor, aplicar instrumentos que fortalezca las investigaciones, por lo cual es necesario que el equipo se encuentre en constante comunicación, en donde la planeación de las acciones permitan realizar un trabajo más organizado y con información verídica, para que el impacto de la investigación sea de alto alcance para la sociedad y realmente resuelva una necesidad para la comunidad.

Al terminar con el trabajo de campo se procede revisar cuales son las mejores soluciones para resolver el problema planteado o cual es la mejor forma de atender la necesidad en ese lugar, en esta fase es necesario que los alumnos realicen pequeñas muestras de su avance y que el docente revise y haga las observaciones pertinentes para mejorar el producto final.

Para finalizar con todas las fases y así lograr un aprendizaje significativo en esta metodología, es necesario que los integrantes del grupo presenten los resultados obtenidos y expliquen un poco sobre el proceso de conformación de su producto; en este momento los estudiantes presentan los objetivos a lograr e informan cuáles fueron las mejores rutas para lograrlo; esta presentación de resultados se puede dar mediante una conferencia, un cartel, imágenes que apoyen sus resultados, al finalizar el producto será subido en la página web de la institución para que pueda ser de ayuda para otras investigaciones relacionadas.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, utilizando un diseño de estudio de caso, donde participaron 70 estudiantes de nivel medio superior (16–17 años) del municipio de Ahome, Sinaloa, y 10 docentes, en colaboración con instituciones educativas de Colombia. La investigación cualitativa es holística, flexible y se basa en la recolección de datos a través del investigador. Su enfoque es inductivo, busca descubrir la realidad desde la percepción de los sujetos estudiados y no parte de hipótesis preconcebidas, sino que las va construyendo conforme avanza la investigación. (Hernandez Sampieri y otros).

Para este estudio se trabajó en la construcción de un curso a través de la metodología COIL (collaborative online international learning) la cual consistió en trabajar a la par con instituciones educativas en Latinoamérica específicamente escuelas de Colombia; los docentes de las diferentes instituciones se encargaron de diseñar los cursos, mientras que los estudiantes realizan las actividades de manera colaborativa con los alumnos de otros países. Cuando los estudiantes y profesores se conectaron de manera remota se les dio la oportunidad de aprender, discutir, intercambiar información y aprender otras culturas.

La implementación del COIL se llevó a cabo durante cinco semanas, con dos sesiones semanales sincrónicas de 90 minutos, complementadas con trabajo autónomo.

Para comprender la experiencia de los jóvenes que participaron en esta nueva metodología se trabajó e investigó su percepción bajo un enfoque de narrativa en donde a través de los relatos de los participantes se pudo dar a conocer las diferentes perspectivas de los estudiantes y platicaron sobre su percepción acerca de las actividades.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la observación directa; se ingresaba de manera sincrónica en cada una de las videoconferencias, en donde se recaba información sobre lo acontecimientos que surgían, se realizaron grabaciones y se tomaron fotografías para poder realizar un análisis profundo del fenómeno; además se llevaron a cabo entrevistas no estructuradas en donde permitía que el estudiante o maestro pudiera explicar y hablar sobre su experiencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los estudiantes participaron activamente en las sesiones, desarrollando habilidades comunicativas y reflexivas. Se evidenció un alto interés por conocer otras culturas y comparar contextos sociales.

Como resultado se pudo observar que los estudiantes de nivel medio superior disfrutaban este tipo de actividades, tuvieron muchas participaciones y realizaban preguntas directas a los expositores, en donde los cuestionaban acerca de su cultura, cosas como su lenguaje, comida, entretenimiento, entre otras cosas. Los estudiantes realizaban participaciones sobre los temas presentados por los expositores, y daban su opinión, así como también hablaban de cómo ellos vivían esas problemáticas en sus contextos. Los estudiantes colaboraron de manera activa y respetuosa, intercambiaran sus reflexiones y análisis de sus actividades, trabajaron de manera afectiva en una convivencia armoniosa.

En las entrevistas que se realizaron a los estudiantes de nivel medio comentaron que fue una experiencia muy agradable y con mucho aprendizaje, ya que para ellos era algo sorpréndete que personas de otras naciones pudieran impartirles clases y poder platicar con jóvenes de su edad que tienen los mismos problemas, pero que abordan de diferente manera cada situación.

Entre los comentarios más importantes fue que ellos se sentían en libertad de expresar sus opiniones y hablar de sus condiciones, con el único fin de dar a conocer los lugares donde viven.

Otro de los comentarios fue que el platicar con personas de otros países los obligó a investigar y hacer una reflexión de sus entornos para poder saber si cuentan con condiciones similares.

Mientras tanto los docentes que participaron en este proyecto fueron los encargados de decidir los objetivos de aprendizaje, la calendarización de las sesiones sincrónicas y el tiempo de cada una de las sesiones, les dieron seguimiento a las actividades de los jóvenes y sus aprendizajes, además se encargaron del diseño del producto final y de cada una de las actividades que ayudaron para su construcción final.

Los docentes de las diferentes instituciones de nivel medio superior trabajaron colaborativamente de manera asertiva para la realización del material y las exposiciones, en donde dependiendo del tema realizaban presentaciones, infografías, videos que sirvieran de recursos para darle mejor a conocer el tema a los jóvenes.

En las entrevistas realizadas a los docentes comentaron que trabajar con personas de otros países fue una experiencia reconfortante y de mucho aprendizaje, primeramente, por las barreras de lenguaje que se tenía, resaltando que ambos países participantes eran de habla hispana sin embargo había términos que ellos desconocían y viceversa. Otro de los aspectos que mencionaron que les parecieron algo difíciles fue la diferencia de horarios que tenían entre ambos países ya que tenemos dos horas menos que ellos, además el tiempo dedicado para reuniones era mucho y a veces no coincidíamos por las actividades propias de cada escuela.

Entre las barreras más fuertes que encontraron fue la falta de apoyo recibida por las autoridades de las escuelas de Colombia y del personal para apoyar las actividades, ya que como era una actividad que se requería de trabajo y tiempo, además que no era remunerado no querían participar y mucho menos darles acceso a los jóvenes para tomar sus sesiones.

Las condiciones de las instituciones con respecto a la conexión de internet fueron algunas veces obstáculo para que se llevaran a cabo las sesiones ya que era insuficiente la red y muchas veces no se tenían las condiciones para resolverlo.

A pesar de todas estas observaciones y obstáculos presentados se llevaron todas las sesiones a cabo y se realizaron las actividades, permitió que los alumnos estrecharan comunicación con los docentes de otros países; la realización de las actividades permitió que los alumnos trabajaran colaborativamente, pudieron expresarse y hacer análisis sobre sus propios contextos. Entre las actividades se encuentran organizadores gráficos, reflexiones, cuadros comparativos, análisis de problemáticas, entre otras. Estas actividades fueron construidas para la realización del producto final.

El uso de herramientas digitales e inteligencia artificial facilitó la comunicación entre estudiantes, especialmente en la comprensión de términos y en la organización del trabajo colaborativo. El COIL, fortalece la internacionalización sin necesidad de movilidad física.

CONCLUSIÓN

La implementación del COIL, articulado con el aprendizaje basado en proyectos y apoyado en herramientas de inteligencia artificial, permite generar procesos de internacionalización en el nivel medio superior de manera efectiva.

El COIL no es una metodología nueva, sin embargo, es una estrategia educativa innovadora que permitió que los alumnos del nivel medio superior consiguieran una internacionalización sin salir de sus casas a través de sus medios tecnológicos. Esto les brindo una experiencia de adquisición de

conocimientos, de fomentar el trabajo en equipo y el intercambio de ideas y reflexiones con jóvenes de diferentes institutos y países los cual les permitió ser alumnos completamente globalizados, se les brindó una oportunidad de internacionalización dejando a un lado los problemas de desplazamiento.

Los alumnos fueron beneficiados en la adquisición de un aprendizaje significativo, ya que se abordaron problemas reales que pudieron ser contextualizados en sus países, ellos pudieron reflexionar y realizaron toma de decisiones de manera autónoma con respecto a ese tema, los estudiantes pudieron platicar con sus compañeros de otro país y compartir como ellos cómo resolvían las diferentes problemáticas, lo que provocó que el estudiante fuera creativo. Además, pudo desarrollar nuevas relaciones con personas de otras culturas y aprendió a realizar trabajo en equipo de manera respetuosa.

Los docentes pudieron intercambiar estrategias de enseñanza y aprendizaje, tuvieron la oportunidad de adquirir competencias tecnológicas y aprendieron a comunicarse de manera virtual asertivamente; este tipo de proyecto permitió el crecimiento profesional de los maestros y permitió estrechar lazos con docentes de otras naciones formando una red que fortaleció su trabajo dentro de las aulas.

Esta metodología favorece el desarrollo de competencias globales, el pensamiento crítico y la colaboración intercultural, representando una alternativa viable en contextos con limitaciones de movilidad.

Entre las limitaciones que se enfrentaron es el idioma, así como la resistencia de los maestros en trabajar esta metodología por diferentes razones personales; sin embargo, las instituciones de nivel medio superior cuentan con muchas fortalezas como lo son los docentes que siempre están dispuestos a empezar con nuevos proyectos y lo suficientemente capacitados para iniciar con este reto de internacionalización.

Se recomienda continuar explorando el uso de tecnologías emergentes en la educación, así como fortalecer el apoyo institucional para la implementación de este tipo de estrategias.

REFERENCIAS

Cátedra UNESCO Internacionalización de la Educación Superior y Ciudadanía Global. (s.f.). Acerca de UNESCO. https://unescointernacionalizacion.cucea.udg.mx/acerca-de

Cobo Gonzales, G., y Valdivia Cañotte, S. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Instituto de Docencia Universitaria. https://encuentro.educatic.unam.mx/educatic2020/pdf/docencia-camp/aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf

Área de Tecnología Educativa. (s.f.). Aprendizaje basado en proyectos. Gobierno de Canarias. https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagotic/aprendizaje-basado-proyectos/

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2024). Internacionalizar la educación superior: La apuesta de la SEP. ANUIES.

Fundación Universitaria San Pablo CEU. (2022). ¿Qué es un COIL y qué beneficios tiene para el alumno?. https://ceu.es/blog/2022/que-es-un-coil-y-que-beneficios-tiene-para-el-alumno/

Gómez, M. I. (2025). Aprendizaje. Concepto.de. https://concepto.de/aprendizaje/

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.) McGraw-Hill Education.

Knight, J. (s.f.). Internacionalización de la educación superior. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. https://www.aqu.cat/elButlleti/butlleti75/articles1_es.html

Madueña Molina, J. (2025). Plan de desarrollo institucional: Con visión del futuro 2029. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Maza, C. (2023). COIL UNAM. UNAM Internacional. https://www.unaminternacional.unam.mx/es/coil

Mondaca Cerón, J. (2011). La internacionalización de la educación superior: Factor clave para fortalecer la calidad educativa y mejorar las condiciones de vida de la sociedad. Revista Latinoamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, 55–71.

Romero, A. (2025). Importancia del bachillerato. Universidad Tangamanga. https://www.utan.edu.mx/blog

State University of New York. (s.f.). SUNY COIL Center. https://online.suny.edu/introtocoil/

Subsecretaría de Educación Pública. (2022). Metodología de aprendizaje basado en proyectos. Gobierno de México. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/06/Metodologia-ABP-Final.pdf

Universidad Privada del Este. (2023). Clases espejo: Guía para su elaboración. https://web.upecde.edu.py/clases-espejo-guia-para-su-elaboracion/

Universidad Simón Bolívar. (s.f.). Clases espejo UNISIMON. https://sites.google.com/unisimonbolivar.edu.co/clasesespejounisimon/inicio

Integración de inteligencia artificial conversacional en la creación de actividades prácticas para abordar la conservación de la energía: estudio de la fase Explorar del modelo de enseñanza 5E en el bachillerato

Pedro Oliver Cabanillas García
Carolina Pérez Ángulo
José Alberto Alvarado Lemus
José Manuel Mendoza Román

RESUMEN

En este capítulo se analiza el impacto de la inteligencia artificial conversacional en el diseño de actividades prácticas para la enseñanza de la conservación de la energía en el nivel medio superior. Se adoptó un enfoque cualitativo de tipo interpretativo y análisis temático aplicado a 1574 respuestas de estudiantes generadas durante 16 actividades prácticas desarrolladas para la fase Explorar del modelo de enseñanza de las 5E en el bachillerato de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Los resultados se organizaron en cinco categorías de análisis: evolución conceptual de la energía, razonamiento causal y modelos explicativos, procesos de abstracción y generalización científica, mediación experimental y construcción de evidencias, y dimensión didáctica y progresión del aprendizaje. Los hallazgos indican que la IAc favorece la construcción de actividades prácticas que apoyan que los estudiantes tengan un cambio conceptual de los temas relacionados con la energía y potencia la apropiación de conocimientos a través de experiencias prácticas con materiales reales o virtuales. Se concluye que la integración de IAc en la enseñanza de la conservación de la energía constituye un recurso eficaz e innovador para promover el aprendizaje significativo y superar las concepciones alternativas persistentes en los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial Conversacional, Modelo de Enseñanza 5E, Conservación de la Energía, Actividades Prácticas.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias enfrenta múltiples desafíos en los niveles de educación media, tanto por factores pedagógicos como por las actitudes de los propios estudiantes hacia la disciplina. El desinterés y las actitudes negativas hacia las ciencias han sido ampliamente documentados como fenómenos persistentes en la educación media, y además se asocian con un bajo rendimiento académico en la disciplina (Mao et al., 2021; Potvin y Hasni, 2014). Diversos estudios señalan que la enseñanza tradicional, centrada en la transmisión de contenidos y en la memorización de fórmulas, ha contribuido a desvincular el conocimiento científico de la experiencia cotidiana de los jóvenes (DeBoer, 2000; Furtak et al., 2012; Osborne y Dillon, 2008). En el caso específico de la enseñanza de la energía, uno de los conceptos fundamentales de la física y las ciencias naturales, los retos son aún más pronunciados, ya que su carácter abstracto, la coexistencia de múltiples modelos y la escasa conexión perceptual con el entorno dificultan su comprensión significativa (Duit, 2014; Liu y McKeough, 2005; Nordine et al., 2024).

En el caso de México, la Nueva Escuela Mexicana impulsa una transformación profunda en la enseñanza de las ciencias, orientando el currículo hacia el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la apropiación social de la tecnología (SEP/SEMS/COSFAC, 2024). Esta perspectiva ha sido retomada por el Currículo del Bachillerato UAS 2024, el cual promueve una formación científica centrada en la experimentación, el análisis reflexivo y la vinculación del conocimiento con el entorno (DGEP/UAS, 2025). En coherencia con ello, el área de Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología (CNEyT) implementa las prácticas de la ciencia y la ingeniería como habilidades científicas fundamentales; dichas prácticas se trabajan de manera diferenciada en el aula y en el laboratorio, favoreciendo la apropiación activa de los procesos de indagación (Pérez Angulo y Utrilla Quiroz, 2024, p. 13).

Frente a estos desafíos, el modelo 5E de enseñanza por indagación ha sido promovido como una estrategia didáctica eficaz que permite estructurar la experiencia de aprendizaje en cinco fases: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar (Bybee, 2015; Goldston y Downey, 2013). Cada una de estas fases busca activar el pensamiento crítico, fomentar la construcción de significados y propiciar el cambio conceptual mediante experiencias activas y contextualizadas (Marshall et al., 2017). En particular, la fase Explorar constituye un momento pedagógico privilegiado en el que los estudiantes interactúan con fenómenos, contrastan sus ideas previas y aplican habilidades de proceso como observar, cuestionar, investigar, comprobar predicciones, formular hipótesis y comunicarse con sus compañeros (Duran

y Duran, 2004). Esta fase se vincula estrechamente con la teoría del conflicto o disonancia cognitiva como motor del aprendizaje significativo (M. T. H. Chi, 2008; Posner et al., 1982), especialmente en el caso de conceptos complejos como la conservación de la energía.

En este contexto, la inteligencia artificial conversacional (IAc) ha surgido como un importante recurso pedagógico, potenciando el apoyo docente durante actividades prácticas tanto con materiales reales como virtuales (Dai et al., 2024; Katake, 2024; Leon Medrano et al., 2024). Los modelos de lenguaje natural pueden mejorar significativamente la exploración de los estudiantes a través de actividades prácticas ya que permite formular preguntas, realizar actividades y ofrecer experiencias que los acercan al conocimiento científico (Linn y Gerard, 2024). La IAc facilita el acceso al conocimiento y desempeña funciones para mejorar el apoyo del docente en el proceso de aprendizaje y estimular la construcción activa del significado (Domínguez Merlano, 2022; Gómez Vahos et al., 2019).

Sin embargo, pese al interés creciente por la integración de IAc en la educación, los estudios empíricos sobre sus aplicaciones en la enseñanza de las ciencias siguen siendo limitados (Almasri, 2024). La mayoría de las investigaciones se han centrado en contextos de tutoría automática o retroalimentación adaptativa dejando sesgos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales (Mnguni, 2025). Asimismo, no se ha explorado cómo se desarrollan las respuestas estudiantiles ni qué tipo de procesos cognitivos emergen cuando se utilizan actividades prácticas para la enseñanza de la física diseñadas con apoyo de IAc.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo analizar las respuestas de las experiencias de estudiantes de nivel medio superior generadas por 16 actividades prácticas diseñadas mediante IAc en el marco de la fase Explorar de la Unidad de Aprendizaje Curricular (UAC) Conservación de la Energía. Se busca describir los efectos del apoyo brindado por IAc en el diseño de las actividades prácticas y comprender cómo y en qué condiciones favorecen el aprendizaje de conceptos de energía.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque cualitativo de tipo interpretativo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018; Ñaupas et al., 2014; Rodríguez et al., 1996), orientado a explorar cómo los estudiantes construyen significado durante actividades prácticas generadas por IAc en la fase Explorar del modelo 5E. El prompt propuesto para la investigación se muestra en la propuesta de Cabanillas-García et al. (2024) con las adaptaciones basadas en el modelo PARTS, CLEAR y el ciclo REFINE propuesto por Park y Choo (2025). El prompt utilizado en el estudio se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Prompt para la generación de actividades prácticas de la fase Explorar para la UAC Conservación de la energía.

Proceso	**Prompt sugerido**	**Propósito didáctico del prompt**
Generación de indicaciones para actividades prácticas	Diseña una actividad práctica para estudiantes de niverl medio superior, relacionada con la progresión de aprendizaje *[insertar progresión]* y centrada en el tema *[insertar tema o concepto clave].* La actividad debe favorecer la exploración, observación, manipulación de materiales y la construcción gradual de explicaciones científicas. Debe realizarse en un tiempo aproximado de *[insertar duración]* y utilizar *[materiales de bajo costo, instrumentos disponibles o simuladores vistuales].* Incluye los siguientes elementos: 1. Objetivo de la actividad 2. Breve contextualización del fenómeno a estudiar. 3. Materiales o recursos necesarios. 4. Procedimiento paso a paso, redactado con claridad para que los estudiantes puedan seguirlo de manera autónoma o guiada. 5. Indicaciones para registrar observaciones, mediciones o resultados en tablas, esquemas, gráficas, o descripciones cualitativas. 6. Orientaciones para analizar los datos obtenidos y relacionarlos con los conceptos científicos trabajados. 7. Cierre de la actividad, donde se recuperen los aprendizajes centrales y se vinculen con situaciones de la vida cotidiana.	Generar instrucciones claras, secuenciadas y pertinentes para una actividad práctica alineada con una progresión de aprendizaje específica. El prompt permite transformar un contenido curricular en una experiencia de exploración concreta, ya sea mediante materiales físicos, recursos de bajo costo o simuladores virtuales.

Proceso	Prompt sugerido	Propósito didáctico del prompt
Generación de preguntas de reflexión final.	Formula un conjunto de preguntas de reflexión final para una actividad práctica vinculada con la progresión de aprendizaje [insertar progresión] y el tema [insertar tema o concepto clave]. Las preguntas deben favorecer que los estudiantes expliquen lo observado, relacionen sus resultados con los conceptos científicos abordados y reconozcan posibles limitaciones del procedimiento realizado. Incluye preguntas que permitan: 1. Describir el fenómeno observado durante la actividad. 2. Explicar los resultados obtenidos a partir de principios, leyes o modelos científicos. 3. Comparar las predicciones iniciales con los resultados finales. 4. Identificar posibles fuentes de error o limitaciones del experimento, simulación o procedimiento. 5. Relacionar el aprendizaje con una situación cotidiana, tecnológica, ambiental o social. 6. Elaborar una conclusión breve basada en evidencias.	Generar preguntas de cierre que promuevan la reflexión, la argumentación y la construcción de explicaciones científicas. Este prompt fortalece la evaluación formativa, ya que orienta a los estudiantes a interpretar sus resultados, reconocer evidencias y comunicar conclusiones fundamentales.

Las propuestas de enseñanza basadas en las prácticas de ciencia e ingeniería se estructuran a partir de dos enfoques complementarios. Por un lado, las actividades con materiales reales se sustentan en la indagación guiada, la cual promueve la construcción activa del conocimiento a partir de la exploración y el cuestionamiento (López Tavares, 2020) y en la clase demostrativa interactiva, que fomenta la participación del estudiantado mediante experiencias experimentales dirigidas (Sokoloff y Thornton, 2004). Por otro lado, las actividades con materiales virtuales se fundamentan en el uso de simulaciones, entendidas como entornos dinámicos que permiten manipular variables y observar resultados, así como en la construcción dentro de dichas simulaciones, estrategia que facilita la comprensión de fenómenos complejos y abstractos (Landriscina, 2013).

Se optó por un diseño metodológico de análisis temático (Clarke y Braun, 2017), que permite integrar categorías teóricas preexistentes con patrones emergentes de las respuestas de los estudiantes y comprender el papel

condicionado de la IAc como recurso de andamiaje en el aprendizaje de la conservación de la energía mediante actividades con materiales reales o virtuales (Maxwell, 2013; Patton, 2015).

El estudio se llevó a cabo con estudiantes de nivel medio superior del bachillerato universitario de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se registraron 1,574 respuestas de estudiantes distribuidas en 16 actividades prácticas diseñadas como parte de cada progresión de aprendizaje de la UAC Conservación de la Energía. El rango de edad de los participantes fue de 15 a 17 años, con una distribución equilibrada por género (52% mujeres, 48% hombres). Las respuestas estudiantiles fueron recogidas entre febrero y junio de 2024, y sistematizadas en hojas de cálculo por actividad.

La cantidad total de respuestas estuvo compuesta por 9,231 unidades textuales correspondientes a respuestas textuales abiertas a preguntas generadas después de la ejecución de cada una de las 16 actividades. Las respuestas fueron producidas de manera escrita por los estudiantes mediante Google Forms y sistematizadas en archivos organizados por progresión.

Cada actividad contenía entre 8 y 10 preguntas abiertas, alineadas con los propósitos de la fase Explorar del modelo de enseñanza 5E y diseñadas para promover la verbalización de procesos de pensamiento, la explicitación de modelos mentales y la construcción de explicaciones causales (Chi, 1989). Se definió como unidad de análisis cada respuesta escrita individual por pregunta.

Para mantener el seguimiento de las evidencias sin comprometer la confidencialidad de los participantes se utilizó un sistema de codificación alfanumérico en las citas textuales (Creswell y Poth, 2018). Cada respuesta se identificó mediante el código G*x*_A*y*_E*z,* donde G*x* representa al grupo de estudiantes, A*y* la actividad práctica y E*z* al número asignado a los estudiantes dentro de la actividad. Con la codificación de respuestas se permite organizar las evidencias de manera clara y sistemática garantizando la posibilidad de rastrear el origen de cada cita sin revelar información personal.

Las respuestas fueron analizadas a partir de cinco categorías temáticas construidas exclusivamente para el análisis de actividades prácticas en la fase Explorar, mismas que presentan características de efectividad, acceso al conocimiento sobre la energía y alineación con los temas propuestos por la UAC Conservación de la Energía. Estas categorías, sus definiciones operativas e indicadores se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorías de análisis cualitativo mediante análisis temático

Categoría	Definicíon	Criterios de Inclusión	Criterios de exclusiòn
Evolución conceptual de la energía y sus manifestaciones	Cambios en la comprensión de la energía a través de ideas cotidianas, explicaciones científicas, reconocimiento de sus formas y transformaciones.	Enunciados que describen qué es la energía o cómo se transforma. Referencia a manifestaciones.	Procedimientos experimentales sin explicación conceptual.
Razonamiento causal y modelos explicativos	Capacidad de establecer relaciones causa-efecto y construir modelos explicativos basados en leyes o analogías.	Explicaciones que conecten variables. Uso de modelos o analogías.	Narraciones sin conexión causal.
Procesos de abstracción y generalización científica	Capacidad para inferir conceptos, formular representaciones abstractas y transferir aprendizaje.	Uso de fórmulas, esquemas y gráficos. Analogías con otros sistemas. Aplicaciones en contextos distintos.	Respuestas descriptivas sin inferencia.
Mediación experimental y construcción de evidencias	Uso de datos y observaciones de las actividades prácticas para sustentar explicaciones	Referencias a mediciones, tablas, gráficas. Comparación entre resultados y predicciones	Opiniones sin respaldo en la actividad práctica.
Dimensión didáctica y progresión de aprendizaje	Manifestación de autorreflexión y reconocimiento del aprendizaje progresivo en la actividad.	Comentarios sobre cambios de comprensión. Reconocimiento de la actividad a través de la adquisición de conocimiento.	Opiniones generales sin referencia al aprendizaje personal.

El proceso de análisis se llevó a cabo en varias fases consecutivas. En primer lugar, se realizó la limpieza de los datos para consolidar las respuestas en una base única y garantizar su consistencia. Posteriormente, se procedió a la codificación de las preguntas, lo que permitió organizar la información inicial de manera sistemática. Una vez concluida esta etapa, se analizaron los bancos de respuestas correspondientes a las 16 actividades, cada una integrada por 10 preguntas, con el fin de identificar regularidades y matices en el discurso de los estudiantes.

Posteriormente, cada respuesta fue categorizada de acuerdo con las cinco dimensiones definidas previamente, lo que posibilitó dar cuenta de la evolución conceptual, el razonamiento causal, los procesos de abstracción, la mediación experimental y la progresión didáctica. Finalmente, se llevó a cabo un proceso de triangulación analítica, en el cual se contrastaron los hallazgos con la literatura especializada y se validó la coherencia de la interpretación, siguiendo las orientaciones de Braun y Clarke (2019) sobre la importancia de la reflexividad y la sistematicidad en el análisis cualitativo. Se utilizó Microsoft Excel para la organización y codificación, complementado con el uso ético de Chat GPT-5 opción *Thinking* para el análisis cualitativo para análisis de categorías. En este estudio se emplearon dos sistemas de IAc con funciones diferenciadas: Chat GPT-4 para la generación de las 16 actividades prácticas, y Chat GPT-5 (opción Thinking) para el apoyo en el análisis cualitativo de las categorías.

RESULTADOS

La IAc Chat GPT-4 generó 16 propuestas de actividades prácticas estructuradas que abordan los temas correspondientes a la UAC Conservación de la energía (Alvarado-Lemus y Cabanillas-García, 2025). Las actividades generadas se caracterizan por incluir especificaciones didácticas como lo es objetivo de aprendizaje, listado de materiales necesarios, procedimientos detallados paso a paso y preguntas de reflexión orientadas al descubrimiento (Bybee, 2015). La tabla 3 presenta las 16 propuestas de actividades prácticas y su objetivo.

Tabla 3. 16 actividades prácticas generadas por IAc alineadas a cada progresión de aprendizaje de la UAC Conservación de la Energía.

Progresiòn	**Actividas Práctica**	**Objetivo**
1. La energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. La energía está presente cuando hay objetos en movimiento, hay sonido, hay luz o hay calor.	1. Experimento del péndulo de Newton.	Visualizar la transferencia de energía cinética y la conservación de energía en sistemas mecánicos.
2. La energía tiene diferentes manifestaciones (por ejemplo, energía en campos electromagnéticos, energía térmica, energía de movimiento	2. Carrera de latas con cargas eléctricas.	Explorar conceptos básicos de trabajo y energía a través de cargas eléctricas.
3. La energía se puede transferir de distintas formas y entre objetos o sistemas, así como al interior de ellos.	3. Exploración de la conducción de calor.	Comprender la conducción térmica y distinguir entre conductores y aislantes.
4. Cuando la energía fluye es posible detectar la transferencia de energía a través de un objeto o sistema.	4. Explorando el calor específico en diferentes materiales.	Comprender el concepto de calor específico y su conexión con la primera ley de la termodinámica.
5. El cambio de estado y/o el movimiento de la materia en un sistema es promovido por la transferencia de energía.	5. Explorando la condensación con aire caliente y frío.	Visualizar el proceso de condensación y explorar cómo la temperatura afecta los estados de agregación
6. La temperatura de un sistema se da en función de la energía cinética promedio y a la energía potencial por partícula. La relación depende del tipo de átomo o molécula del material y sus interacciones	6. Explorando la energía potencial electrostática.	Indagar en la energía potencial electrostática y comprender las interacciones eléctricas.
7. La energía requerida para cambiar la temperatura de un objeto está en función de su masa y naturaleza, así como del medio.	7. Expansión de un sólido por calor.	Analizar la dilatación térmica observando cómo el calor incrementa el tamaño de sólidos.
8. La energía se transfiere de sistemas u objetos más calientes a otros más fríos.	8. Alcanzando el equilibrio térmico con agua.	Examinar cómo diferentes volúmenes y temperaturas de agua alcanzan equilibrio térmico.
9. La energía no puede ser creada o destruida, pero puede ser transportada de un lugar a otro y transferida entre sistemas.	9. Experimentando con el trabajo y la energía.	Profundizar en conceptos de trabajo, calor y energía interna según la primera ley de la termodinámica

Progresiòn	Actividas Práctica	Objetivo
10. La energía no se puede destruir, sin embargo, se puede convertir en otras formas de menor utilidad (por ejemplo, cuando hay pérdidas por calor).	10. Observación de un proceso adiabático.	Comprender procesos adiabáticos y la relación entre cambio de temperatura y trabajo realizado.
11. El funcionamiento de los sistemas depende de su disponibilidad de energía.	11. Evaluación de la bomba de calor y el motor térmico.	Analizar el ciclo de Carnot como motor térmico y bomba de calor, calculando eficiencia y COP.
12. En los sistemas cerrados las cantidades totales de materia y energía se conservan.	12. Construyendo un modelo de efecto invernadero.	Explorar el efecto invernadero y comprender la transferencia de energía por radiación.
13. Los cambios de energía y materia en un sistema se pueden rastrear a través de sus flujos hacía, desde y dentro del mismo.	13. Construyendo un calentador solar.	Explorar la conversión de energía solar en térmica y analizar factores que afectan la eficiencia.
14. Emplear el principio de conservación en el que la energía no se crea ni se destruye, significa que el cambio total de energía en cualquier sistema es siempre igual al total de energía transferida dentro o fuera del sistema.	14. Análisis de la eficiencia energética en aerogeneradores.	Comprender la eficiencia energética en aerogeneradores y estrategias para mejorarla.
15. A través del concepto de conservación de la energía es posible describir y predecir el comportamiento de un sistema.	15. Evaluación del impacto humano en ecosistemas locales.	Identificar y comprender cómo las actividades humanas alteran los ecosistemas locales.
16. La ciencia como un esfuerzo humano para el bienestar. Discusión de la aplicación de las ciencias naturales: sobre la generación de energía eléctrica.	16. Construcción de un mini aerogenerador.	

Las actividades prácticas propuestas se pueden agrupar por temáticas. Las manifestaciones de energía a través del movimiento mecánico se muestran en dos actividades, por otra parte, predominan las actividades con energía térmica, mismas que están presentes en siete actividades. Por otra parte, la energía eléctrica y radiante se muestran en dos actividades y la conversión de energía en sistemas tecnológicos se muestran en tres actividades.

A continuación, se analiza cada categoría propuesta para las 16 actividades prácticas, en cada una de ellas se generaron 10 preguntas de reflexión para saber si existe apropiación del conocimiento con la actividad propuesta por la IAc.

Evolución conceptual de la energía y sus manifestaciones.

Los estudiantes expresaron concepciones diversas sobre la energía. Existe un tipo de respuesta donde predomina las expresiones cotidianas como lo son que *la energía es algo que se gasta o se pierde*, también argumenta que *cambia de forma* y en algunos casos manifestaron que en todo momento la energía se conserva. Lo anterior se observó de manera diferenciada en función del tema de energía que se estudiaba, es decir, la esencia del tipo de respuesta se mantenía constante pero la distribución de las respuestas variaba si se estudiaba energía mecánica, térmica, eléctrica o el caso de sistemas de energía renovables. La evolución conceptual se hizo evidente en las respuestas escritas donde los estudiantes pasaron de descripciones intuitivas basadas en conocimientos previos y la vida cotidiana a realizar explicaciones con mayor grado de términos y conceptos científicos. En la tabla 4 se muestran las subcategorías, respuestas de estudiantes y reflexiones de la categoría evolución conceptual de la energía y sus manifestaciones.

Tabla 4. Subcategorías, citas y reflexiones de la categoría evolución conceptual de la energía y sus manifestaciones.

Subcategoría	Respuestas de estudiantes	Reflexiòn analítica
Energía como algo que se gasta o se pierde.	"La energía se acaba cuando el carrito deja de moverse." (G2_A2_E7) "Cuando la bola ya no sigue, es porque perdió toda su energía." (G3_A1_E5)	Estas respuestas evidencian un modelo sustancialista de la energía. El estudiante interpreta la energía como un "combustible" que se consume, lo que limita su capacidad de aplicar el principio de conservación.
Energía como transformación entre formas.	"La energía potencial se convierte en cinética cuando cae la esfera." (G1_A3_E8) "El calor pasa al agua y la energía se transforma en aumento de temperatura." (G4_A4_E6)	Aquí se observa un avance significativo: los estudiantes reconocen la existencia de distintos tipos de energía y su intercambio dinámico. Sin embargo, tienden a ver las transformaciones como procesos aislados.
Energía como magnitud conservada.	"Aunque cambie de forma, la energía total del sistema se mantiene igual." (G1_A8_E9) "El trabajo hecho sobre el gas en el proceso adiabático aumenta la energía interna, no desaparece." (G2_A10_E2)	Estas explicaciones muestran una concepción científica robusta, vinculada al principio de conservación de la energía. El estudiante entiende que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transfiere o transforma, articulando correctamente teoría y observación experimental.

La categoría evolución conceptual de la energía y sus manifestaciones encontró que el estudiante adquiere el conocimiento desde las concepciones cotidianas hacia generar explicaciones más cercanas al modelo científico, en las que reconoce la transformación y conservación de la energía en distintos fenómenos. Lo anterior coincide con lo mencionado por Wang y Wang (2023), quienes evidencian que estrategias activas de indagación favorecen el pensamiento independiente y profundo, a través de las actividades prácticas promoviendo aprendizaje más significativo entorno al concepto de energía.

Razonamiento causal y modelos explicativos

En esta categoría se analizaron las formas en que los estudiantes establecen relaciones causa-efecto y construyen modelos explicativos para interpretar la conservación de la energía a través de fenómenos. Las respuestas muestran explicaciones intuitivas pero incompletas basadas en observaciones directas, modelos parciales que vinculan variables del fenómeno observado y explicaciones que integran a la conservación de la energía, ley de Coulomb o las leyes de la termodinámica. En la tabla 5 se muestran las subcategorías, respuestas de estudiantes y reflexión analítica de la categoría Razonamiento causal y modelos explicativos.

Tabla 5. Subcategorías, citas y reflexiones de la categoría razonamiento causal y modeloS explicativos.

Subcategoría	Respuestas de estudiantes	Reflexión analítica
Explicaciones lineales y descriptivas	"La lata se mueve porque la energía la empuja." (G2_A2_E17) "El globo hace que las latas se vayan porque tiene energía." (G3_A2_E24)	Aquí predomina un razonamiento lineal, donde la causa es atribuida a "la energía" como fuerza externa sin especificar mecanismo. Muestra un modelo explicativo difuso y centrado en observaciones inmediatas.
Relaciones causales simples entre variables	"Cuando subimos la esfera más alto, cae con más fuerza porque tiene más energía potencial." (G1_A1_E19) "El metal se expandió más que el aluminio porque subió más la temperatura." (G4_A7_E33)	Estas respuestas ya identifican relaciones proporcionales, como lo son altura-energía o temperatura-expansión, lo que evidencia un avance en el razonamiento causal. Sin embargo, la explicación sigue siendo limitada, pues no articula leyes ni modelos teóricos completos.
Modelos explicativos fundamentados en leyes físicas	"El calor que entró al agua se transformó en aumento de energía interna, como dice la primera ley de la termodinámica." (G2_A9_E12) "La energía total se conserva, la fricción transforma cinética en calor, pero no desaparece." (G1_A5_E16) "Al acercar las cargas, aumenta la energía potencial porque depende inversamente de la distancia según la ley de Coulomb." (G3_A6_E28)	Aquí los estudiantes integran leyes y principios físicos en su explicación, construyendo modelos coherentes que van más allá de la simple observación. Representan un razonamiento causal robusto y alineado con el discurso científico.

Las respuestas evidencian que el razonamiento causal en los estudiantes es variable, en algunos casos solamente es a través de la observación inmediata y otros formulan modelos basados en principios físicos. La transición fue más notoria en las actividades que requerían contrastar predicciones con evidencias basadas en la medición de magnitudes físicas, lo que sugiere que el diseño práctico facilitó que los estudiantes generaran explicaciones con mayores fundamentos en los conceptos de la conservación de la energía. Complementando lo anterior, Malone y Schuchardt (2023) destacan que la pedagogía basada en modelado fortalece la capacidad de los estudiantes para construir explicaciones coherentes y científicamente fundamentadas a través de la relación de causa-efecto.

Procesos de abstracción y generalización científica

En esta categoría se analizaron las respuestas de los estudiantes vinculados a su capacidad de trasladar aprendizajes a nuevos contextos, usar

representaciones de ecuaciones, gráficos y esquemas; y trasladar los conceptos de conservación de la energía más allá de la situación de la actividad práctica inmediata. Los datos muestran que la generalización se da de manera gradual, primero como analogías cotidianas, luego mediante transferencias parciales a fenómenos relacionados y al final como formalizaciones abstractas con uso de ecuaciones y leyes de la conservación de la energía. En la tabla 6 se muestran las subcategorías, respuestas de estudiantes y reflexión analítica de la categoría Procesos de abstracción y generalización científica.

Tabla 5. Subcategorías, citas y reflexiones de la categoría procesos de abstracción y generalización científica.

Subcategoría	**Respuestas de estudiantes**	**Reflexión analítica**
Analogías cotidianas.	"El péndulo se mueve como un columpio en el parque." (G1_A1_E35) "Esto es como cuando se calienta una cuchara en el café." (G3_A3_E52)	Estas respuestas muestran un primer nivel de abstracción, donde se trasladan observaciones a ejemplos familiares. Aunque no siempre rigurosos, sirven como puente entre lo cotidiano y lo escolar.
Transferencia a contextos cercanos.	"Así funcionan las presas, el agua en alto tiene más energía y al caer mueve turbinas." (G2_A8_E47) "Esto pasa igual en los motores cuando se comprime el aire." (G4_A10_E64)	Aquí se da un salto conceptual, aplicando lo aprendido a contextos tecnológicos. Si bien aún falta formalización, ya aparece la idea de principios comunes detrás de fenómenos distintos.
Formalización abstracta y generalización científica.	"La energía potencial se puede calcular en cualquier caso con Ep = m·g·h." (G3_A4_E39) "En un proceso adiabático, el trabajo se refleja en la variación de la energía interna sin intercambio de calor." (G2_A10_E13)	Estas respuestas muestran un uso explícito de representaciones abstractas y leyes generales, lo que refleja una comprensión transferible y aplicable a distintos sistemas físicos.

Los resultados reflejan que la abstracción científica emerge como un proceso progresivo que inicia en las analogías inmediatas que puede generar el estudiante a través de la actividad que está llevando a cabo, pasando por generalizaciones de los conceptos de manera parcial y finalmente adoptar lenguaje formal de los conceptos de energía y su representación matemática. Lo anterior estuvo presente en actividades relacionadas con comparar contextos, donde los estudiantes se vieron obligados a trasladar sus aprendizajes en diversas situaciones o ejercicios propuestos.

Este avance se encuentra en concordancia con lo señalado por Ram et al. (2024), quienes destacan que la anticipación de variabilidad en los escenarios de aprendizaje promueve la formación de categorías más abstractas y transferibles. En este sentido, las actividades prácticas ofrecieron oportunidades para ampliar la comprensión del concepto de energía más allá de cada situación experimental, favoreciendo un aprendizaje con orientación a la aplicación.

Mediación experimental y construcción de evidencias

Con respecto a la mediación experimental y construcción de evidencias, los estudiantes construyeron explicaciones sobre los fenómenos relacionados con la energía gracias al desempeño de la mediación de las actividades prácticas. En un primer momento, los estudiantes se limitaron a describir lo que observaban, posteriormente, empezaron a integrar la medición como punto de partida para iniciar el proceso de adquisición de conocimientos. Después, comenzaron a integrar los datos que se obtuvieron por mediciones y desarrollaron la capacidad de realizar los cálculos correspondientes, además, generaron la capacidad de predecir lo que sucedería en situaciones propuestas en las actividades. La evolución obtenida por los estudiantes desde la simple observación hacia la construcción de evidencias científicas brinda la explicación de la apropiación del conocimiento a través de las actividades prácticas. En la tabla 7 se muestra las subcategorías, respuestas de estudiantes y reflexión analítica de la categoría Mediación experimental y construcción de evidencias.

Tabla 7. Subcategorías, citas y reflexiones de la categoría mediación experimental y construcción de evidencias.

Subcategoría	Respuestas de estudiantes	Reflexión analítica
Observaciones directas sin medición.	"El globo se infló cuando pusimos la botella en agua caliente." (G2_A9_E4) "El metal se hizo más largo con el fuego." (G3_A7_E6)	Respuestas que registran el fenómeno visible, pero carecen de sustento cuantitativo. Reflejan una fase inicial de construcción de evidencia basada en la percepción.
Uso incipiente de mediciones	"La temperatura subió 10 grados al mezclar el agua caliente con la fría." (G1_A8_E2) "El cronómetro marcó menos tiempo en la segunda repetición." (G4_A3_E5)	Aquí los estudiantes integran datos medidos como parte de la explicación, aunque sin compararlos con modelos o teorías.
Construcción de evidencias científicas.	"La temperatura final fue de 35 °C, lo que coincide con el valor calculado usando la ecuación de equilibrio térmico." (G2_A8_E7) "El COP bajó cuando aumentamos la diferencia de temperatura en el simulador de Carnot." (G3_A11_E3) "La potencia generada por el aerogenerador fue menor al aumentar la resistencia eléctrica, lo que explica la pérdida de eficiencia." (G4_A14_E2)	Estas respuestas muestran un razonamiento más robusto: los estudiantes contraponen datos experimentales con cálculos teóricos, construyendo evidencia científica que valida o cuestiona hipótesis iniciales.

Los hallazgos evidencian que la mediación experimental en los estudiantes progresa desde la simple descripción de lo observado, el uso crítico de mediciones y la validación de teorías mediante contraste de datos. Este avance fue evidente en las actividades que exigieron aplicar ecuaciones o comparar cálculos con demostraciones, lo que facilitó la apropiación de habilidades relacionadas con el quehacer científico. Respaldando lo anterior, Flegr et al. (2023) concluyen que integrar actividades prácticas con materiales reales y virtuales en entornos de aprendizaje de ciencia fortalece su razonamiento experimental y facilita la construcción de conocimiento científico a partir de evidencias.

Dimensión didáctica y progresión del aprendizaje

En la dimensión didáctica y progresión del aprendizaje se identificó de manera clara cómo los estudiantes reconocen sus propios avances y reflexionan sobre el valor didáctico de las experiencias. En las primeras actividades las respuestas se centraban en describir los procedimientos sin hacer alusión al aprendizaje adquirido, sin embargo, conforme avanzaron las actividades,

emergieron expresiones de reconocimiento en las que los estudiantes identificaban cómo las prácticas modificaron sus concepciones previas sobre conservación de la energía. Este proceso se hizo visible tanto en la comparación de ideas iniciales y conclusiones como en la valoración de la utilidad de las actividades para comprender fenómenos como el equilibrio térmico, procesos adiabáticos, eficiencia de un ciclo de Carnot, etc. En la tabla 8 se muestra las subcategorías, respuestas de estudiantes y reflexión analítica de la categoría Dimensión didáctica y progresión del aprendizaje.

Tabla 8. Subcategorías, citas y reflexiones de la categoría dimensión didáctica y progresión del aprendizaje

Subcategoría	**Respuestas de estudiantes**	**Reflexión analítica**
Reconocimiento inicial limitado,	"Solo seguimos los pasos y salió." (G1_A1_E4) "El experimento funcionó pero no entendí mucho." (G3_A2_E7)	En esta etapa los estudiantes cumplen con el procedimiento, pero no manifiestan reflexión sobre lo aprendido, lo que indica una baja apropiación didáctica inicial.
Conciencia de cambio conceptual.	"Antes pensaba que la energía se acababa, ahora veo que solo cambia de forma." (G2_A5_E6) "No sabía que la temperatura final depende de las masas y calores específicos, ahora me quedó más claro." (G4_A8_E3)	Aquí se observa una autorreflexión explícita: el estudiante contrasta sus concepciones previas con el nuevo conocimiento, evidenciando progresión en su aprendizaje.
Valoración didáctica de la actividad.	"Con este experimento entendí mejor cómo funciona un motor térmico." (G3_A11_E2) "Hacer el aerogenerador me ayudó a comprender que la energía del viento no se pierde, se transforma en electricidad." (G2_A16_E4)	Los estudiantes reconocen la utilidad didáctica de las prácticas, destacando cómo estas favorecieron la comprensión de fenómenos energéticos complejos y su aplicación en contextos reales.

.Los resultados revelaron que las actividades contribuyeron a la comprensión de los conceptos de conservación de la energía y promovieron la autorreflexión y la metacognición de los estudiantes. Tal como señalan Willison et al. (2024), la reflexión de los estudiantes acerca de cómo adquieren el conocimiento favorece la autorregulación y profundiza el aprendizaje, lo que confirma la importancia de incluir espacios de reflexión en las actividades prácticas para promover el aprendizaje significativo.

DISCUSIÓN

La propuesta de actividades prácticas mediadas con IAc en la fase Explorar favoreció la construcción de conocimiento de manera significativa. Esta estrategia fomenta el aprendizaje a través de la manipulación de materiales de las actividades propuestas facilitando la elaboración de modelos mentales, el establecimiento de relaciones causales, la abstracción de principios, la validación mediante evidencia experimental y la autorregulación del aprendizaje.

El análisis de la evolución conceptual de la energía mostró que los estudiantes pasaron de tener ideas intuitivas y preconcebidas a ser capaces de construir modelos con sólidos argumentos científicos. Esto demuestra que las experiencias didácticas son clave para modificar sus concepciones iniciales. En sintonía con lo expuesto, Cascarosa et al. (2020) señalan que la enseñanza basada en modelos favorece que los estudiantes transformen sus concepciones previas en representaciones más cercanas al conocimiento científico. De manera complementaria, Wade-Jaimes et al. (2018) evidencian que la modelización de fenómenos en física facilita un cambio conceptual al guiar a los estudiantes con modelos y explicaciones coherentes.

Con respecto a la categoría razonamiento causal y modelos explicativos, los estudiantes iniciaron con explicaciones simples basadas en observaciones inmediatas para después construir modelos con los cuales fundamentaban conceptos de conservación de la energía. Lo anterior respalda la investigación de Valeeva et al. (2023), donde se demuestra que el uso del modelado en ciencias fortalece tanto el razonamiento crítico como la comprensión conceptual. De manera similar, Bolger et al. (2021) señalan que los enfoques de aprendizaje basadas en modelos favorecen el razonamiento causal, incrementan la motivación y el trabajo colaborativo al situar a los estudiantes en comunidades de construcción de conocimiento compartido.

La categoría proceso de abstracción y generalización científico transitó desde las concepciones intuitivas hacia modelos de transformación y conservación de la energía, lo cual refleja cómo las actividades prácticas pueden fortalecer nociones previas. Pacaci et al. (2024) muestra en su metaanálisis que esas estrategias mejoran significativamente la comprensión en la enseñanza de las ciencias. Además, Ding et al. (2024) evidencia que los estudiantes pueden mantener ideas alternativas coexistentes mientras evolucionan hacia estructuras conceptuales más elaboradas, lo que se visualizó en el aprendizaje de los estudiantes aun teniendo ideas previas, que en algunos casos eran erróneas.

Los resultados de la categoría mediación experimental y construcción de evidencias permiten argumentar que los estudiantes avanzaron de realizar descripciones de fenómenos superficiales hacia la construcción de explicaciones con respaldo de datos obtenidos de las mediciones u observaciones realizadas en cada actividad práctica. Hofstein y Lunetta (2004) subrayan que las experiencias con actividades prácticas promueven la comprensión conceptual y la capacidad de argumentar con base a evidencias, mientras que Zacharia et al. (2008) demuestran que la combinación de actividades prácticas con materiales reales y virtuales potencia la generación de conocimiento entre los estudiantes.

Para el caso de la categoría dimensión didáctica y progresión de aprendizaje, los estudiantes mostraron la capacidad de reconocer sus aprendizajes y valoraron las actividades prácticas como parte del proceso de adquisición de conocimiento sobre conservación de la energía. El trabajo de White y Frederiksen (1998) complementa este resultado, puesto que evidencian que promover la reflexión sobre el propio aprendizaje potencia la autorregulación y profundiza la comprensión conceptual, además, Zohar y Barzilai (2013) complementan que las estrategias didácticas en ciencia basadas en metacognición favorecen el aprendizaje y pueden ser explicados en diversos contextos.

Por lo anterior se evidencia que los estudiantes transformaron sus concepciones previas, desarrollaron habilidades explicativas y prácticas. Además, reconocieron el valor de las actividades para su propio avance en el aprendizaje de la conservación de la energía.

CONCLUSIONES

El presente estudio ofrece evidencias de que la integración de actividades prácticas generadas con IAc es una estrategia innovadora y eficaz para la enseñanza de la conservación de la energía en el nivel medio superior. Mediante las 16 actividades prácticas diseñadas para la fase Explorar del modelo instruccional de las 5E, los estudiantes aprendieron desde concepciones intuitivas hacia modelos basadas en evidencias científicas más elaborados, lo cual demuestra que dichas actividades pueden favorecer la adquisición de conocimiento a través de la manipulación de materiales de fácil acceso.

Se constató que los estudiantes pasaron de explicaciones superficiales centradas en la observación a construir relaciones fundamentadas en los temas de conservación de la energía. También, se observó que la diversidad de actividades prácticas favoreció la transferencia de aprendizaje y permitió a los estudiantes aplicar los conceptos en situaciones de la vida cotidiana.

La mediación de cada actividad brindó a los estudiantes la capacidad de analizar las predicciones de los fenómenos a visualizar en las actividades prácticas con el conocimiento previo estudiado en el aula. Lo anterior gracias a la combinación de actividades con materiales reales de fácil acceso y los materiales virtuales mediante simuladores virtuales. Complementando lo anterior, los estudiantes fueron capaces de reconocer sus avances, identificar cambios en sus concepciones previas y valorar las actividades como un recurso formativo.

La IAc aplicada para la generación de actividades prácticas es un recurso que brinda a los docentes la capacidad de tener actividades alineadas al plan de estudios correspondiente, esto gracias a la facilidad de generar los materiales necesarios para la actividad, la secuencia de actividades para lograr la práctica y las preguntas de reflexión para consolidar el conocimiento que se adquiere.

REFERENCIAS

Almasri, F. (2024). Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research. Research in Science Education, 54(5), 977–997. https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3

Alvarado-Lemus, J. A. y Cabanillas-García, P. O. (2025). Conservación de la energía (1.ª ed.). Servicios Editoriales Once Ríos.

Bolger, M. S., Osness, J. B., Gouvea, J. S. y Cooper, A. C. (2021). Supporting Scientific Practice through Model-Based Inquiry: A Students'-Eye View of Grappling with Data, Uncertainty, and Community in a Laboratory Experience. CBE—Life Sciences Education, 20(4). https://doi.org/10.1187/cbe.21-05-0128

Bybee, R. W. (2015). The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments. NSTA Press.

Cabanillas-García, P. O., Alvarado-Lemus, J. A., Inzunza-Camacho, L. N. y Mendoza-Román, J. M. (2024). Integración de progresiones de aprendizaje y actividades prácticas en la enseñanza de la conservación de la energía con apoyo de inteligencia artificial en la Unidad Académica Preparatoria Dr. Salvador Allende. En E. Ruiz-Velasco Sánchez y J. Bárcenas López (Eds.), Argumentos y usos tecnopedagógicos de la Inteligencia Artificial. Sociedad Mexicana de Computación en la Educación.

Cascarosa, E., Sánchez-Azqueta, C., Gimeno, C. y Aldea, C. (2021). Model-based teaching of physics in higher education: a review of educational strategies and cognitive improvements. Journal of Applied Research in Higher Education, 13(1), 33–47. https://doi.org/10.1108/JARHE-11-2019-0287

Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reinmann, P. and Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. Cognitive Science, 13(2), 145–182. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1302_1

Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. En S. Vosniadou (Ed.), International handbook of research on conceptual change (pp. 61–82). Routledge.

Clarke, V. y Braun, V. (2017). Thematic analysis. The Journal of Positive Psychology, 12(3), 297–298. https://doi.org/10.1080/17439760.2016.1262613

Creswell, J. W. y Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry & research design:

Choosing among five approaches . SAGE Publications.

Dai, C.-P., Ke, F., Zhang, N., Barrett, A., West, L., Bhowmik, S., Southerland, S. A. y Yuan, X. (2024). Designing Conversational Agents to Support Student Teacher Learning in Virtual Reality Simulation: A Case Study. Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–8. https://doi.org/10.1145/3613905.3637145

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. Journal of Research in Science Teaching, 37(6), 582–601. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

DGEP/UAS. (2025). Currículo del Bachillerato UAS 2024: Modalidad escolarizada y opción presencial. https://dgep.uas.edu.mx/plan2024/Curr%C3%ADculo%20del%20Bachillerato%20UAS%202024.pdf

Ding, Y., Zhu, G., Bian, Q. y Bao, L. (2024). Analysis of students' conceptual change in learning Newton's third law with an integrated framework of model analysis and knowledge integration. Physical Review Physics Education Research, 20(2), 020141. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20141 .020

Domínguez Merlano, E. (2022). Las tic como apoyo al desarrollo de los procesos de pensamiento y la construcción activa de conocimientos. Zona Próxima, 10, 146–155. https://doi.org/10.14482/zp.10.156.98

Duit, R. (2014). Teaching and Learning the Physics Energy Concept. En Teaching and Learning of Energy in K – 12 Education (pp. 67–85). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1_5

Duran, L. B. y Duran, E. (2004). The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. The Science Education Review, 3(2), 49–58. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1058007.pdf

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. y Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. Review of Educational Research, 82(3), 300–329. https://doi.org/10.3102/0034654312457206

Goldston, M. J. y Downey, L. (2013). Your science classroom: Becoming an elementary/middle school science teacher. SAGE Publications.

Gómez Vahos, L. E., Muriel Muñoz, L. E. y Londoño-Vásquez, D. A. (2019). Teacher's role in the meaningful learning achievement based on ICT. REVISTA ENCUENTROS, 17(02). https://doi.org/10.15665/encuent.v17i02.1907

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación.

Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Hofstein, A. y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28–54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Katake, K. (2024). TRANSFORMING EDUCATION WITH CONVERSATIONAL AI: ENHANCING LEARNING EXPERIENCES AND STUDENT ENGAGEMENT. En Futuristic Trends in Artificial Intelligence Volume 3 Book 6 (pp. 141–150). Iterative International Publishers, Selfypage Developers Pvt Ltd. https://doi.org/10.58532/V3BAAI6P8CH2

Landriscina, F. (2013). Simulation and Learning A Model-Centered Approach. Springer.

Leon Medrano, D. I., Altamirano Cortez, S. P., Reyes Espinoza, M. G. y Sánchez García, A. M. (2024). Implementación de la Inteligencia Artificial como herramienta pedagógica para la formación profesional de Educación Inicial. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 4373–4385. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15166

Linn, M. C. y Gerard, L. (2024). Assessing and Guiding Student Science Learning with Pedagogically Informed Natural Language Processing. En Uses of Artificial Intelligence in STEM Education (pp. 59–88). https://doi.org/10.1093/oso/9780198882077.003.0004

Liu, X. y McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. Journal of Research in Science Teaching, 42(5), 493–517. https://doi.org/10.1002/tea.20060

López Tavares, D. (2020). Estrategias didácticas para el uso eficaz de simulaciones interactivas en el aula. Latin American Journal of Science Education, 7(1).

Malone, K. L. y Schuchardt, A. (2023). Modelling-based pedagogy as a theme across science disciplines–Effects on scientific reasoning and content understanding. European Journal of Science and Mathematics Education, 11(4), 717–737. https://doi.org/10.30935/scimath/13516

Mao, P., Cai, Z., He, J., Chen, X. y Fan, X. (2021). The Relationship Between Attitude Toward Science and Academic Achievement in Science: A Three-Level Meta-Analysis. Frontiers in Psychology, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.784068

Marshall, J. C., Smart, J. y Horton, R. M. (2017). The 5E instructional model: Creating teachable moments. NSTA Press.

Maxwell, J. (2013). Diseño de investigación cualitativa. Gedisa.

Mnguni, L. (2025). AI as a teaching augmentor: A review of the integration of AI in science education. Multidisciplinary Reviews, 8(12), 2025390. https://doi.org/10.31893/multirev.2025390

Nordine, J., Kubsch, M., Fortus, D., Krajcik, J. y Neumann, K. (2024). Middle school students' use of the energy concept to engage in new learning: What ideas matter? Journal of Research in Science Teaching, 61(9), 2191–2222. https://doi.org/10.1002/tea.21950

Ñaupas, P. H., Mejía, M. E., Novoa, R. E. y Villagómez, P. A. (2014). Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis (4.ª ed.). Ediciones de la U.

Osborne, J. y Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final1.pdf

Pacaci, C., Ustun, U. y Ozdemir, O. F. (2024). Effectiveness of conceptual change strategies in science education: A meta analysis. Journal of Research in Science Teaching, 61(6), 1263–1325. https://doi.org/10.1002/tea.21887

Park, J. y Choo, S. (2025). Generative AI Prompt Engineering for Educators: Practical Strategies. Journal of Special Education Technology, 40(3), 411–417. https://doi.org/10.1177/01626434241298954

Patton, M. Q. (2015). Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice (4a ed.). SAGE Publications.

Pérez Angulo, C. y Utrilla Quiroz, A. (2024). Programa de estudio: Organismos: estructuras y procesos. https://dgep.uas.edu.mx/plan2024/escolarizada/programas/semestre1/7%20Programa%20Organismo%20Estructuras%20y%20procesos%20(agosto%202024).pdf

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211–227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207

Potvin, P. y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. Studies in Science Education, 50(1), 85–129. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626

Ram, H., Grinfeld, G. y Liberman, N. (2024). Anticipated variability increases generalization of predictive learning. npj Science of Learning, 9, 55. https://doi.org/10.1038/s41539-024-00269-z

Rodríguez, G. G., Gil, F. J. y García, J. E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Aljibe.

Secretaría de Educación Pública [SEP], Subsecretaría de Educación Media Superior [SEMS], y Coordinación Sectorial de Fortalecimiento Académico [COSFAC]. (2024). Reformulación del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior como parte del Plan Integral del Sistema Nacional de Bachillerato de la Nueva Escuela Mexicana: Documento base. https://desarrolloprofesionaldocente.sems.gob.mx/convocatorias%202025/docs/Referentes%20convocatoria/DOCUMENTO_BASE_ACTUALIZADO_MCCEMS.pdf

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (2004). Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics. Wiley.

Valeeva, R., Biktagirova, G., Lesev, V., Mikhailenko, O., Skudareva, G. y Valentovinis, A. (2023). Exploring the impact of modeling in science education: A systematic review. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19(6), em2284. https://doi.org/10.29333/ejmste/13268

Wade Jaimes, K., Demir, K. y Qureshi, A. (2018). Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. Science Education, 102(4), 711–743. https://doi.org/10.1002/sce.21444

Wang, J. C. y Wang, T. H. (2023). Learning effectiveness of energy education in junior high schools: Implementation of action research and the predict–observe–explain model to STEM course. Heliyon, 9(3), e14058. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14058

White, B. Y. y Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. Cognition and Instruction, 16(1), 3–118. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2

Willison, J., Draper, C., Fornarino, L., Li, M., Sabri, T., Shi, Y. y Zhao, X. (2024). Metacognitively ALERT in science: literature synthesis of a hierarchical framework for metacognition and preliminary evidence of its viability. Studies in Science Education, 60(2), 153–189. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207147

Zacharia, Z. C., Olympiou, G. y Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 45(9), 1021–1035. https://doi.org/10.1002/tea.20260

Zohar, A. y Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. Studies in Science Education, 49(2), 121–169. https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261

La indagación en ambientes digitales para promover la alfabetización STEM en docentes de secundaria

María del Carmen Olvera Martínez
Dulce María Reyes Rojas

RESUMEN

Actualmente, en la Reforma Educativa en México, específicamente en el nivel de secundaria en educación básica (fase 6), el campo formativo "saberes y pensamiento científico" integra las matemáticas con disciplinas como física, química y biología, promoviendo el uso de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en la Indagación con enfoque STEM Secretaría de Educación Pública (2023). En este sentido, se ha convertido en una necesidad primordial que los docentes desarrollen conocimientos y habilidades que les permitan implementar proyectos de este tipo.

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar alfabetización STEM en docentes de matemáticas de secundaria, a fin de fortalecer sus capacidades para diseñar e implementar proyectos interdisciplinarios. La investigación se desarrolló mediante la implementación de una Secuencia Didáctica Interdisciplinaria (SDI) compuesta por cuatro tareas, basada en las fases de Indagación: focalización, exploración, reflexión y aplicación. Participaron 23 docentes quienes trabajaron con el entorno digital Tinkercad y programación con Arduino Uno para diseñar simulaciones y prototipos electrónicos, como un semáforo funcional. También, se integró el uso de inteligencia artificial como apoyo en la generación de códigos y mejoras de los diseños.

Los resultados evidencian que los docentes lograron desarrollar habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y de trabajo colaborativo. Además, lograron consolidar conocimientos en programación y conceptos matemáticos. Se observó la capacidad de construcción de prototipos físicos y la generación de nuevas propuestas.

En conclusión, la SDI favoreció el desarrollo de la alfabetización STEM mediante procesos de indagación e interdisciplinariedad, contribuyendo de esta manera a la formación docente.

PALABRAS CLAVE: Indagación, Enfoque STEM, Docentes de Secundaria, Inteligencia Artificial.

INTRODUCCIÓN

En el ciclo escolar 2022-2023, la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México, ha puesto en marcha la Nueve Escuela Mexicana (NEM). A partir de este año, en educación básica, específicamente en secundaria, se propone que el profesor tenga una participación más activa en el diseño e implementación de proyectos interdisciplinares; además, las materias se reestructuran en campos formativos, en el que las matemáticas se integran, en conjunto, con ciencias como la química, la física y las ciencias naturales en el campo formativo de saberes y pensamiento científico (SEP 2023).

En este sentido, la NEM propone que el profesor tenga una participación más activa en el diseño y resolución de problemas que integren diferentes materias. Durante la implementación de la reforma educativa y es este tipo de proyectos el docente adquiere la responsabilidad de adquirir el conocimiento adecuado para llevar a cabo el diseño y la implementación de proyectos o actividades de esta índole al aula, bajo su propia autonomía y el codiseño en el aula (SEP, 2023).

Respecto a esto la Alianza para la Promoción STEM (2019) comenta que: No se puede implementar una práctica STEM si no se tiene claro el conocimiento que está involucrado desde las disciplinas, si no se entiende perfectamente lo que se enseña ni lo que se espera de una práctica o proyecto. Por lo tanto, una formación disciplinar en los docentes de todos los niveles es condición fundamental (p.24).

Por lo cual, ha cobrado gran importancia que el docente esté capacitado en conocer y poder llevar a la práctica los requerimientos necesarios para implementar la nueva reforma.

Estudios relacionados con el estudio es el de los autores Sarria y Cañón (2018) presentan un informe impulsado por la Unión Europea, que recopila diversas experiencias y casos experimentales dirigidos a estudiantes de educación media superior y secundaria, con el propósito de incorporar estrategias innovadoras de enseñanza basadas en la indagación. Además, en este documento se incluyen distintos tipos de ejemplos de tareas STEM, en los cuales se analizan las fases que recorren estudiantes de primaria y de secundaria durante procesos de aprendizaje basados en el proceso de indagación. También, se hace referencia al proyecto “Scientix” en Europa, el cual fomenta la colaboración entre profesionales interesados en las áreas STEM y proporciona herramientas y recursos educativos para facilitar la

enseñanza mediante este enfoque. Dicho proyecto promueve el aprendizaje basado en la indagación como una estrategia efectiva y atractiva para la enseñanza de las ciencias.

A su vez, Toma y Retana-Alvarado (2021) en su investigación, relacionada a la formación de docentes en el área de STEM, comentan que son importantes los espacios donde los docentes pongan en práctica sus conocimientos y reflexionen sobre la incorporación del enfoque en la práctica educativa. También, Caro (2022) coincide con los autores en abrir espacios a los docentes para la aplicación del enfoque y que con ello puedan ser autodidactas en el diseño de tareas interdisciplinares en su estudio del enfoque STEAM.

Este documento contiene una Secuencia Didáctica Interdisciplinaria (SDI) sobre cómo se podría incidir en la Alfabetización STEM en docentes de matemáticas de secundaria a través de la indagación. Una propuesta que surge a partir de las necesidades y desafíos actuales de la Educación Básica. El cual busca favorecer el desarrollo de habilidades, procesos y conocimientos para que, con ello, se pueda apoyar el diseño y aplicación de proyectos o secuencias interdisciplinares por medio de la indagación.

De esta manera, se define a la indagación como: "la habilidad para hacer preguntas, el cual se convierte en un medio o instrumento para comprender y aprehender del objeto de estudio" (Camacho, 2008, p.287). Además, Reyes-Cárdenas y Padilla (2012) comentan que un proceso de indagación es llevado a cabo de manera correcta si se permite el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que se requieran para resolver y plantear diferentes problemáticas.

A su vez, Couso (2017) define a la alfabetización STEM como:

Ser capaz de identificar y aplicar, tanto los conocimientos clave como las formas de hacer, pensar, hablar y sentir de la ciencia, la ingeniería y la matemática, de forma más o menos integrada, para comprender, decidir y/o actuar ante problemas complejos y para construir soluciones creativas e innovadoras, aprovechando las sinergias personales y las tecnologías disponibles, y de forma crítica, reflexiva y con valores (p.8).

La alfabetización STEM podría ser una propuesta para que el docente pueda capacitarse para ser capaz de llevar a la práctica los nuevos requerimientos de la reforma educativa, así, como desarrollar proyectos o actividades interdisciplinarias bajo el enfoque.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo con un diseño de investigación basado en el diseño, ya que busca no solo analizar un fenómeno educativo, sino también diseñar, implementar y evaluar una intervención didáctica en un contexto real. Este enfoque permitió la construcción y validación de una SDI orientada al desarrollo de la alfabetización STEM en docentes de matemáticas de secundaria.

Para el estudio se realizó la implementación de una Secuencia Didáctica Interdisciplinaria (SDI), en la que participó un grupo de 23 docentes de secundaria de matemáticas, cada uno de estos docentes se encuentra frente a grupo e implementando la reforma educativa de la Nueva Escuela Mexicana en México.

Para la resolución y diseño de las actividades se espera que el docente pueda transitar por las cuatro fases del proceso de la indagación (Figura 1

propuesto por Tembladera y García (2013).

Figura 1. Fases de la indagación (Tembladera y García, 2013).
Nota: Elaboración propia.



Cada una de estas fases tiene objetivos particulares, los cuales son:

Fase I. Focalización: Se espera que se identifique el tema y focalice el problema, además, se haga uso conocimientos previos sobre el tema que desarrollará. Se espera que identifique el problema y los elementos que lo caracterizan.

Fase II. Exploración: Se busca que se explore el problema y que por medio de ello se planteen hipótesis, se identifiquen los objetivos y se diseñe una investigación.

Fase III. Reflexión: Se espera que se reflexione sobre el proceso de investigación y que se plantee la recolección y el análisis de los datos para que se estructuren las preguntas específicas de indagación.

Fase IV. Aplicación: Se considera se pueda realizar la aplicación de estrategias, además, que se presenten los resultados de indagación y un proceso de metacognición para favorecer la reflexión del análisis retrospectivo por el que paso el docente.

La SDI de este estudio, tuvo relación con el uso de Tinkercad, una aplicación web gratuita de diseño 3D, electrónica y programación, en este caso, se

utilizó para hacer un diseño de electrónica y como apoyo para el planteamiento del contexto principal se involucran los conceptos y temáticas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.Temas y conceptos abordados.

Tecnología	**Ciencia y Matemáticas**	**Ingeniería**
Uso de lenguaje de programación C++ Uso de la placa Arduino y sus principales componentes (físico y digital)	Conceptos: Algoritmo, Conversión de unidades de tiempo, Secuenciación	Programación de semáforos, creación de simulaciones y construcción de prototipos en físico.

RESULTADOS

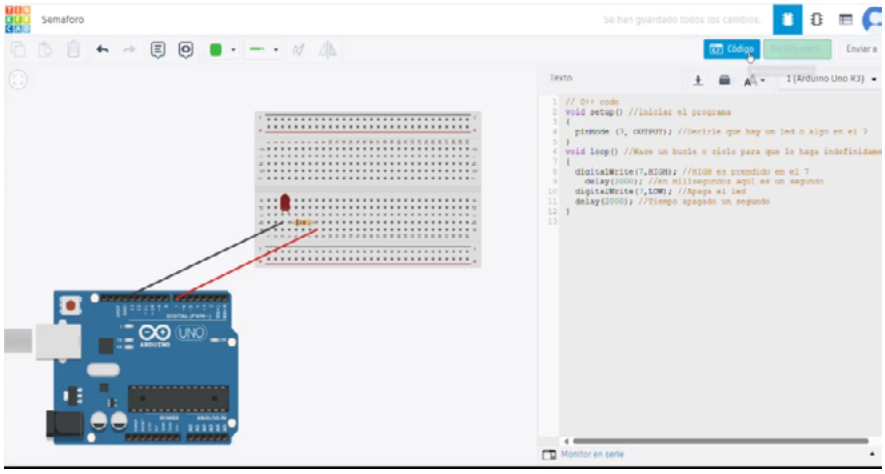
La SDI se estructuró en cuatro tareas, de las cuales una de ellas se resolvió de manera individual y tres en equipo. Cada una de ellas permitió que el docente transitará por las cuatro fases de la Indagación y la resolución de problemas mediante el uso de componentes de la placa Arduino Uno.

Fase I: Focalización

La primera tarea, titulada “Circuitos eléctricos: La placa Arduino Uno y sus componentes”: Tuvo como objetivo: que el docente construyera una simulación, con el uso de leds, resistencias y un circuito eléctrico (protoboard), a partir de la exploración del entorno de Tinkercad y la placa Arduino Uno (Figura 2), identificando y comprendiendo su funcionamiento básico.

En esta fase los docentes exploraron el enotrno de Tikercard para conocer, estudiar e identificar los coponentes básicos de un circuito electrónico, por ejemplo, la placa Arduino Uno, protoboard, focos led, resistencias, cables dupont entre otros. Así como las conexiones básicas necesarias para encender un LED o más.

Figura 2. Vista del área de trabajo de Tinkercad. Encendido de un led, programación básica de Arduino Uno y componentes básicos de la placa.



Nota: Producción de los participantes.

Fase II: Exploración

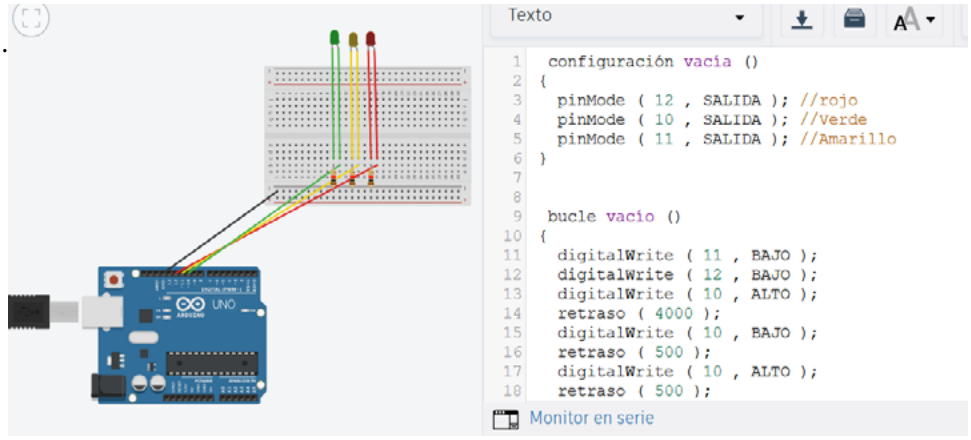
La segunda tarea, titulada “Explorando la luminosidad”, tuvo como objetivo que el docente a partir de la simulación hecha con leds pudiera reflexionar sobre los aspectos matemáticos y de programación que intervienen para programar un semáforo.

En esta actividad los docentes retomaron la simulación elaborada en la tarea anterior para poder analizar los elementos matemáticos; unidades de tiempo, dar sentido al concepto de logaritmo, secuenciación, y de programación básica para Arduino Uno, que maneja un lenguaje de programación de C++, implicados para controlar la luminosidad de los Leds y la programación de semáforos a partir del uso de los leds.

Otro aspecto para resaltar durante la realización de la tarea fue la exploración de las resistencias para controlar la intensidad luminosa del led mediante la unidad de medida ohmios.

A partir de la actividad, se desarrolló el planteamiento acerca de ¿Cómo se debía programar un semáforo? ¿Cuál es el funcionamiento del semáforo? ¿En cuánto tiempo cambia de color? (Figura 3). Esta actividad dio pie para buscar información acerca del funcionamiento y características de un semáforo, así como de la coordinación entre sus luces para su buen funcionamiento.

Figura 3. Vista del área de trabajo de Tinkercad. Simulación de semáforo, programación básica de Arduino Uno y componentes básicos de la placa



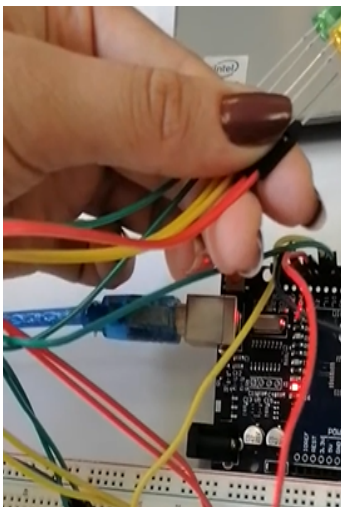
Nota: Producción de los participantes.

Fase III: Reflexión

La tercera tarea titulada “De la simulación a la práctica” tuvo por objetivo que el docente diseñará un prototipo físico de un semáforo a partir de lo visto en las tareas anteriores, el uso del entorno de Tinkercad, de programación y la placa Arduino. Y reflexione sobre la transferencia de la simulación a la parte física, además, del proceso, conocimientos y habilidades puestos en marcha a lo largo de la tarea.

Durante esta etapa el docente utilizó los conocimientos adquiridos sobre la programación y de la placa de Arduino Uno. A partir de esto, se hizo la construcción de un semáforo a partir de materiales que se propusieron al docente, cartón, celofán, pegamento, etc. Además, los componentes electrónicos que eran necesarios: Leds de colores (verde, rojo y amarillo), cables dupont, placa Arduino, protoboard. Así como la programación para el funcionamiento del semáforo (Figuras 4 y 5).

Figura 4. Conexiones de la placa y el protoboard.



Nota: Producción de los participantes.

Figura 5. Construcción y diseño del semáforo.



Nota: Producción de los participantes

Con base en lo anterior, los docentes tuvieron la oportunidad de transitar entre la simulación y la construcción del prototipo siendo significativo el armado del circuito, la programación de la placa y el funcionamiento secuencial de los leds, además, pudieron abordar y analizar una situación real.

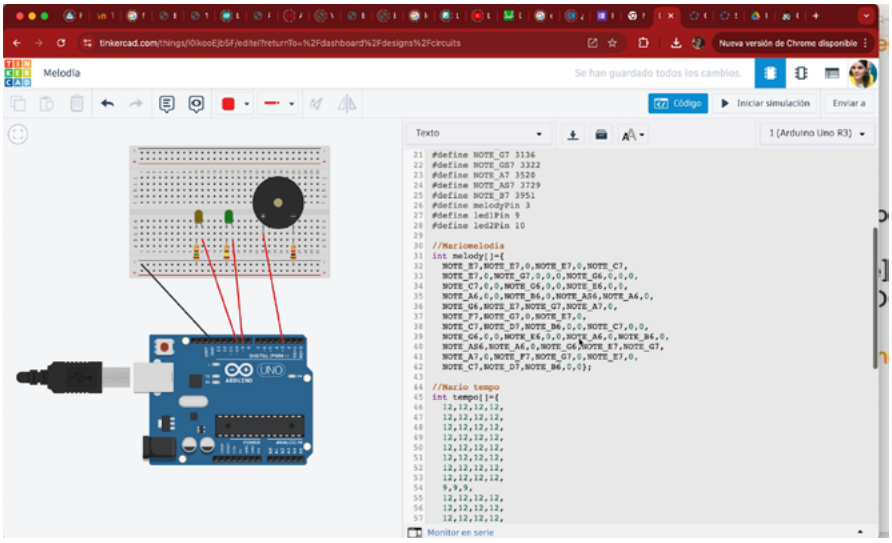
Fase IV: Aplicación

La tercera tarea “Señales luminosas” tuvo como objetivo que el docente, a partir de la construcción de la simulación y el prototipo de semáforo, sea capaz de plantear una nueva propuesta a partir del uso de conocimientos adquiridos a lo largo de las prácticas realizadas todo esto por medio del uso de Tinkercad.

Derivado de esto, se desarrolló una práctica en la que se involucraban los conocimientos previos, la metacognición y los resultados obtenidos a partir del desarrollo de las tareas anteriores. Esto brindó la posibilidad de proponer nuevos planteamientos ¿Qué otros proyectos se pueden desarrollar o replicar a partir de las tareas realizadas? Dando como resultado la propuesta de distintas situaciones y/o proyectos realizados. Por ejemplo: la programación de más de tres semáforos para representar el encendido de letras o de cronómetros.

La creación de nuevas propuestas propicio el uso de Inteligencia Artificial (ChatGPT) para crear simulaciones más complejas como el uso de Buzzers (zumbadores) para que a la par del encendido de los sensores se escuchara alguna melodía (Figura 6).

Figura 6. Vista del área de trabajo de Tinkercad. Simulación de leds con Buzzers, programación básica de Arduino Uno y componentes básicos de la placa.



Nota: Producción de los participantes.

A partir del uso de inteligencia artificial y la aplicación de lo aprendido a lo largo de las tareas secuenciales, los docentes lograron construir códigos más complejos y añadir más dispositivos electrónicos además de los leds.

La Tabla 2, permitió identificar evidencias claras de la integración de conocimientos, habilidades vinculadas al enfoque STEM.

A la par, la SDI, fue capaz de desarrollar distintos procesos y conocimientos que permitieron extender la situación a diversos escenarios y el uso de Inteligencia Artificial, de manera razonada y critica, de manera, que permitió la construcción de simulaciones más avanzadas y refinadas, con el uso de

componentes electrónicos. De acuerdo con Couso (2017) la Inteligencia Artificial permitió dar soluciones innovadoras a planteamientos a partir de las tecnologías disponibles de forma critica.

Tabla 2. Conocimientos, procesos y habilidades acerca de la SDI.

	Tecnología	**Ciencia y Matemáticas**	**Ingeniería**
Conocimientos	Uso de lenguaje de programación C++ Uso de la placa Arduino y sus principales componentes (físicos y digitales) Uso de IA	Conceptos: Algoritmos, Conversión de unidades de tiempo, Secuenciación, Variación, Unidades de medidas (ohmios) de la resistencia eléctrica	Programación de semáforos y construcción de prototipos. Reconocimientos de componentes electrónicos para la construcción del semáforo.
Procesos	Configuración y exploración del entorno de tinkercard. Reconstrcción de simulaciones sobre circuitos electrónicos y la placa Arduino Uno. Modificación del código para el control de comportamiento de los LEDS. Construcción de prompts para el uso de la IA.	Aplicación del método científico.	Ensamblaje de los cicuitos y los componentes de la placa Arduino. Ajustes sobre la programación y el prototipo. Prototipo e semáforo.
Habilidades	Trabajo Colaborativo Comunicación Creatividad Resolución de problemas Toma de decisiones Búsqueda de información Alfabetización digital Pensamiento crítico Pensamiento reflexivo.		

Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

A partir de la implementación de la SDI permitió evidencia aspectos importantes de la alfabetización STEM de los docentes participantes, particularmente un trabajo colaborativo e indagatorio interdisciplinar, de las asignaturas de STEM, el análisis y reflexión de cada una de las tareas, que, de forma secuencial, los guiaban para la resolución de problemas y el uso de la creatividad para la toma de decisión.

A partir de las evidencias obtenidas a lo largo de la resolución de la SDI se identificó que los docentes no solo lograron comprender el funcionamiento básico de circuitos electrónicos, sino también a programar en la placa Arduino Uno, modificar códigos y construir prototipos funcionales como el semáforo, lo que refleja una apropiación progresiva de conocimientos tecnológicos y de ingeniería.

En el ámbito matemático, los participantes aplicaron conceptos como secuenciación, conversión de unidades de tiempo y variación, integrándolos de manera funcional en el diseño de sus proyectos. Estos elementos no se abordaron de forma aislada, sino articulados dentro de situaciones problemáticas, lo que favoreció la comprensión de estos.

En cuanto a los procesos, se observaron prácticas asociadas al método científico, como el planteamiento de hipótesis, la experimentación mediante simulaciones y la toma de decisiones fundamentadas durante la construcción y ajustes de los prototipos.

Con relación a las habilidades se evidenció el desarrollo de trabajo colaborativo, la comunicación, el pensamiento crítico y la creatividad, particularmente en la generación de nuevas propuestas, como la incorporación de dispositivos electrónicos y de propuestas nuevas con procesos y sistemas más complejos. El uso de inteligencia artificial también permitió a los docentes optimizar códigos y ampliar el alcance de sus diseños, integrando la tecnología y las instrucciones de manera tecnológica críticamente.

En conjunto, los resultados muestran que el conjunto de secuencias no solo favorece la alfabetización STEM, sino que también promueve una práctica docente interdisciplinaria, situada y alineada con las demandas de la Nueva Escuela Mexicana.

REFERENCIAS

Alianza para la promoción de STEM. (2019). Visión STEM para México. https://talentoaplicado.mx/wp-content/uploads/2019/02/Visio%C3%ACn-STEMimpresio%C3%ACn.pdf

Camacho, H., Casilla, D., & de Franco, M. F. (2008). La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus*, 14(26), 284-306. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111491014

Caro, D. Y. P. (2022). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 229-244. https://editic.net/ripie/index.php/ripie/article/view/115

Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Revista Ciències*, 34, 22-30. https://revistes.uab.cat/ciencies/article/download/n34-couso/511/711

Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. Educación química, 23(4), 415-421. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400002

Secretaría de Educación Pública. (2023). Sugerencias metodológicas para el desarrollo de los proyectos educativos. *Ciclo Escolar 2022- 2023*. Secretaría de Educación Pública. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2023/03/Sugerencias-Metodologicas-proyectos.pdf

Tembladera, C. M. C. y García, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. Horizonte de la Ciencia, 3(5), 99-104. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420523

Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM: análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las ciencias*, *39* (1), 65-80. https://ensciencias.uab.cat/article/view/v39-n1-toma-garcia/3093-pdf-es

Desafío ético: La misión de la educación superior frente a los sesgos algorítmicos en IA. Una revisión sistemática

Jesús Ernesto Duarte Gastélum
José Manuel Mendoza Román

RESUMEN

La creciente integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior plantea desafíos éticos urgentes, particularmente en relación con los sesgos algorítmicos. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura científica publicada entre 2022 y 2025, con el objetivo de analizar cómo estos sesgos afectan los principios de equidad y justicia en las instituciones universitarias de Latinoamérica. Se analizaron 20 artículos científicos revisados por pares, siguiendo la metodología PRISMA. Los resultados identifican cinco categorías clave: ética algorítmica, personalización del aprendizaje, evaluación automatizada, aprendizaje inmersivo y producción académica con IA. Destaca la preocupación por la opacidad de los modelos, la reproducción de desigualdades estructurales y la ausencia de normativas claras para su uso educativo. Se concluye que la educación superior debe asumir un papel activo en la formación ética en IA, promoviendo la transparencia, la rendición de cuentas y la participación docente en el diseño y supervisión de sistemas inteligentes. El estudio propone recomendaciones orientadas a una administración tecnológica responsable, centrada en el respeto a los derechos educativos y la inclusión social.

PALABRAS CLAVE: Ética, Inteligencia Artificial, Sesgos Algorítmicos, Educación Superior, PRISMA.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una de las tecnologías más influyentes de nuestra época, extendiéndose a casi todos los aspectos de la sociedad, incluida la educación. En el caso de la educación superior, su uso ha despertado expectativas relacionadas con la posibilidad de adaptar el aprendizaje a cada estudiante, automatizar tareas administrativas y apoyar la toma de decisiones dentro de las instituciones (Pazmiño et al., 2024; Mendieta et al., 2025). Los sistemas de inteligencia artificial funcionan como estructuras cerradas y poco transparentes, en cuyo diseño intervienen equipos humanos que incorporan inevitablemente sus perspectivas, prejuicios y experiencias previas. Dichos sesgos se trasladan al proceso de programación y a la definición de los parámetros con los que operan los modelos algorítmicos (Ramírez, 2023; Gascón et al., 2025).

Distintas investigaciones han señalado que los sistemas de inteligencia artificial no son imparciales por sí mismos y, si no se diseñan con criterios de equidad y transparencia, pueden reforzar estereotipos relacionados con el género, la clase social o la etnicidad (Zabala y Gómez, 2024; Gómez et al., 2024). Este problema resulta aún más crítico en países como México, donde las desigualdades digitales y educativas continúan siendo un reto, y donde todavía no se cuenta con regulaciones claras que orienten el uso responsable y ético de estas tecnologías en el ámbito educativo (Acosta, 2025; Cárdenas, 2024).

La educación superior se enfrenta al desafío urgente de integrar la inteligencia artificial no solo como una herramienta útil, sino también como un tema de análisis ético y educativo. El empleo de algoritmos concebidos como cajas negras representa un riesgo social, ya que su falta de transparencia incorpora los prejuicios y perspectivas de quienes los diseñan, lo cual puede generar prácticas discriminatorias y consolidar una forma de poder algorítmico que incide en las oportunidades de las personas. (Ramírez, 2023; Arteaga et al., 2025). Por eso, es fundamental estudiar de manera ordenada y profunda cómo se está investigando actualmente la IA y los sesgos que puede generar en las universidades, con el objetivo de proponer recomendaciones ajustadas a la realidad mexicana para una gestión responsable de estas tecnologías.

Esta investigación tiene como propósito examinar de forma sistemática lo que se ha publicado en la literatura científica entre 2022 y 2025 sobre el uso responsable de la inteligencia artificial en las universidades, poniendo especial atención en los sesgos que pueden surgir en los algoritmos y cómo estos afectan la equidad en la educación. A partir del análisis de 20 estudios revisados por especialistas, se destacan los principales retos, nuevas

tendencias y vacíos en las políticas institucionales, además de presentar propuestas que buscan una incorporación crítica y justa de la IA en el entorno académico.

MARCO TEÓRICO

Desafío ético, la misión de la educación superior frente a los sesgos algorítmicos en IA.

El rápido desarrollo de la inteligencia artificial en el ámbito educativo ofrece muchas posibilidades, pero también plantea retos éticos importantes para las universidades. Uno de los principales problemas es el de los sesgos en los algoritmos, que pueden pasar desapercibidos, pero tener un impacto serio en valores fundamentales como la equidad, la inclusión y la justicia social, afectando así el compromiso ético y educativo que deben asumir las instituciones de educación superior.

La IA en la educación superior, promesas y preocupaciones éticas.

El uso de inteligencia artificial en las universidades ha sido promovido con la promesa de hacer más eficientes los procesos, ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas y utilizar datos para anticipar resultados académicos. Desde tutores virtuales y sistemas de gestión del aprendizaje hasta herramientas avanzadas de análisis de datos que ayudan a identificar patrones y predicciones sobre el rendimiento estudiantil (Pazmiño et al., 2024; Vallejo et al., 2025). No obstante, Gómez et al. (2024), advierten que los algoritmos de IA pueden incorporar sesgos que deriven en decisiones incorrectas y generen afectaciones, lo que evidencia que estas tecnologías no son imparciales.

Zabala y Gómez (2024) destacan que aún no existen reglas claras en el campo legal sobre quién debe asumir la responsabilidad cuando una decisión es tomada por un sistema algorítmico, lo cual representa un vacío importante dentro del entorno universitario. Esta falta de regulación resulta especialmente preocupante cuando se emplean tecnologías automatizadas para tareas como clasificar, evaluar o dar recomendaciones a estudiantes, sin que haya una intervención directa por parte de personas.

Naturaleza de los sesgos algorítmicos y su expresión educativa

Los sesgos en los algoritmos pueden tener distintas causas, como el uso de datos incompletos o desequilibrados, la elección inadecuada de variables, la falta de revisiones externas o el empleo de modelos que repiten patrones de exclusión ya existentes. Ramírez (2023) comenta que el examen que realiza sobre los riesgos sociales de la inteligencia artificial y, en particular, sobre la

opacidad y los sesgos de los algoritmos, permite proyectar que en el ámbito educativo tales limitaciones podrían manifestarse en formas de clasificación ambigua del alumnado y en la reproducción de prácticas discriminatorias. Por su parte, Gascón et al. (2025) ilustran este problema con el estudio de imágenes generadas por inteligencia artificial, en las que se observa una representación estereotipada y parcial del género femenino, algo que también podría reflejarse en las plataformas digitales usadas en las universidades.

El uso de inteligencia artificial en las evaluaciones dentro del ámbito académico también ha generado críticas. Játiva y Mendoza (2025) señalan que, si bien estos sistemas permiten agilizar los procesos y unificar criterios, suelen funcionar como cajas negras, es decir, sin que sus decisiones puedan ser comprendidas o cuestionadas fácilmente por quienes los usan. Esta situación va en contra de los valores de transparencia y del derecho a apelar decisiones, principios fundamentales en el ámbito educativo.

Avances, rezagos y desafíos específicos

El debate sobre el uso de inteligencia artificial en la educación aún está dando sus primeros pasos. Si bien algunas universidades han empezado a utilizar algoritmos para apoyar la planificación académica de los estudiantes, todavía no existen normas a nivel nacional que regulen formalmente el uso y desarrollo de estas tecnologías en el ámbito universitario. Acosta (2025) destaca que la llegada de la inteligencia artificial al sistema penal de Ecuador ha mejorado la rapidez y organización en los procesos judiciales. Esto ha permitido resolver casos con mayor agilidad. Sin embargo, también surgen problemas importantes, como los sesgos en los algoritmos, que pueden aparecer porque se entrenan con datos del pasado que reflejan desigualdades y prejuicios existentes. Esto puede llevar a decisiones poco justas.

Además, la falta de preparación del personal docente en temas éticos relacionados con la inteligencia artificial representa una barrera para que estas tecnologías se utilicen de manera reflexiva y responsable. De acuerdo con Arteaga et al. (2025), en muchas universidades mexicanas el profesorado no está familiarizado con los principios éticos que deberían orientar el uso de sistemas inteligentes en las clases, lo que puede dejar a los estudiantes expuestos a riesgos sin contar con las protecciones necesarias.

Mendieta et al. (2025) señalan que los sistemas de inteligencia artificial adaptativa, diseñados para ajustar el aprendizaje a cada estudiante, pueden producir resultados desiguales si no se crean con un enfoque inclusivo.

Este problema se agrava en contextos como el de México, donde persisten marcadas diferencias en el acceso a tecnología y educación entre zonas urbanas y rurales.

Ética, inclusión y responsabilidad institucional

El análisis de los 20 estudios revisados muestra un consenso: los retos éticos que plantea la inteligencia artificial no deben tratarse por separado ni después de haber implementado la tecnología. Es necesario contar con una gestión institucional clara y bien estructurada, que cruce distintas áreas del conocimiento e involucre la creación de comités de ética, la participación de los estudiantes, la capacitación del profesorado y revisiones constantes del funcionamiento de estos sistemas. (Gómez et al., 2024; Zabala y Gómez, 2024).

Desde este enfoque, la responsabilidad de las universidades mexicanas no se limita al uso técnico de la inteligencia artificial, sino que también implica una labor ética y educativa. Tal como señala Ramírez (2023) quien advierte que los algoritmos funcionan como sistemas opacos de caja negra que reflejan los prejuicios de sus diseñadores y pueden consolidar una autoridad algorítmica que condiciona las oportunidades de vida de las personas, puede inferirse que, en el terreno educativo, delegar decisiones a este tipo de sistemas implica renunciar a la misión institucional de formar sujetos autónomos y con pensamiento crítico. Este reto no se reduce a una cuestión de métodos, sino que también involucra decisiones políticas profundas: ¿quién crea los algoritmos?, ¿qué valores los orientan?, ¿ante quién deben rendir cuentas?

La enseñanza de valores éticos relacionados con el uso de la tecnología debe integrarse plenamente en los planes de estudio universitarios, no como un contenido secundario o disperso, sino como un componente central para formar ciudadanos responsables en la era digital (Cárdenas, 2024). De igual manera, los proyectos de inteligencia artificial aplicados a la educación en las universidades mexicanas deberían desarrollarse siguiendo principios como la equidad algorítmica, la inclusión, la transparencia en los procesos y la participación de la comunidad.

METODOLOGÍA

Para realizar este estudio, se examinaron diversas investigaciones sobre el uso de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. El análisis se llevó a cabo siguiendo el método PRISMA, una guía que garantiza que las etapas

de búsqueda, selección y evaluación de información se realicen de forma clara y estructurada. Esta revisión tuvo un enfoque descriptivo, centrado en recopilar y resumir lo que ya se ha investigado sobre el tema.

Criterios de selección y bases de datos utilizadas

Para elegir la información relevante, se tomaron en cuenta artículos publicados en revistas académicas reconocidas, incluidas en bases de datos como Google Académico y Research Rabbit. Estos trabajos mostraban ejemplos concretos del uso de la inteligencia artificial en contextos educativos, lo que permitió obtener una perspectiva actual y variada del tema.

Se seleccionaron estudios en inglés y español, publicados entre 2022 y 2025, siempre que fueran de acceso abierto y cumplieran con los criterios establecidos. Los artículos que no reunían estas condiciones fueron excluidos.

Criterios de inclusión:

- Estudios publicados entre 2022 y 2025.
- Idiomas: español.
- Estudios empíricos, revisiones sistemáticas y análisis documentales que abordan la ética de la IA en contextos educativos o afines.
- Se integraron estudios de campos adyacentes cuando aportaban categorías conceptuales relevantes sobre sesgo algorítmico, opacidad, responsabilidad y regulación aplicables al ámbito universitario
- Contexto: Ética de la IA en la educación superior.

Criterios de exclusión:

- Estudios exclusivamente técnicos sin reflexión ética.
- Documentos no revisados por pares.

Estrategias de búsqueda: Para localizar la información más relevante, se seleccionaron cuidadosamente palabras clave en español e inglés. Estas se combinaron mediante conectores como “AND” y “OR”, lo que permitió precisar mejor los resultados obtenidos. También se aplicaron filtros para limitar la búsqueda a publicaciones realizadas entre 2022 y 2025.

Google Académico: Se utilizaron funciones de búsqueda avanzada para combinar las palabras clave dentro de los títulos, resúmenes y descriptores de los artículos. Además, se limitó la búsqueda a las áreas de ciencias sociales y educación para asegurar que los resultados fueran pertinentes al enfoque del estudio.

Se empleó la siguiente operación booleana en el buscador: “sesgos algorítmicos” AND (“inteligencia artificial” OR “IA”) AND (“ética” OR “responsabilidad algorítmica”) AND (“educación superior” OR universidad OR “entorno educativo”) after:2022 before:2025

Research Rabbit (herramienta de rastreo y expansión bibliográfica): Se emplearon combinaciones de palabras clave utilizando tanto el buscador simple como el avanzado, según lo requiriera cada base de datos, con el fin de ampliar y precisar los resultados obtenidos.

Palabras claves implementadas para la búsqueda: “ética de la inteligencia artificial” “sesgos algorítmicos” “educación superior”

RESULTADOS

Características generales de los estudios

Se revisaron 20 investigaciones publicadas entre 2022 y 2025 que abordan el uso de la inteligencia artificial en las universidades, prestando especial atención a los dilemas éticos y a los posibles prejuicios de los algoritmos. La selección de estos trabajos fue realizada por dos revisores de manera independiente; las discrepancias se resolvieron mediante consenso, siguiendo una metodología específica (PRISMA), que ayudó a filtrar los más relevantes.

En un primer paso, se reunieron 78 documentos en junio de 2025 de diversas fuentes reconocidas como, Google Académico y Research Rabbit (se usó como herramienta de rastreo y expansión bibliográfica). Luego de eliminar aquellos repetidos, sin revisión científica o sin acceso completo, quedaron 58 para seguir el análisis. En una siguiente etapa, se examinaron los títulos y resúmenes, descartando 19 por centrarse en temas alejados o en niveles educativos que no fueran el universitario.

Después, se revisaron 39 textos completos, y se eliminaron 19 que no trataban de forma suficiente los temas éticos o no se enfocaban en la educación superior.

Sobre los artículos revisados: Años de publicación: la mayoría salieron entre 2023 y 2025 y los países más activos se muestran en la tabla 1.

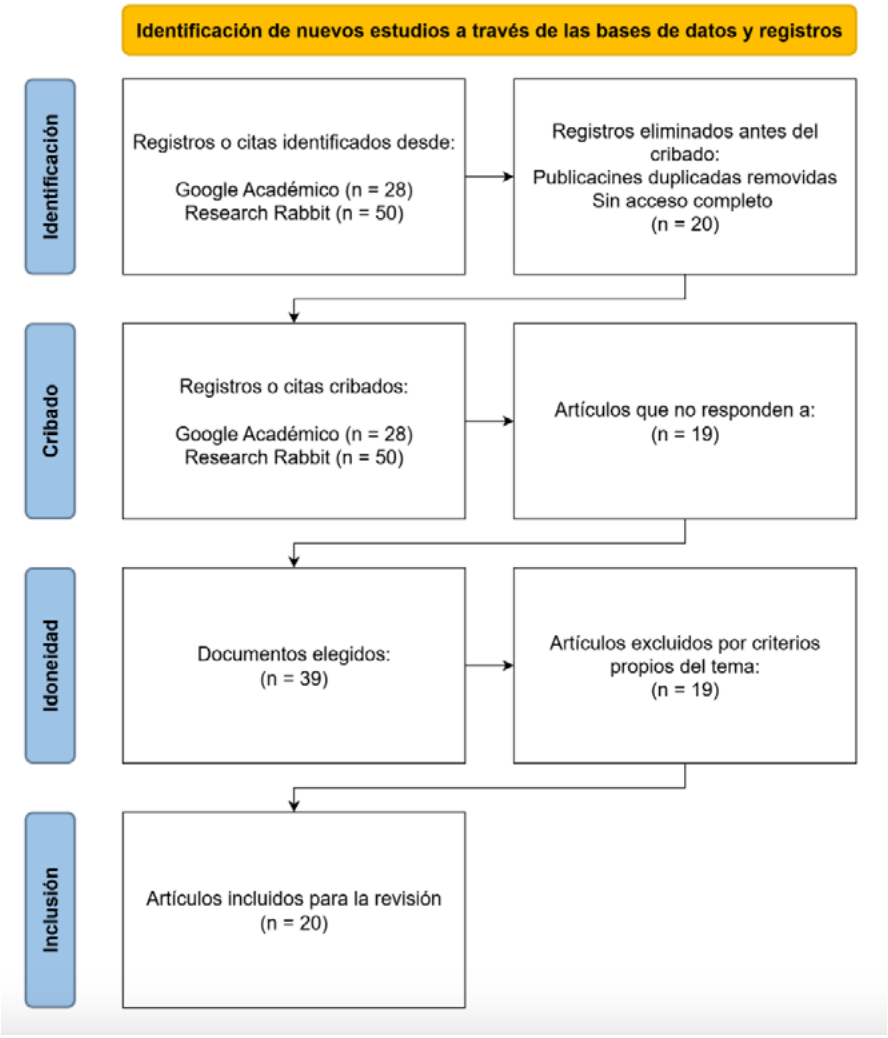
Tabla 1. Listado de los 20 estudios organizados por país.

País	Número de estudios	Autores representativos
México	5	Ramírez (2023); Zabala y Gómez (2024); Gómez et al. (2024); Sánchez & Martínez (2025); Cárdenas (2024)
Ecuador	4	Pazmiño et al. (2024); Mendieta et al. (2025); Reyes (2025); Vallejo et al. (2025)
Perú	3	Sandoval (2025); Vílchez Ruiz (2024); Vallejo et al. (2025)
España	2	Gascón et al. (2025); Quiroga (2023)
Venezuela	2	González et al. (2024); Viera (2024)
Bolivia	1	Quezada et al. (2025)
Colombia	1	Arteaga et al. (2025)
Argentina	1	Turrens Díaz (2024)
Rep. Dominicana	1	Paniagua et al. (2025)

Nota: Elaboración propia.

Tipos de estudios: Revisión sistemática: 11, revisión bibliográfica / literaria: 3, análisis documental / crítico: 2, análisis e investigación: 1, enfoque mixto secuencial: 1, cualitativo: 1, búsqueda de artículos relacionados: 1

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios.



Nota: Elaboración propia.

Una vez elegidos los estudios que formarían parte de esta revisión, se analizó su contenido usando una ficha de recopilación de datos. En ella se anotó información básica como la referencia completa, el año en que fue publicado, el país e institución, el objetivo del estudio, la muestra, y las conclusiones del autor (Ver tabla 2). Todos estos datos se organizaron siguiendo el método PRISMA.

Tabla 2. Revisión sistemática de artículos científicos en Iberoamérica.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Pazmiño et al. (2024)/ Ecuador	Aplicación de la Inteligencia Artificial en educación: Una revisión sistemática de sus beneficios, desafíos y perspectivas futuras.	Objetivo del estudio	Realizar una revisión sistemática de la literatura existente sobre la aplicación de la IA en la educación, identificando sus beneficios, desafíos y perspectivas futuras.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	30 estudios
		Aportes o Conclusiones	A lo largo del análisis de los 30 artículos seleccionados, se ha evidenciado que la IA tiene el potencial de transformar significativamente la educación al mejorar la personalización del aprendizaje, la eficiencia administrativa y la capacidad de análisis de datos educativos. Entre los principales beneficios destacados, se encuentra la capacidad de la IA para personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales de los estudiantes, facilitando una educación más adaptativa y efectiva.
Ramírez (2023)/ México	Sesgos y discriminaciones sociales de los algoritmos en inteligencia artificial: una revisión documenta	Objetivo del estudio	Analizar el concepto y aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) a la luz de los posibles sesgos, discriminaciones y desigualdades al momento de ser implementada en la sociedad
		Tipo de estudio	Se realizó una búsqueda de artículos científicos en repositorios especializados como: EBSCO, JSTOR, Scopus y Google Scholar, utilizando palabras clave, como: Artificial Intelligence, Social gap + Inteligencia Artificial, Artificial Intelligence + bias, Artificial Intelligence + exclusion + bias.
		Muestra	32 estudios
		Aportes o Conclusiones	Proveer una revisión documental y ejemplificada con casos particulares a nivel internacional sobre el impacto social de dicha tecnología, particularmente desde una perspectiva de las Ciencias Sociales

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Gascón et al. (2025) / España	Avatares y estereotipos. Sesgos algorítmicos de la sonrisa femenina generada por inteligencia artificial	Objetivo del estudio	Un objetivo investigador cuya hipótesis de partida busca comprobar si se perpetúan estereotipos de la pintura clásica, los sesgos de género y cuestiones como la locura o la excentricidad en las representaciones contemporáneas.
		Tipo de estudio	Cualitativo
		Muestra	30 estudios
		Aporte o Conclusiones	Se resuelve que las imágenes de inteligencia artificial que representan «mujer y risa» muestran sesgos de género, al visualizar el éxito de la mujer desde el sometimiento masculino, vinculado, además, al lujo y al dinero, no sobre su carrera profesional o su propia superación, lo que revela un continuismo de las teorías del humor (superioridad, alivio y sorpresa).
Zabala y Gómez (2024) / México	La responsabilidad civil y la ética en la inteligencia artificial: una revisión sistemática de las ideas del período 2018-2023	Objetivo del estudio	Destacar la importancia de estos mecanismos regulatorios para abordar los desafíos éticos y legales asociados con el desarrollo de IA, promoviendo así una mayor transparencia y responsabilidad en este campo en rápida evolución.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	32 estudios
		Aporte o Conclusiones	La revisión e interpretación de estudios teóricos sobre la responsabilidad civil y la ética en el desarrollo de la IA (2019-2022) revela que las aplicaciones de IA tienen contextos diferentes en cada Estado, pero comparten un alto nivel de interdisciplinariedad. Para regular adecuadamente la responsabilidad civil, es crucial centralizar los datos y considerar la escalabilidad del sistema.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Gómez et al. (2024) / México	El uso ético y moral de la inteligencia artificial en educación e investigación	Objetivo del estudio	Evaluar las implicaciones éticas y sociales de la IA en la investigación y educación. Este apartado busca tener una perspectiva ética del uso e implicación de la IA, en particular, con respecto al uso del plagio académico en el desarrollo de actividades académicas y de investigación. Ética institucional frente a IA en educación
		Tipo de estudio	Revisión literaria
		Muestra	16 estudios
		Aporte o Conclusiones	En la educación y la investigación la IA genera múltiples beneficios, pero también potenciales desafíos y riesgos éticos, que tienen implicaciones sociales e incluso legales. No sólo es importante que la comunidad informática adopte más decididamente la ética como parte de su identidad básica, sino que, desde una perspectiva práctica, están empezando a surgir puestos de trabajo en el ámbito de la ética de la IA.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Vallejo et al. (2025) / Perú	Estado del arte de la inteligencia artificial en la Educación Básica del Ecuador: Una revisión sistemática	Objetivo del estudio	Llevar a cabo una revisión sistemática del estado del arte sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la educación básica del Ecuador, respondiendo las siguientes preguntas las cuales identifican tendencias, beneficios, desafíos y vacíos de investigación. Sistematizar estudios de IA en educación
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	25 estudios
		Aporte o Conclusiones	Esta revisión muestra que la inteligencia artificial tiene la capacidad para realizar cambios valiosos en la educación del Ecuador, proporcionando beneficios para los estudiantes como para los maestros. Los descubrimientos cualitativos mostraron mejoras relevantes en el rendimiento académico, el entusiasmo de los estudiantes y el conocimiento de conceptos complejos. La capacidad de los medios basados en inteligencia artificial para adaptar la manera de aprendizaje y brindar retroalimentación instantánea ha permitido la mejora individualizada de los estudiantes, promoviendo la independencia y la seguridad en el desarrollo educativo. Uno de los hallazgos más notables es que la incorporación de la Inteligencia Artificial impulsa habilidades críticas como el análisis, la argumentación y la resolución de problemas, aptitudes esenciales en el área de la Educación.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Mendieta et al. (2025) / Ecuador	Aplicación de la inteligencia artificial en entornos educativos para el diseño de estrategias de aprendizaje personalizadas	Objetivo del estudio	Examinar el uso de la inteligencia artificial en entornos educativos para la generación de estrategias de aprendizaje personalizadas, considerando sus aportes pedagógicos, las barreras que dificultan su implementación efectiva y las oportunidades que ofrece para innovar los procesos de enseñanza y aprendizaje.
		Tipo de estudio	Revisión exhaustiva de la literatura
		Muestra	70 registros
		Aporte o conclusiones	La inteligencia artificial amplía la personalización del aprendizaje al adaptar contenidos, ritmos y recursos a las necesidades individuales, lo que mejora la motivación, la autonomía y el rendimiento académico, especialmente en entornos virtuales y universitarios. No obstante, su efectividad depende de la mediación docente, ya que los algoritmos generan datos útiles, pero las decisiones pedagógicas, la interpretación ética y el acompañamiento afectivo siguen siendo funciones clave del profesorado, lo que hace indispensable su formación continua. A pesar de su potencial, las brechas tecnológicas y la falta de políticas integrales limitan una adopción equitativa, mientras que la transformación de la evaluación y la gestión educativa mediante la IA requiere también marcos éticos y normativos claros que aseguren la privacidad, la transparencia y la equidad en su uso.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Sandoval (2025) / Perú	Integración de la inteligencia artificial en la educación desde un enfoque neuroeducativo: una revisión sistemática	Objetivos del estudio	Analizar la forma en que se integra la inteligencia artificial en experiencias educativas basadas en la neuroeducación.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	43 estudios
		Aporte o conclusiones	La inteligencia artificial, desde un enfoque neuroeducativo, mejora el aprendizaje al adaptar contenidos a las capacidades cognitivas y fomentar la participación. Además de la IA generativa, herramientas como tutores inteligentes y sistemas adaptativos fortalecen habilidades cognitivas y emocionales. Para una implementación efectiva, se requiere formación docente contextualizada y normativas éticas que garanticen un uso responsable y seguro en el entorno educativo.
Reyes (2025) / Ecuador	Uso de la inteligencia artificial generativa en la evaluación automática: Una revisión bibliográfica	Objetivo del estudio	Realizar una revisión bibliográfica para analizar el uso que tiene la inteligencia artificial generativa en la evaluación automática
		Tipo de estudio	Revisión bibliográfica
		Muestra	35 artículos científicos
		Aporte o conclusiones	Los estudios revisados muestran que Chat GPT es la herramienta de IA generativa más utilizada por docentes y estudiantes, aunque su potencial para la evaluación educativa está siendo poco aprovechado. Existe escasa evidencia específica sobre su uso en evaluación automática, lo que señala la necesidad de investigar más en esta línea aún poco explorada.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Quezada et al. (2025) / Bolivia	La inteligencia artificial y la producción científica en el campo de la educación. Una revisión sistemática	Objetivos del estudio	Analizar las tendencias, desafíos y contribuciones de la IA en la investigación educativa, identificando su impacto en la generación de conocimiento y su relevancia pedagógica.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	32 estudios
		Aporte o conclusiones	La revisión mostró un crecimiento notable en la investigación sobre inteligencia artificial en educación desde 2004, con liderazgo de países como EE. UU., China y Reino Unido, y predominio del inglés como idioma de publicación. Los estudios abordan enfoques variados, evidenciando el potencial de la IA para transformar la educación y la necesidad de replantear los marcos pedagógicos tradicionales mediante investigaciones interdisciplinarias.
Sánchez & Martínez (2025) / México	Impacto de la inteligencia artificial en la gestión tributaria de las PYMES: avances, desafíos y oportunidades en México	Objetivo del estudio	Analizar las tendencias actuales en la investigación sobre el impacto de la IA en el cumplimiento de las obligaciones fiscales de las PYMES y, al mismo tiempo, identificar los factores que limitan su adopción.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	27 estudios
		Aporte o conclusiones	Los algoritmos pueden presentar sesgos si no son diseñados adecuadamente, generando errores en la clasificación de contribuyentes. Falta de supervisión en el diseño de algoritmos que prevengan sesgos discriminatorios.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
González et al. (2024) / Venezuela	Aprendizaje inmersivo en el metaverso: una revisión de evidencias sobre efectividad pedagógica y brechas de implementación en la educación superior	Obejtivos del estudio	Herramientas como IA personalizan rutas de aprendizaje, su integración plantea dilemas éticos, donde los principales señalados en la literatura son la privacidad de datos biométricos o sesgos algorítmicos.
		Tipo de estudio	Enfoque mixto secuencial
		Muestra	57 estudios
		Aporte o conclusiones	Las conclusiones de este estudio trazan un mapa dual sobre el potencial y los límites del metaverso en la educación superior. Por un lado, se confirma que los entornos inmersivos como realidad virtual, aumentada o plataformas colaborativas han demostrado eficacia en contextos prácticos y disciplinas STEM. Un aspecto preocupante en este sentido es que la recolección masiva de datos biométricos para ajustar algoritmos educativos no deja de plantear riesgos de vigilancia y sesgo.
Cárdenas (2024) / México	La convergencia entre la inteligencia artificial y el derecho: desafíos y oportunidades	Objetivos del estudio	Busca indagar sobre los principales cuestionamientos acerca de la inteligencia artificial y su articulación con el derecho
		Tipo de estudio	Búsqueda de artículos relacionados
		Muestra	14 estudios
		Aporte o conclusiones	La convergencia entre inteligencia artificial y derecho plantea un escenario complejo que requiere un análisis integral. Si bien la IA tiene el potencial de transformar positivamente el sector legal, es fundamental establecer bases sólidas que permitan enfrentar sus desafíos y asegurar un uso responsable y ético.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Quiroga (2023) / España	La inteligencia artificial en el arbitraje internacional 2.0. Oportunidades y desafíos en un futuro que ya es presente	Objetivo del estudio	Cómo está afectando la IA al arbitraje internacional y cuáles son sus implicaciones legales y prácticas conforme a las principales oportunidades y desafíos que plantea la aplicación de la IA en la institución arbitral. Confidencialidad del proceso arbitral, privacidad y protección de datos. Transparencia, sesgo y neutralidad en el arbitraje 2.0.
		Tipo de estudio	Análisis e investigación
		Muestra	100 estudios
		Aporte o conclusiones	Sin embargo, también presenta desafíos significativos concernientes a cuestiones de capacitación, regulación, datos, privacidad, sesgos algorítmicos, transparencia y confidencialidad, entre otros. Además, la IA también puede ayudar a identificar patrones y tendencias, sesgos, en las decisiones previas del arbitraje, lo que, también, puede ser útil para tomar decisiones futuras.
Arteaga et al. (2025) / Colombia	La inteligencia artificial en la educación: desafíos y oportunidades	Objetivo del estudio	Analizar las oportunidades y desafíos de la IA en educación, con énfasis en tres dimensiones: pedagógica (personalización del aprendizaje), operativa (gestión institucional) y ética (privacidad e inclusión).
		Tipo de estudio	Análisis documental con un enfoque crítico-interpretativo
		Muestra	27 estudios
		Aporte o conclusiones	Esta investigación confirma que la inteligencia artificial está transformando la educación al personalizar el aprendizaje, optimizar la gestión y redefinir la evaluación. Herramientas como sistemas adaptativos y chatbots mejoran el rendimiento y la interacción educativa. Sin embargo, persisten desafíos como la desigualdad en el acceso, la falta de formación docente y los riesgos éticos relacionados con la privacidad y los sesgos algorítmicos.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Viera (2024) / Venezuela	La revolución de la inteligencia artificial en la educación universitaria: Avances, perspectivas y desafíos en la era digital.	Objetivo del estudio	Identificar las maneras en que la IA puede mejorar la experiencia educativa en la universidad y delinear los retos que su implementación presenta.
		Tipo de estudio	Revisión sistemática de la literatura
		Muestra	18 estudios
		Aporte o conclusiones	Un aspecto crítico por considerar radica en el uso de algoritmos de IA para procesos como la admisión de estudiantes, lo cual puede exacerbar sesgos preexistentes si no se aplican con cuidado del mismo modo que una apropiada consideración. IA para mejorar el aprendizaje, así como también cómo se mitigarán los posibles sesgos algorítmicos protegiendo la seguridad de los datos de los estudiantes.
Vílchez Ruiz (2024) / Perú	Contenido Educativo con Inteligencia Artificial: ¿Restringir o Enseñar a Personalizar Éticamente en el Ámbito Educativo?	Objetivo del estudio	Analizar la integración de la inteligencia artificial en las escuelas para la comprensión de sus efectos, desafíos y beneficios, con una visión informada y reflexiva sobre su implementación en entornos educativos.
		Tipo de estudio	Artículo de análisis crítico
		Muestra	1111 participantes
		Aporte o conclusiones	Propone modelos de implementación ética, como marcos normativos y desarrollo de competencias éticas, para guiar un uso responsable de la IA en entornos educativos. La diversidad de perspectivas entre docentes y estudiantes se explora. Los algoritmos de inteligencia artificial están sujetos a sesgos inherentes, lo que puede resultar en evaluaciones y recomendaciones discriminatorias. En el contexto educativo, esto podría traducirse en desigualdades en la personalización del aprendizaje o en la asignación de recursos.

Autores/Año/ País	Título	Datos	Descripción
Turrens Díaz (2024) / Argentina	Usos e implementaciones de la inteligencia artificial en educación superior. Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa	Objetivo del estudio	Evaluar los usos e implementaciones de la inteligencia artificial (IA) en el contexto de la psicoterapia y analizar su impacto tanto en los resultados clínicos como en el compromiso del paciente
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	14 estudios
		Aporte o conclusiones	Sigue siendo necesario superar desafíos éticos y técnicos, como la validación a largo plazo, la protección de la privacidad de los datos y la integración adecuada de la IA.
Paniagua et al. (2025) / República Dominicana	La inteligencia artificial en la enseñanza/ aprendizaje del idioma inglés. Una revisión sistemática	Objetivo del estudio	Sintetizar los hallazgos más relevantes sobre el impacto de la IA en la adquisición de competencias lingüísticas, así como explorar su uso por parte de docentes y estudiantes, y proponer prácticas pedagógicas seguras y efectivas para su integración en el aula
		Tipo de estudio	Revisión sistemática
		Muestra	44 estudios
		Aporte o conclusiones	La implementación de la IA conlleva desafíos importantes, como la necesidad de contar con infraestructura adecuada, garantizar la seguridad de los datos, prevenir sesgos algorítmicos. Docentes y alumnos están dando a la IA para asistir la enseñanza/ aprendizaje del inglés y los beneficios y retos que se reportan, a fin de obtener una visión general del impacto que está teniendo esta tecnología en el área de la enseñanza del idioma.

Nota: Análisis de 20 artículos científicos basado en la metodología PRISMA para la revisión sistemática.

Del análisis surgieron cinco temas principales que reflejan hacia dónde se están enfocando hoy los estudios sobre inteligencia artificial en universidades, con especial atención a los aspectos éticos y educativos:

1. Ética de los algoritmos y sesgos automatizados: varios estudios advierten que los sistemas de IA pueden reproducir desigualdades sociales o culturales si no se revisan adecuadamente (Ramírez, 2023; Gascón et al., 2025; Zabala y Gómez, 2024).
2. Aprendizaje personalizado con IA: se destaca el uso de tecnologías que se adaptan a las necesidades de cada estudiante. Sin embargo, los resultados dependen mucho del acompañamiento de los docentes (Sandoval, 2025; Mendieta et al., 2025).
3. Evaluación automática y predicción del rendimiento: se están usando algoritmos para medir el progreso académico y dar retroalimentación, aunque todavía hay dudas sobre qué tan transparente y justa es esta práctica (Játiva Ascázubi & Mendoza, 2025).
4. Entornos virtuales e inmersivos como el metaverso: estas herramientas muestran gran potencial para motivar a los estudiantes, aunque su uso enfrenta barreras como la falta de tecnología o de preparación del profesorado (González et al., 2024).
5. Uso de IA generativa en la producción académica: plataformas como Chat GPT han generado debates sobre el plagio, la autoría y la validez de los textos creados por inteligencia artificial (Quezada et al., 2025; Reyes, 2025).

DISCUSIONES

Los hallazgos revelan que la ética es una preocupación transversal en todos los estudios revisados. Se identifican dilemas asociados con la discriminación algorítmica, la opacidad de los modelos y la falta de responsabilidad jurídica ante errores automatizados (Ramírez, 2023; Gascón et al., 2025). La necesidad de una IA explicable y auditada emerge como consenso (Zabala y Gómez, 2024).

Por otro lado, la personalización del aprendizaje mediante IA adaptativa es ampliamente valorada por su potencial para mejorar la motivación y el rendimiento (Sandoval, 2025; Mendieta et al., 2025). Sin embargo, se advierte que su implementación requiere infraestructura digital adecuada, formación docente y marcos pedagógicos sólidos (Gómez et al., 2024).

En el ámbito de la evaluación educativa, si bien los modelos automatizados ofrecen eficiencia y consistencia, también se observa limitada comprensión

de sus decisiones por parte de estudiantes y docentes (Játiva Ascázubi & Mendoza, 2025). Esto refuerza la necesidad de que los sistemas incluyan explicaciones claras y mecanismos de apelación humana.

En cuanto al aprendizaje inmersivo, los entornos virtuales permiten simular contextos reales de manera motivadora, pero su acceso aún está restringido por brechas tecnológicas y desigualdades institucionales (González et al., 2024).

Finalmente, la IA generativa ha irrumpido con fuerza en la producción científica y en la enseñanza universitaria, pero su uso plantea dudas sobre la autoría, la veracidad y la detección del plagio (Quezada et al., 2025; Reyes, 2025).

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial está transformando progresivamente el ecosistema de la educación superior. Su capacidad para personalizar experiencias de aprendizaje, automatizar procesos evaluativos y facilitar la creación de contenido académico la convierte en una herramienta poderosa y en expansión.

Sin embargo, esta misma capacidad plantea desafíos complejos relacionados con la ética, la transparencia, la regulación y la inclusión. La evidencia recopilada sugiere que para que la IA educativa sea efectiva y equitativa, es necesario garantizar marcos normativos sólidos, el acompañamiento docente y la vigilancia continua de los sistemas algorítmicos.

Las investigaciones futuras deben enfocarse en:

- Desarrollar modelos de IA más explicables y auditables por los usuarios.
- Formular políticas éticas aplicables a nivel institucional.
- Evaluar sistemáticamente el impacto pedagógico a largo plazo.

Solo así será posible aprovechar el potencial transformador de la IA sin sacrificar los valores fundamentales de la educación: equidad, justicia y desarrollo humano.

REFERENCIAS

Acosta Morales, M. G. (2025). La inteligencia artificial y su impacto en el derecho penal ecuatoriano: análisis desde una revisión sistemática. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 18*(2), 125-139. https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1831

Arteaga, M., Rodríguez, L., y Paredes, F. (2025). La inteligencia artificial en la educación: desafíos éticos y pedagógicos. *Revista Latinoamericana de Educación, 38*(2), 34-50.

Cárdenas, E. R. (2024). La convergencia entre la inteligencia artificial y el derecho: Desafíos y oportunidades. *International Journal of Digital Law, 5*(1), 25–37. https://doi.org/10.47975/digital.law.vol.5.n.1.cardenas

Gascón-Vera, P., Mattucci, N., Bonaut-Iriarte, J. (2025). Avatares y estereotipos. Sesgos algorítmicos de la sonrisa femenina generada por inteligencia artificial. *Comunicación y Hombre, 21*, 93-113. https://doi.org/10.32466/eufv-cyh.2025.21.869.93-113.

Gómez Cárdenas, R., Fuentes Penna, A., y Castro Rascón, A. (2024). El uso ético y moral de la inteligencia artificial en educación e investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(5), 3243-3261. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13801

González Torres, V. H., Bracho-Fuenmayor, P. L., Lucero Baldevenites, E. V., Carrillo Guerrero, M. V., y Santander Erazo, R. D. (2024). Immersive learning in the metaverse: A review of evidence on pedagogical effectiveness and implementation gaps in higher education. *Metaverse Basic and Applied Research, 3*(97), 1-12. https://doi.org/10.56294/mr2024.97

Gonzalo Quiroga, M. (2023). La inteligencia artificial en el arbitraje internacional 2.0. Oportunidades y desafíos en un futuro que ya es presente. Cuadernos de derecho transnacional, 15(2), 516-550. https://doi.org/10.20318/cdt.2023.8067

Játiva Ascázubi, B. E., Erazo Molina, S. del P., Bejarano Gavilanes, X. P., & Aimacaña Guamushig, R. (2025). Ética y desafíos de la inteligencia artificial en la evaluación del aprendizaje. Revista Imaginario Social, 8(2). https://doi.org/10.59155/is.v8i2.303

Mendieta Lucas, L., Briones Lascano, T. L., Ortiz Lima, F. T., y Espinosa Lima, W. D. (2025). Aplicación de la inteligencia artificial en entornos educativos para el diseño de estrategias de aprendizaje personalizadas. Imperium Académico Multidisciplinary Journal, 2(3), 1-11. https://doi.org/10.63969/jach5m96

Paniagua Urbáez, Y. L., Troncoso, D., Fragoso García, P. P., y Merant, N. (2025). La inteligencia artificial en la enseñanza/aprendizaje del idioma inglés. Una revisión sistemática. AULA Revista de Humanidades y Ciencias Sociales, 71(2), (23). https://doi.org/10.33413/aulahcs.2025.71i2.427

Pazmiño, J. L. V., Estrada, M. L. V., Carranza, L. M. C., Sarmiento, J. L. M., & Miranda, T. J. U. (2024). Aplicación de la inteligencia artificial en educación: una revisión sistemática de sus beneficios, desafíos y perspectivas futuras. Código Científico Revista de Investigación, 5(2), 1780-1804. https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/633

Quezada Tumalli, K. A., Saquisilli Bajaña, I. M., Kanki Peñafiel, M. A., y Macías Baldeon, D. P. (2025). La inteligencia artificial y la producción científica en el campo de la educación. Una revisión sistemática. RECIMUNDO, 9(2), 141-159. https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(2).abril.2025.141-159

Ramírez Autrán, R. (2023). Sesgos y discriminaciones sociales de los algoritmos en inteligencia artificial: Una revisión documental. Entretextos, 15(39), 1-17. https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202339664

Reyes Alvarado, S. (2025). Uso de la inteligencia artificial generativa en la evaluación automática: Una revisión bibliográfica. REA: Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente, 4(1), 93-105. https://doi.org/10.48204/rea.v4n1.7296

Bonilla Sánchez, F. de J., y Cabral Martínez, A. (2025). Impacto de la inteligencia artificial en la gestión tributaria de las PYMES: avances, desafíos y oportunidades en México: Impact of Artificial Intelligence on Tax Management of SMEs: Advances, Challenges, and Opportunities in Mexico. LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, 6(2), 2190 – 2208. https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.376

Sandoval Orellana, C. A. (2025). Integración de la inteligencia artificial en la educación desde un enfoque neuroeducativo: una revisión sistemática. Revista Guatemalteca de Educación Superior, 8(1), 157-173. https://doi.org/10.46954/revistages.v8i1.156

Turrens Díaz, M. (2024). Usos e implementaciones de la inteligencia artificial en educación superior. Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa, 3(1), 45-63. https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/11065/turrensdiazsandra.pdf?sequence=1

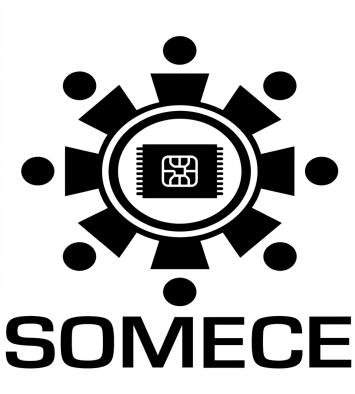
Vallejo Rodríguez, F. W., Gómez Rivero, J. O., y Cruz López, W. O. (2025). Estado del arte de la inteligencia artificial en la Educación Básica del Ecuador: Una revisión sistemática. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y*

Humanidades, 6(3), 1863-1882. https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4082

Viera, I. A. (2024). La revolución de la inteligencia artificial en la educación universitaria: Avances, Perspectivas y Desafíos en la Era Digital. Revista Docentes 2.0, 17(2), 170-176. https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.539

Vílchez Ruiz, N. (2024). Contenido educativo con Inteligencia Artificial: ¿Restringir o Enseñar a personalizar éticamente en el Ámbito Educativo? Revista Científica Ciencia Y Tecnología, 24(44). https://doi.org/10.47189/rcct.v24i44.689

Zabala Leal, T. D., y Gómez Macfarland, C. A. (2024). La responsabilidad civil y la ética en la inteligencia artificial: una revisión sistemática de las ideas del período 2018-2023. IUSTA, 60, 66-93. https://doi.org/10.15332/25005286.9964


SOMECE