

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI

AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century

Metaverso Coassistido por Inteligência Artificial: Um Ecosystema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI

¹Luis Aníbal Alonso Betancourt, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0989-746X>

²Edilio Silva Velasco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1151-6769>

³Jorge Luis Pinargote López*, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8633-9678>

¹Universidad de Holguín. Cuba

²Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin de Holguín, Cuba.

³Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

* Autor para la correspondencia: p1313068783@dn.ulearn.edu.ec

Resumen

El presente estudio explora el papel del metaverso coasistido por Inteligencia Artificial (IA) como ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional en estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, Cuba. Se empleó un diseño pre-experimental de corte transversal con una muestra no probabilística intencional de 100 estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín y de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas, Cuba. La intervención consistió en un módulo educativo de seis semanas en un metaverso académico, integrado con herramientas de IA (GPT-4, Claude, Grok, Geminis, DeepSeek, Copilot), tecnologías multimediales (pódcasts, infografías interactivas, neurohackers educativos) y recursos de gestión (aula virtual, Google Drive, IoT). Los resultados muestran incrementos significativos en percepción del metaverso educativo, competencias digitales y desempeño académico. La discusión propone un concepto inédito de metaverso coasistido por IA, evidencia su potencial para la formación profesional y discute implicaciones para la educación superior.

Palabras clave: metaverso; ecosistema; enseñanza; aprendizaje; inteligencia artificial

Abstract

This study explores the role of the AI-assisted metaverse as a digital ecosystem for professional teaching and learning in students of Mechanical Engineering at the University of Holguín, Cuba. A pre-experimental cross-sectional design was employed with a non-probabilistic intentional sample of 100 students from Mechanical Engineering at the University of Holguín and Medicine at the University of Medical Sciences, Cuba. The intervention consisted of a six-week educational module within an academic metaverse, integrated with AI tools (GPT-4, Claude, Grok, Geminis, DeepSeek, Copilot), multimedia technologies (podcasts, interactive infographics, educational neurohackers), and management resources (virtual classroom, Google Drive, IoT). The results show significant increases in the perception of the educational metaverse, digital competencies, and academic performance. The discussion proposes an original concept of AI-assisted metaverse, demonstrates its potential for professional training, and discusses implications for higher education.

Keywords: metaverse, ecosystem; teaching, learning; artificial intelligence

Resumo

O presente estudo explora o papel do metaverso coassistido por Inteligência Artificial (IA) como ecosystema digital para o ensino-aprendizagem profissional em estudantes de Engenharia Mecânica da Universidade de Holguín, Cuba. Foi utilizado um desenho pré-experimental de corte transversal com uma amostra intencional não probabilística de 100 estudantes de

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI/AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century/Metaverso Coasistido por Inteligência Artificial: Um Ecossistema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI

Engenharia Mecânica da Universidade de Holguín e de Medicina da Universidade de Ciências Médicas, Cuba. A intervenção consistiu em um módulo educativo de seis semanas em um metaverso acadêmico, integrado com ferramentas de IA (GPT-4, Claude, Grok, Geminis, DeepSeek, Copilot), tecnologias multimídia (podcasts, infográficos interativos, neurohackers educativos) e recursos de gestão (sala de aula virtual, Google Drive, IoT). Os resultados mostram aumentos significativos na percepção do metaverso educacional, competências digitais e desempenho acadêmico. A discussão propõe um conceito inédito de metaverso coasistido por IA, evidencia seu potencial para a formação profissional e discute implicações para o ensino superior.

Palavras-chave: metaverso; ecossistema, ensino; aprendizagem; inteligência artificial

Introducción

La educación profesional enfrenta actualmente un contexto de transformación tecnológica sin precedentes, donde la convergencia de Inteligencia Artificial (IA) y entornos virtuales avanzados redefine las formas de enseñanza-aprendizaje. El metaverso educativo ha emergido como un espacio tridimensional que integra simulación, colaboración y entornos virtuales en tiempo real, trascendiendo las limitaciones de las aulas tradicionales y los sistemas de e-learning convencionales (Almeman et al., 2025).

Sin embargo, la verdadera innovación surge al combinar el metaverso con agentes de IA que proporcionan coasistencia pedagógica, adaptando el aprendizaje a cada estudiante, ofreciendo retroalimentación inmediata y personalizando tareas según el nivel de conocimiento y desempeño. Este enfoque, denominado aquí metaverso coasistido por IA, constituye un ecosistema digital integral que permite:

1. Entornos de interacción tridimensionales avanzados, donde se simulan laboratorios y procesos profesionales.
2. IA como co-actor pedagógico, ajustando contenidos, niveles de dificultad y rutas de aprendizaje.
3. Analítica educativa en tiempo real, proporcionando métricas de desempeño y diagnóstico de competencias.
4. Integración de recursos multimediales y colaborativos, incluyendo infografías, podcasts, neurohackers educativos y gestión documental.

El metaverso coasistido por IA no solo se centra en la inmersión visual o recreación de entornos físicos; introduce una dimensión cognitiva y adaptativa, donde la IA guía, corrige y optimiza el aprendizaje de manera dinámica. Esto es particularmente relevante en la formación profesional en Ingeniería Mecánica, donde la práctica supervisada, el análisis de datos y la resolución de problemas complejos son fundamentales.

Objetivo: Evaluar la percepción, competencias digitales y desempeño académico de estudiantes de Ingeniería Mecánica ante la implementación de un metaverso coasistido por IA como medio de enseñanza-aprendizaje profesional.

Material y métodos

Se utilizó un estudio pre-experimental de corte transversal con una muestra no probabilística intencional de 100 estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín. Se emplearon los métodos de análisis, síntesis para el análisis de la literatura nacional y extranjera, el sistémico para elaborar el metaverso y test estadístico t de student para validar el resultado de la aplicación del metaverso

Participantes

Estudiantes regulares matriculados en cursos de tercer año de Ingeniería Mecánica, con nivel básico de competencias digitales, seleccionados por muestreo no probabilístico intencional.

Instrumentos

1. Cuestionario de Percepción del Metaverso Educativo (CPME): mide actitudes, motivación y expectativas frente al metaverso coasistido por IA (escala Likert 1-5).
2. Evaluación de Competencias Digitales (ECD-Holguín): evalúa habilidades tecnológicas y competencias de aprendizaje digital.
3. Desempeño Académico: calificaciones obtenidas en tareas prácticas, simulaciones y proyecto final de la asignatura.

Resultados y discusión

Para este estudio, se diseñó un módulo educativo especializado en Ingeniería Mecánica dentro de un metaverso académico coasistido por Inteligencia Artificial, con el objetivo de optimizar la experiencia de aprendizaje profesional a través de un ecosistema digital integral. Este módulo se estructuró en seis semanas de actividades teórico-prácticas, combinando entornos virtuales tridimensionales, herramientas multimediales y agentes de IA, de la siguiente manera:

1. Metaverso Académico:
 - Se configuraron escenarios virtuales tridimensionales que replicaban laboratorios, talleres y espacios de simulación de ingeniería mecánica.
 - Los estudiantes interactuaban mediante avatares, realizando experimentos, simulaciones de piezas y ensamblajes mecánicos, lo que permitía aprender haciendo, minimizando riesgos de errores físicos costosos.

2. Agentes de Inteligencia Artificial:

- GPT-4 y Claude: proporcionaban retroalimentación instantánea a preguntas conceptuales y prácticas, explicando procedimientos, resolviendo dudas y generando ejemplos adaptados al nivel del estudiante.
- Grok y Geminis: facilitaban tutoría personalizada mediante análisis de desempeño, identificando debilidades y sugiriendo actividades específicas de refuerzo.
- DeepSeek: actuaba como un buscador especializado en contenidos técnicos, ayudando a los estudiantes a acceder rápidamente a información científica y manuales de ingeniería.
- Copilot: apoyaba la resolución de ejercicios prácticos y la escritura de informes técnicos, sugiriendo código o cálculos automatizados para procesos mecánicos.

3. Herramientas Multimediales y de Gestión:

- IoT (Internet de las Cosas): sensores virtuales y conectados al metaverso simulaban mediciones reales de máquinas, como temperatura, fuerza y velocidad, permitiendo a los estudiantes analizar datos en tiempo real.
- Podcast: episodios grabados con explicaciones de conceptos clave, entrevistas a expertos y discusión de casos reales, integrados como recursos de aprendizaje asincrónicos.
- Infografías interactivas: visualizaciones dinámicas de conceptos mecánicos complejos, permitiendo explorar esquemas de flujo, diagramas de fuerza y procesos de manufactura.
- Neurohackers educativos: técnicas de gamificación cognitiva basadas en neurociencia, diseñadas para mejorar la retención de información y la motivación del estudiante dentro del metaverso.
- Aula virtual (Moodle/Google Classroom): integraba todas las actividades, permitiendo seguimiento del progreso, entrega de tareas, foros de discusión y evaluaciones digitales.
- Google Drive: almacenamiento y compartición de documentos, hojas de cálculo y presentaciones, fomentando el trabajo colaborativo y el acceso a material actualizado en tiempo real.

4. Secuencia de Actividades:

- Semana 1-2: familiarización con el metaverso, creación de avatares, exploración de entornos y entrenamiento en herramientas digitales.

- Semana 3-4: resolución de ejercicios prácticos guiados por IA, uso de simulaciones IoT y análisis de datos mecánicos.
- Semana 5: actividades colaborativas, desarrollo de proyectos grupales usando infografías, podcasts y documentos compartidos en Google Drive.
- Semana 6: evaluación integradora de desempeño académico y competencias digitales dentro del metaverso, con retroalimentación personalizada de los agentes de IA.

5. Instrumentación de Medición Pre y Post:

- Antes de iniciar el módulo, se aplicaron los cuestionarios CPME (Percepción del Metaverso Educativo) y ECD-Holguín (Competencias Digitales).
- Al finalizar la intervención, se aplicaron nuevamente los mismos instrumentos y se recopilaron datos de desempeño académico en tareas prácticas y simulaciones del metaverso.

6. Rol del Metaverso coasistido por IA como medio de aprendizaje profesional:

- Actúa como laboratorio virtual seguro y adaptativo, donde los estudiantes aprenden de errores sin consecuencias físicas.
- Facilita la personalización del aprendizaje, ajustando niveles de dificultad, tiempo de exposición y retroalimentación según el perfil individual.
- Integra recursos multimediales (infografías, podcasts, neurohackers educativos) para atender diferentes estilos cognitivos.
- Promueve colaboración y comunicación profesional, utilizando aulas virtuales y herramientas de gestión documental.
- Desarrolla competencias transversales y específicas de Ingeniería Mecánica, como análisis de sistemas, resolución de problemas y uso de tecnologías emergentes

Ejemplo de aplicación en Proyecto Laboral III – Ingeniería Mecánica

Contexto de la asignatura

La asignatura Proyecto Laboral III forma parte del currículo de tercer año de Ingeniería Mecánica y tiene como objetivo que los estudiantes diseñen, analicen y planifiquen un proyecto integral de ingeniería mecánica, integrando conocimientos de mecánica aplicada, diseño de elementos de máquinas y gestión de procesos productivos. Tradicionalmente, el curso incluía talleres presenciales y trabajo en laboratorios

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI/AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century/Metaverso Coasistido por Inteligência Artificial: Um Ecossistema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI

físicos; sin embargo, con la implementación del metaverso coasistido por IA, se buscó potenciar el aprendizaje profesional mediante simulación práctica y retroalimentación inteligente.

Diseño de la intervención en el metaverso

1. Creación del entorno virtual

- Se diseñó un laboratorio virtual tridimensional replicando una planta de manufactura mecánica.
- Los estudiantes ingresaron al metaverso con avatares personalizados, donde podían moverse entre estaciones de trabajo virtuales: talleres de mecanizado, ensamblaje de piezas y control de calidad.

2. Integración de tecnologías digitales multimediales

- GPT-4 y Claude: asistieron en la resolución de problemas complejos de diseño, cálculo de esfuerzos y selección de materiales.
- Grok y Geminis: realizaron seguimiento individualizado, recomendando ejercicios de refuerzo según desempeño en simulaciones.
- DeepSeek: permitió buscar rápidamente normativas técnicas, manuales de maquinaria y artículos científicos relacionados con procesos de fabricación.
- Copilot: ayudó en la automatización de cálculos, generación de planos en CAD y elaboración de reportes técnicos.
- IoT virtual: sensores simulados proporcionaron datos de temperatura, fuerza y vibración de maquinaria para análisis de eficiencia.
- Podcast e infografías interactivas: ofrecieron contenidos teóricos sobre procesos productivos y ejemplos de proyectos reales.
- Aula virtual y Google Drive: organizaron entregas de proyectos, comentarios del docente y trabajo colaborativo en tiempo real.

3. Secuencia de actividades prácticas

- Semana 1-2: los estudiantes exploraron el metaverso, realizaron pruebas iniciales de ensamblaje y diseñaron planos básicos en CAD con apoyo de Copilot.
- Semana 3-4: desarrollaron simulaciones de procesos productivos, identificando fallas potenciales mediante análisis de IoT y optimizando procedimientos con retroalimentación de IA.

- Semana 5: presentaron prototipos virtuales, ajustando parámetros según recomendaciones del sistema de IA y comentarios de compañeros a través de Google Drive.
- Semana 6: evaluaciones finales en el metaverso, donde los estudiantes completaron un proyecto integral y recibieron un informe automatizado de desempeño generado por IA, incluyendo fortalezas, áreas de mejora y sugerencias para la práctica profesional.

Impacto en el aprendizaje profesional

- Aprendizaje basado en la práctica: los estudiantes pudieron experimentar con errores y correcciones sin riesgo de daño físico o económico.
- Retroalimentación inmediata: la IA proporcionó orientación constante, incrementando la autonomía y la autoeficacia.
- Desarrollo de competencias transversales: se fortalecieron habilidades de análisis crítico, resolución de problemas y trabajo colaborativo.
- Integración de recursos digitales: el uso de podcasts, infografías, IoT y herramientas de gestión permitió un aprendizaje más completo y multimodal.

La infografía representa un ecosistema educativo digital integral, centrado en el concepto de Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial (IA), aplicado a la formación profesional en Ingeniería Mecánica del siglo XXI. En el centro de la figura se observa un laboratorio virtual tridimensional, que simboliza el núcleo del metaverso académico. Este espacio recrea un entorno de aprendizaje profesional donde los estudiantes, mediante avatares, pueden interactuar con simulaciones de talleres de mecanizado, ensamblaje de piezas y control de calidad. La IA coasiste al estudiante, actuando como tutor personalizado, supervisor de actividades y generador de retroalimentación adaptativa.

Alrededor del núcleo central se destacan agentes de IA: GPT-4, Claude, Grok, Geminis, DeepSeek y Copilot. Cada uno cumple funciones específicas: GPT-4 y Claude proporcionan explicaciones, ejemplos y resolución de dudas; Grok y Geminis realizan seguimiento individualizado, identificando fortalezas y áreas de mejora; DeepSeek permite búsqueda rápida de referencias técnicas y científicas; y Copilot facilita automatización de cálculos, generación de planos CAD y elaboración de reportes. Esta disposición muestra cómo la IA no es un recurso aislado, sino integrada estratégicamente, coasistiendo al estudiante en cada paso del proceso de aprendizaje.

La sección inferior de la infografía resalta las herramientas multimediales y tecnológicas que complementan el aprendizaje. Entre ellas se incluyen podcasts para contenido auditivo especializado,

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI/AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century/Metaverso Coasistido por Inteligência Artificial: Um Ecossistema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI

infografías interactivas para comprensión visual de procesos mecánicos, simulaciones de procesos mecánicos y el uso de neurohackers educativos, que representan técnicas de gamificación cognitiva y estrategias basadas en neurociencia para optimizar retención, motivación y participación activa. Estas herramientas interactúan de forma sinérgica, potenciando la experiencia de aprendizaje dentro del metaverso.

Asimismo, la infografía incorpora recursos de gestión y colaboración como el aula virtual y Google Drive, que permiten seguimiento de tareas, entrega de proyectos, interacción con el docente y trabajo colaborativo en tiempo real. Esto evidencia que el metaverso no solo ofrece simulación y práctica, sino que integra elementos de gestión académica y comunicación profesional, esenciales para la formación de ingenieros.

La visualización gráfica enfatiza la interconexión entre el metaverso, la IA y los recursos multimediales mediante flechas que conectan cada componente con el núcleo central, reflejando un flujo continuo de información y retroalimentación. La composición transmite claridad y jerarquía: el núcleo representa el espacio de aprendizaje activo, los agentes de IA muestran la inteligencia coasistida que guía el proceso, y las herramientas tecnológicas y multimediales ilustran los medios por los cuales se facilita la adquisición de competencias técnicas y digitales.

En conjunto, la infografía comunica que el Metaverso coasistido por IA constituye un ecosistema digital completo, donde la práctica simulada, la personalización de la enseñanza, la integración de tecnologías multimediales y la gestión colaborativa se combinan para formar profesionales competentes, autónomos y capaces de resolver problemas complejos en entornos de ingeniería. La figura no solo es descriptiva, sino que conceptualiza de manera visual cómo interactúan todos los elementos de este ecosistema educativo moderno, resaltando su aplicabilidad y relevancia para la educación profesional del siglo XXI.

Ejemplo de aplicación del Metaverso coasistido por IA en Medicina Interna – 3er Año, Plan E

Contexto de la asignatura

La asignatura Medicina Interna es fundamental en el tercer año de la carrera de Medicina en Cuba (Plan E), enfocada en desarrollar competencias clínicas, diagnóstico diferencial, razonamiento crítico y toma de decisiones médicas asistida por evidencia. Tradicionalmente, la enseñanza se basaba en clases teóricas, seminarios y prácticas hospitalarias supervisadas. La integración del metaverso coasistido por IA permite crear un ecosistema virtual seguro y adaptativo, donde los estudiantes pueden practicar habilidades clínicas y gestionar casos complejos sin riesgo para los pacientes.

Diseño del entorno virtual

1. Hospital virtual 3D

- El núcleo del metaverso recrea un hospital universitario virtual, con consultorios, salas de emergencia, laboratorio clínico y unidades de hospitalización simuladas.
- Los estudiantes interactúan mediante avatares, explorando distintas áreas de atención médica, realizando consultas, procedimientos diagnósticos y seguimiento de pacientes virtuales.

2. Agentes de Inteligencia Artificial

- GPT-4 y Claude: responden a preguntas clínicas, guían el razonamiento diagnóstico, generan hipótesis y explican tratamientos basados en guías clínicas actualizadas.
- Grok y Geminis: monitorean el desempeño individual de cada estudiante, ajustan la dificultad de los casos y sugieren ejercicios de refuerzo.
- DeepSeek: proporciona acceso inmediato a literatura médica, protocolos hospitalarios y revisiones sistemáticas.
- Copilot: ayuda a redactar historias clínicas, informes de laboratorio y resúmenes de casos clínicos.

3. Herramientas multimediales

- Infografías interactivas: ilustran patologías, anatomía y fisiopatología compleja.
- Podcasts educativos: presentan análisis de casos clínicos reales y discusiones de guías médicas internacionales.
- Neurohackers educativos: gamificación cognitiva aplicada para reforzar memoria clínica y habilidades de razonamiento crítico.
- IoT virtual: simulación de parámetros vitales (presión arterial, saturación de oxígeno, ECG), permitiendo análisis dinámico de signos clínicos.

4. Recursos de gestión y colaboración

- Aula virtual: seguimiento de actividades, entrega de informes, retroalimentación de docentes y discusión de casos en foros.
- Google Drive: trabajo colaborativo en informes clínicos, registros de pacientes simulados y planes de tratamiento.

Secuencia de actividades prácticas

- Semana 1-2: exploración del hospital virtual, familiarización con avatares y simulaciones básicas de anamnesis y exploración física.
- Semana 3-4: resolución de casos clínicos complejos, donde los estudiantes diagnostican y proponen tratamientos asistidos por IA, analizando parámetros de laboratorio y signos vitales virtuales.
- Semana 5: trabajo colaborativo en equipo, integrando infografías y podcasts para la presentación de casos clínicos complejos, con retroalimentación inmediata de IA.
- Semana 6: evaluación final mediante simulación integral de guardia médica virtual, con informes automáticos generados por los agentes de IA sobre desempeño clínico, decisiones médicas y habilidades profesionales.

Resultados esperados

1. Mejora en competencias clínicas: razonamiento diagnóstico, planificación de tratamiento y manejo de emergencias médicas.
2. Incremento de competencias digitales: uso eficiente de IA, herramientas multimediales y gestión de información clínica.
3. Aprendizaje seguro y adaptativo: práctica médica sin riesgo para pacientes reales, con retroalimentación inmediata.
4. Desarrollo de habilidades transversales: trabajo en equipo, comunicación profesional y pensamiento crítico aplicado.

Análisis de Datos

1. Estadísticas descriptivas: medias, desviaciones estándar y rangos para CPME, ECD y desempeño académico.
2. Comparaciones Pre-Post: *t-test* de muestras relacionadas para percepción y competencias.
3. Normalidad y homogeneidad: prueba *t* de student.
4. Correlaciones: coeficiente Spearman entre competencias digitales y desempeño académico.
5. Nivel de significancia: $p < .05$.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

Variable	Media Pre	Media Post	DE Pre	DE Post
Percepción (CPME)	3.04	4.12	0.66	0.58
Competencias digitales	3.02	3.94	0.71	0.63
Desempeño académico	3.15	4.05	0.59	0.55

Tabla 2. Comparaciones Pre-Post

Variable	t	p
Percepción (CPME)	8.92	<.001
Competencias digitales	7.81	<.001
Desempeño académico	6.74	<.001

Interpretación: Los resultados muestran incrementos significativos en percepción, competencias digitales y desempeño académico tras la intervención en el metaverso coasistido por IA.

Correlación: Competencias digitales y desempeño académico: $r_s = .42$, $p < .01$ → correlación positiva significativa.

El Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial (IA) es un ecosistema digital tridimensional, adaptativo e interconectado, diseñado para la enseñanza y el aprendizaje profesional del siglo XXI, en el cual los estudiantes interactúan con entornos simulados, recursos multimediales y agentes inteligentes que coasisten el proceso educativo de manera personalizada y dinámica.

Este metaverso trasciende la simple recreación virtual de laboratorios o aulas, incorporando IA como co-actor pedagógico, capaz de:

1. Analizar el desempeño individual y colectivo de los estudiantes en tiempo real.
2. Generar rutas de aprendizaje personalizadas, ajustando la dificultad, los contenidos y los recursos a cada perfil cognitivo y nivel de competencia.
3. Retroalimentar activamente, ofreciendo sugerencias, correcciones y materiales complementarios, tales como podcasts, infografías, simulaciones y ejercicios prácticos.
4. Integrar herramientas multimediales y tecnológicas (IoT, CAD, neurohackers educativos, aulas virtuales, Google Drive) para replicar procesos profesionales de manera segura y eficiente.

5. Fomentar competencias transversales y profesionales, incluyendo resolución de problemas complejos, trabajo colaborativo, pensamiento crítico, gestión de información y toma de decisiones basada en evidencia.

En este ecosistema, el aprendizaje es activo, adaptativo y co-creado, donde el estudiante interactúa simultáneamente con:

- Entornos tridimensionales simulados, que permiten experimentar procedimientos profesionales de manera segura.
- Agentes de IA, que actúan como mentores, tutores y evaluadores, potenciando la autonomía y la autorregulación del estudiante.
- Recursos multimediales, que facilitan la comprensión de conceptos complejos a través de canales visuales, auditivos y kinestésicos.

El Metaverso coasistido por IA se distingue de los entornos virtuales tradicionales por su capacidad de personalización inteligente y analítica, transformando la información en experiencias significativas y contextualizadas según los objetivos de la profesión. Es, por tanto, un puente entre teoría y práctica profesional, permitiendo que los estudiantes desarrollen competencias técnicas, digitales y cognitivas de manera integrada y segura.

En síntesis, se puede definir como: Un ecosistema digital interactivo, adaptativo y coasistido por inteligencia artificial, que integra entornos tridimensionales, agentes inteligentes y recursos multimediales para potenciar la enseñanza y el aprendizaje profesional, facilitando experiencias prácticas, personalizadas y colaborativas que desarrollan competencias técnicas y transversales en los estudiantes del siglo XXI.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan un impacto significativo del metaverso coasistido por inteligencia artificial (IA) en la percepción de los estudiantes, competencias digitales y desempeño académico en un contexto de formación profesional en Ingeniería Mecánica. Estos hallazgos se alinean y, en algunos casos, amplían los planteamientos teóricos y empíricos presentes en la literatura actual sobre educación digital, metaverso y tecnologías IA aplicadas a la enseñanza superior.

Una de las primeras evidencias claras observadas fue el incremento estadísticamente significativo en la percepción de los estudiantes respecto al uso del metaverso como entorno educativo (véase Tabla 2). Esta percepción mejoró de manera consistente tras la intervención de seis semanas, lo cual es congruente con los resultados de investigaciones que señalan que los entornos virtuales enriquecidos con IA pueden aumentar la motivación, el compromiso y la satisfacción de los estudiantes con el proceso de aprendizaje

(Ali, Soliman, Weahama & Assalihee, 2024; *Students' perceptions of metaverse-enhanced self-regulated learning*, 2025). Estos estudios sugieren que la presencia de agentes de IA que responden en tiempo real y facilitan rutas de aprendizaje personalizadas genera una experiencia educativa más atractiva y estimulante que los métodos tradicionales de aula.

Asimismo, el incremento en competencias digitales —medido con el instrumento ECD-Holguín— respalda la tesis de que la exposición sostenida a un ecosistema digital coasistido por IA fortalece habilidades tecnológicas clave. La literatura indica que la alfabetización digital no se limita al uso básico de herramientas, sino que incluye la capacidad de interactuar con sistemas inteligentes, analizar datos, resolver problemas complejos y gestionar información de forma crítica (Nguyen, Huynh, Dang et al., 2025; Soleimani Far, 2025). En este estudio, los estudiantes no solo desarrollaron habilidades operativas —por ejemplo, navegar en un entorno 3D o usar Google Drive y aulas virtuales— sino que también aumentaron su capacidad para aplicar herramientas de IA como GPT-4 o Copilot en la resolución de problemas de ingeniería concretos, lo cual propone una dimensión superior de competencia digital en consonancia con perspectivas de la educación 4.0.

El desempeño académico mejorado en tareas prácticas y evaluaciones integradas dentro del metaverso es otro hallazgo central. Aquí, la correlación positiva moderada entre competencias digitales y desempeño académico ($r_s = .42, p < .01$) indica que estudiantes con mayores competencias tecnológicas tienden a beneficiarse más de la experiencia de aprendizaje en el metaverso coasistido. Esto coincide con investigaciones previas que postulan que la eficacia del aprendizaje digital depende, en parte, de un adecuado nivel de competencias previas que permitan al estudiante aprovechar herramientas avanzadas (Li & Yu, 2023; Tsai, 2023). En este sentido, la capacitación inicial en el uso de las herramientas—como parte de las primeras semanas del módulo—parece haber sido un factor determinante para que los estudiantes se integraran de manera efectiva a las actividades propuestas.

Una característica esencial del metaverso aplicado en este estudio fue su capacidad para simular escenarios realistas de ingeniería, permitiendo a los estudiantes interactuar con procesos mecánicos complejos sin riesgos. Esta simulación segura es un valor añadido que ha sido resaltado en la literatura, especialmente en estudios que exploran aplicaciones del metaverso en educación superior, donde se destacan beneficios como la posibilidad de realizar prácticas sin los costos y riesgos asociados a laboratorios físicos reales (Humaira, Haq & Fitri, 2024; Ninabanda Pambabay, Zambrano Cueva & Carrión León, 2024). En nuestro caso, la integración de sensores IoT virtuales para medir parámetros como temperatura, fuerza o vibración permitió a los estudiantes experimentar con análisis de datos reales

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI/AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century/Metaverso Coasistido por Inteligência Artificial: Um Ecossistema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI dentro del entorno digital, fortaleciendo no solo competencias técnicas sino también el juicio profesional aplicado.

Los agentes de IA, integrados en el metaverso, jugaron un papel determinante en el proceso de enseñanza-aprendizaje al proporcionar retroalimentación inmediata, guía adaptativa y apoyo cognitivo. Este aspecto se alinea con el paradigma de IA mediada, donde la tecnología no solo entrega contenido, sino que también actúa como facilitador del aprendizaje autorregulado y personalizado (Ramírez-Mera & Ángel-Rueda, 2025; Reinders, Lan & Qi, 2025). Por ejemplo, agentes como Grok y Geminis no solo ofrecieron respuestas a preguntas, sino que identificaron patrones de error y recomendaron recursos específicos —como infografías o podcasts— para reforzar áreas de dificultad. Esta aproximación coasistida potencia la autonomía del estudiante al permitirle gestionar sus propias rutas de aprendizaje, lo que es un componente clave en la formación profesional avanzada.

Además, la integración de recursos multimediales (infografías, podcasts, neurohackers educativos) facilitó la adquisición de conocimiento desde múltiples canales sensoriales y cognitivos. La literatura en educación multimodal sostiene que combinar texto, audio y visuales amplía las oportunidades de comprensión profunda y retención a largo plazo (Humaira et al., 2024; Soleimani Far, 2025). En el contexto del metaverso coasistido, estos recursos actuaron como mediadores pedagógicos complementarios que reforzaron los contenidos prácticos tratados en simulaciones.

Es importante resaltar que, aunque los resultados son altamente prometedores, también presentan desafíos que coinciden con la literatura. La implementación de metaversos educativos requiere infraestructura tecnológica adecuada, formación docente especializada y políticas institucionales claras para garantizar su sostenibilidad (Nguyen et al., 2025; *Students' perceptions of metaverse-enhanced self-regulated learning*, 2025). Por ejemplo, algunos estudiantes expresaron en evaluaciones cualitativas iniciales dificultades para gestionar el tiempo dentro del entorno virtual, lo que sugiere la necesidad de estrategias pedagógicas que integren explícitamente la autorregulación del tiempo de estudio y la planificación estratégica.

En síntesis, los hallazgos de este estudio respaldan la tesis de que un metaverso coasistido por IA, diseñado como un ecosistema digital integral, puede transformar la enseñanza profesional en ingeniería al mejorar la percepción del aprendizaje, fortalecer competencias digitales y potenciar el rendimiento académico. Este enfoque no solo es compatible con las tendencias internacionales en educación digital, sino que también contribuye a un cuerpo de evidencia emergente que enfatiza la cooperación entre

humanos y sistemas inteligentes como motor de aprendizaje significativo en contextos profesionales (Alonso, Cruz y Olaya, 2020, Almeman et al., 2025; Ali et al., 2024).

Conclusiones

El metaverso coasistido por IA incrementa significativamente la percepción de los estudiantes, competencias digitales y desempeño académico en Ingeniería Mecánica y Medicina. Su integración representa un ecosistema educativo profesional adaptativo, donde la IA guía el aprendizaje, personaliza rutas y potencia el desarrollo de habilidades técnicas y transversales. Se recomienda su implementación sistemática en la educación superior, con seguimiento institucional, formación docente y análisis ético de uso de IA.

Referencias

- Ali, R. A., Soliman, M., Weahama, M. R., & Assalihee, M. (2024). *Investigating continuous intention to use metaverse in higher education institutions: A dual-staged structural equation modeling-artificial neural network approach*. *Smart Learning Environments*. <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-024-00357-y>
- Almeman, K., El Ayeub, F., Berrima, M., Issaoui, B., & Morsy, H. (2025). The integration of AI and metaverse in education: A systematic literature review. *Applied Sciences*, *15*(2), 863. <https://doi.org/10.3390/app15020863>
- Alonso, L. A.; Cruz, M. A., Olaya, J. (2020). Dimensiones del proceso de enseñanza – aprendizaje para la formación profesional. *Luz*, (19)2, <http://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1032>
- Humaira, A., Haq, M. J., & Fitri, T. N. (2024). Metaverse in higher education. *Hipkin Journal of Educational Research*, *1*(1), 87–100. <https://doi.org/10.64014/hipkin-jer.v1i1.8>
- Li, M., & Yu, Z. (2023). A systematic review on the metaverse-based blended English learning. *Frontiers in Psychology*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1087508>
- Nguyen, A., Huynh, L., Dang, B., et al. (2025). Conceptualizing and enhancing metaverse literacy for education. *Education and Information Technologies*, *30*, 17133–17153. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13486-9>
- Ninabanda Pambabay, D. I., Zambrano Cueva, J. C., & Carrión León, D. I. (2024). El metaverso como entorno emergente de aprendizaje en la educación superior: aportes teóricos, desafíos y perspectivas. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando* *2* (4). <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/889>

Metaverso coasistido por Inteligencia Artificial: un ecosistema digital para la enseñanza-aprendizaje profesional del siglo XXI/AI-Assisted Metaverse: A Digital Ecosystem for Professional Teaching and Learning in the 21st Century/Metaverso Coasistido por Inteligência Artificial: Um Ecossistema Digital para o Ensino e Aprendizagem Profissional do Século XXI

Ramírez-Mera, U. N., & Ángel-Rueda, C. J. (2025). Lo esencial sobre la IA y metaversos en educación: más allá de la moda tecnológica. *Eduscientia*.

<https://www.eduscientia.com/index.php/journal/article/view/591>

Soleimani Far, M. (2025). Artificial intelligence, innovative educational technologies, and transformation in classroom assessment. *Metaversalize*.

<https://doi.org/10.22105/metaverse.v2i2.70>

Tsai, Y.-C. (2023). *Learner-centered analysis in educational metaverse environments: Exploring value exchange systems through natural interaction and text mining*. <https://arxiv.org/abs/2305.08326>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Declaración de contribución de autoría

Luis Aníbal Alonso Betancourt: Conceptualización: Conceptualización, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Validación, Visualización, Supervisión, Redacción de borrador original.

Edilio Silva Velasco: Investigación, Metodología, Curación de datos, Análisis formal, Redacción, Recursos.

Jorge Luis Pinargote López: Investigación, Metodología, Curación de datos, Análisis formal, Redacción, Recursos.