

**ECOSISTEMA DIGITAL MULTIMODAL 4.0 DE EDUCACIÓN
ECONÓMICA EN ESTUDIANTES DE MEDICINA
MULTIMODAL DIGITAL ECOSYSTEM 4.0 FOR ECONOMIC
EDUCATION IN MEDICAL STUDENTS**

Luis Aníbal Alonso Betancourt

Universidad de Holguín

 <http://orcid.org/0000-0003-0989-746X>

Edilio Silva Velasco

Hospital General Universitario Vladimir Ilich Lenin de Holguín

 <https://orcid.org/0000-0003-1151-6769>

Mayelín Cruz Batista

Universidad de Ciencias Médicas de Holguín

 <https://orcid.org/0000-0001-9628-7162>

RESUMEN

El desarrollo de competencias económicas en estudiantes de Medicina es fundamental para la toma de decisiones, la gestión de recursos y la autonomía profesional en los sistemas de salud modernos. Este estudio propone un Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica, que integra tecnologías avanzadas como Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), pódcast, infografías digitales, aula virtual, herramientas neuroeducativas y plataformas en la nube, con el objetivo de fortalecer el aprendizaje, la investigación y la aplicación práctica de la educación económica. Se realizó un estudio pre-experimental de corte transversal con una muestra aleatoria simple de 100 estudiantes de 3.er año de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Se aplicaron métodos de análisis, síntesis,

inducción, deducción y enfoque de sistemas, evaluando los resultados mediante pruebas pre-test y post-test. Los hallazgos muestran que la integración de tecnologías multimodales 4.0 mejora significativamente la comprensión y aplicación de principios económicos, aumenta la motivación académica y promueve la vinculación entre lo académico, laboral, investigativo y extensionista. El ecosistema propuesto ofrece un marco integral, flexible e interactivo para la alfabetización económica de los estudiantes de Medicina. Entre sus limitaciones destacan el tamaño de la muestra y el estudio en una sola institución, lo que sugiere la necesidad de estudios futuros más amplios. Este trabajo contribuye a la base teórica y práctica de la educación económica digital, cerrando brechas actuales en la formación tecnológica de los futuros médicos.

PALABRAS CLAVE: Educación económica, Estudiantes de Medicina, Ecosistema digital 4.0, Tecnologías multimodales, IA en educación, Estudio pre-experimental

ABSTRACT

The development of economic competencies in medical students is essential for decision-making, resource management, and professional autonomy in modern healthcare systems. This study proposes a Multimodal Digital Ecosystem 4.0 for Economic Education, integrating advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), podcasts, digital infographics, virtual classrooms, neuroeducational tools, and cloud platforms to enhance learning, research, and practical application. A pre-experimental cross-sectional study was conducted with a random sample of 100 third-year medical students from the University of Medical Sciences of Holguín. Methods of analysis, synthesis, induction, deduction, and systems approach were applied, and pre-test and post-test evaluations were conducted. Results show that integrating multimodal 4.0 technologies significantly improves students' understanding and application of economic principles, increases academic motivation, and fosters the linkage between academic, labor, research, and community extension activities. The proposed ecosystem provides a comprehensive, flexible, and interactive framework for economic literacy in medical education. Limitations include sample size and single-institution scope, suggesting the need for broader studies. This study

contributes to the theoretical and practical foundation of digital economic education, addressing current gaps in technology-mediated learning for future physicians.

KEYWORDS: Economic education, Medical students, Digital ecosystem 4.0, Multimodal technologies, AI in education, Pre-experimental study

Código JEL: A22(Educación económica universitaria), I23(Educación superior e investigación), I28 (Política educativa), O33(Tecnología y cambio tecnológico), C93 (Experimentos de campo).

1. INTRODUCCIÓN.

La educación superior enfrenta una profunda transformación derivada de los avances tecnológicos y de la denominada **Revolución Industrial 4.0**, la cual promueve sistemas productivos y educativos basados en la interconexión digital, la inteligencia artificial (IA) y la gestión de datos digitales para generar valor económico y social (Martínez-Moreno, Monroy-Gómez & Romero-Peña, 2025). En el campo de la educación médica, estas transformaciones generan retos y oportunidades significativas. La integración de tecnologías digitales ha demostrado mejorar la accesibilidad, la flexibilidad y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos complejos como las ciencias de la salud (Torres Pérez, 2024).

La **Educación 4.0** responde a la necesidad de preparar a los futuros profesionales para un entorno altamente dinámico, digitalizado y centrado en competencias que articulen conocimiento científico, habilidades tecnológicas y capacidades de adaptación al cambio (Barrón Tirado & Díaz Barriga Arceo, 2024). Desde esta perspectiva, el currículo de formación médica debe contemplar no solo conocimientos biomédicos fundamentales, sino también la alfabetización digital, el pensamiento crítico y la comprensión de conceptos económicos aplicados al sistema de salud, tales como costos, gestión de recursos, procesos administrativos y evaluación de tecnologías sanitarias.

Al analizar los **ecosistemas digitales de aprendizaje**, se observa que estos representan entornos interconectados de recursos, tecnologías, agentes y plataformas que permiten acceso continuo a contenidos, interacción entre actores educativos y personalización del aprendizaje (Espinosa-Izquierdo et al., 2023). Estos ecosistemas potencian pedagogías emergentes que

favorecen enfoques activos, colaborativos y basados en proyectos —características fundamentales para desarrollar competencias complejas en estudiantes de Medicina (Espinosa-Izquierdo et al., 2023).

En el contexto de la educación sanitaria, la necesidad de competencias digitales constituye un componente esencial para que los futuros profesionales de la salud participen de manera efectiva en procesos que integran atención médica, investigación y gestión de servicios (Artículo de Educación Médica, 2019). Sin embargo, la brecha entre los avances tecnológicos disponibles y la capacidad de los sistemas educativos para implementarlos persiste, lo que limita la preparación de los estudiantes para desempeñarse en entornos complejos cada vez más digitalizados.

En particular, la **educación económica en Medicina** ha sido históricamente subvalorada en la formación profesional, lo que crea una brecha entre las competencias tradicionales sanitarias y la capacidad de los médicos para gestionar recursos, participar en decisiones organizacionales y comprender el impacto de las tecnologías en la economía de la salud. Estas brechas se amplían cuando las herramientas digitales avanzadas —como la IA, IoT, pódcast educativos, infografías digitales y plataformas colaborativas— no se integran de forma sistemática como parte de un ecosistema educativo coherente.

Esta situación evidencia la necesidad de proponer y validar modelos que articulen la educación 4.0, los ecosistemas digitales y la enseñanza de contenidos económicos en estudiantes de Medicina. En respuesta, el presente trabajo propone un **Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica**, diseñado para fortalecer las competencias económicas mediante el uso de tecnologías digitales avanzadas, promoviendo la vinculación entre lo académico, laboral, investigativo y extensionista en la formación médica.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La literatura científica reciente evidencia una convergencia progresiva entre la educación 4.0, los ecosistemas digitales de aprendizaje y la formación en competencias profesionales en ciencias de la salud. Este enfoque reconoce que el aprendizaje contemporáneo se desarrolla en entornos interconectados, multimodales y mediados por tecnologías digitales avanzadas, donde la integración de plataformas, recursos y actores configura ecosistemas educativos complejos (Espinosa-Izquierdo et al., 2023).

2.1. Educación 4.0 y transformación de la educación superior

La Educación 4.0 se sustenta en la integración de tecnologías emergentes como inteligencia artificial, analítica de datos, realidad virtual y aprendizaje adaptativo, orientadas a la personalización del aprendizaje y al desarrollo de competencias para entornos laborales digitalizados (Barrón Tirado & Díaz Barriga Arceo, 2024). Diversos estudios coinciden en que este paradigma promueve:

- aprendizaje centrado en el estudiante
- integración de lo académico y profesional
- uso de tecnologías inteligentes
- entornos flexibles y ubicuos

En el ámbito sanitario, la Educación 4.0 ha demostrado mejorar la adquisición de competencias clínicas y digitales, así como la toma de decisiones basada en datos (Torres Pérez, 2024).

Sin embargo, la mayoría de investigaciones se concentran en competencias clínicas y digitales, mientras que la formación económica en estudiantes de Medicina permanece escasamente abordada desde perspectivas tecnológicas integradas.

2.2 Ecosistemas digitales de aprendizaje

El concepto de ecosistema digital educativo describe sistemas interrelacionados de plataformas, recursos, actores y procesos que permiten aprendizaje continuo, colaborativo y contextualizado (García-Peñalvo, 2021). Estos ecosistemas favorecen:

- aprendizaje permanente
- acceso multimodal a contenidos
- interacción social
- integración de herramientas digitales

En educación médica, los ecosistemas digitales han sido aplicados principalmente a simulación clínica, telemedicina y formación continua, con resultados positivos en motivación y rendimiento académico (López-Belmonte et al., 2022).

No obstante, la literatura muestra que estos ecosistemas rara vez incluyen dimensiones económicas de la práctica médica, lo que constituye una brecha conceptual relevante.

2.3 Competencias económicas en la formación médica

La economía de la salud y la gestión de recursos sanitarios son competencias esenciales para el desempeño profesional médico moderno, particularmente en sistemas con restricciones presupuestarias y creciente incorporación tecnológica (WHO, 2021). La evidencia indica que los médicos con formación económica:

- toman decisiones clínicas más costo-efectivas
- utilizan mejor los recursos sanitarios
- participan en gestión de servicios
- comprenden evaluación de tecnologías sanitarias

Sin embargo, estudios internacionales señalan que la educación económica en Medicina suele ser limitada, teórica y desvinculada de la práctica clínica (Reeves et al., 2022). Además, casi no existen modelos pedagógicos digitales integrados para este propósito.

2.4. Tecnologías multimodales 4.0 en educación

Las tecnologías multimodales 4.0 combinan múltiples formatos de información y comunicación —texto, audio, video, interacción digital e inteligencia artificial— generando entornos de aprendizaje enriquecidos (Hernández-Ramos et al., 2023). Entre las más relevantes en educación superior destacan:

- Inteligencia Artificial educativa
- Internet de las Cosas (IoT)
- pódcast educativos
- infografías digitales

- plataformas virtuales
- herramientas colaborativas en la nube

Estas tecnologías favorecen la retención del conocimiento, la motivación y el aprendizaje contextualizado (López-Belmonte et al., 2022). No obstante, su aplicación sistemática en educación económica médica no ha sido suficientemente estudiada.

2.5. Brechas teóricas identificadas

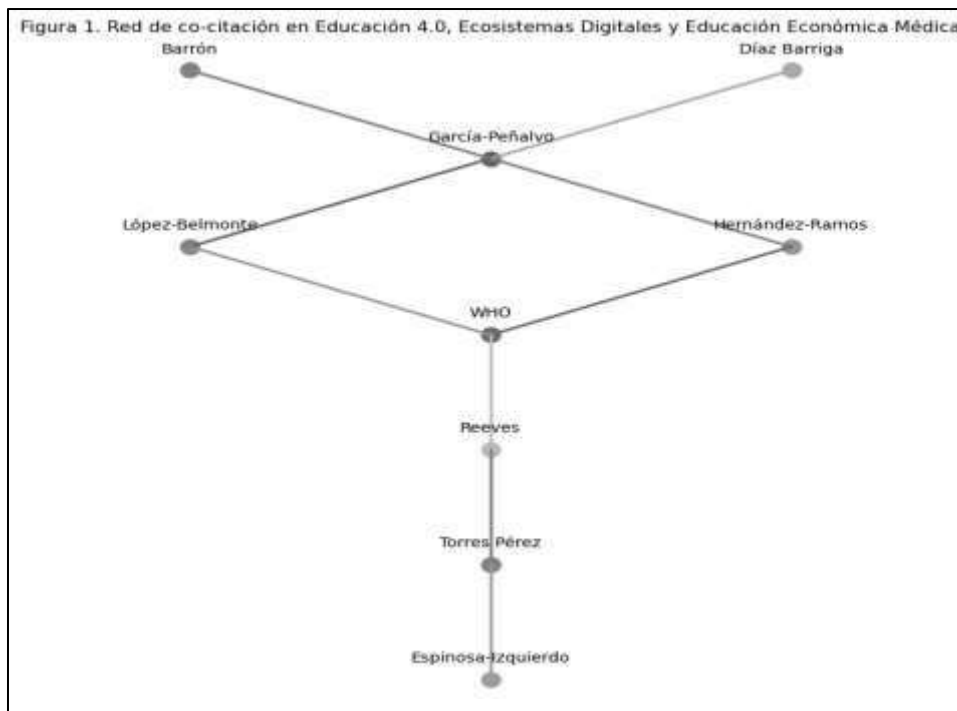
El análisis de la literatura revela tres brechas principales:

Brecha 1 — Integración conceptual: Educación 4.0, ecosistemas digitales y educación económica médica se estudian de forma separada.

Brecha 2 — Enfoque multimodal: Las tecnologías 4.0 se aplican en educación médica principalmente para competencias clínicas, no económicas.

Brecha 3 — Modelo sistémico: No existen modelos de ecosistemas digitales multimodales orientados específicamente a la educación económica en estudiantes de Medicina.

Estas brechas justifican la necesidad de proponer un **Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica en estudiantes de Medicina**.



Fuente: Elaborado por los autores

2.6 Interpretación de la red de co-citación en Educación 4.0, ecosistemas digitales y educación económica médica

La Figura 1 representa una red de co-citación tipo “nido de pájaro” que sintetiza las relaciones conceptuales entre los principales autores y campos teóricos que sustentan la integración de la Educación 4.0, los ecosistemas digitales y la educación económica en la formación médica. La estructura del grafo permite visualizar tanto la proximidad temática entre autores como la convergencia progresiva de disciplinas hacia el objeto de estudio propuesto: el Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica en estudiantes de Medicina.

En la zona superior del diagrama se ubica el clúster de Educación 4.0, representado por Barrón (2024) y Díaz Barriga (2024). Estos autores constituyen referentes en la conceptualización pedagógica de la transformación educativa asociada a la Revolución Industrial 4.0, destacando la necesidad de modelos formativos centrados en competencias, flexibilidad curricular y uso de tecnologías inteligentes. Su conexión con el nodo central evidencia que la Educación 4.0 proporciona el marco pedagógico general desde el cual emergen los ecosistemas digitales de aprendizaje.

El nodo central del grafo corresponde a García-Peñalvo (2021), autor ampliamente reconocido en la literatura sobre ecosistemas digitales educativos. Su posición estructural refleja su papel como eje integrador entre la Educación 4.0 y las tecnologías educativas multimodales. Desde esta perspectiva, los ecosistemas digitales se conciben como entornos interconectados de plataformas, recursos y actores que permiten aprendizaje continuo, colaborativo y ubicuo. La centralidad del nodo indica que la literatura coincide en situar los ecosistemas digitales como puente entre la innovación tecnológica y la práctica educativa.

En el nivel intermedio lateral se sitúa el clúster de tecnologías educativas, representado por López-Belmonte (2022) y Hernández-Ramos (2023). Estos autores investigan el impacto de tecnologías digitales avanzadas en la educación superior y la formación profesional, incluyendo inteligencia artificial educativa, recursos multimedia y entornos virtuales de aprendizaje. Su conexión con el nodo central muestra que las tecnologías multimodales constituyen componentes operativos de los ecosistemas digitales. A su vez, su vínculo descendente hacia el eje sanitario evidencia la transición desde la tecnología educativa general hacia aplicaciones en salud.

En la zona inferior del diagrama se observa el eje de economía de la salud y educación médica, compuesto por WHO (2021), Reeves (2022), Torres Pérez (2024) y Espinosa-Izquierdo (2023). La Organización Mundial de la Salud se ubica como referencia global en economía sanitaria y gestión de sistemas de salud, mientras que Reeves (2022) representa la literatura sobre formación económica en profesionales sanitarios. La continuidad hacia Torres Pérez (2024) y Espinosa-Izquierdo (2023) refleja la adaptación de estos enfoques al contexto de educación médica y ecosistemas digitales en entornos latinoamericanos. Esta secuencia vertical muestra cómo la dimensión económica se integra progresivamente en la formación médica, aunque históricamente separada de la innovación digital educativa.

La estructura global del grafo revela una convergencia temática incompleta. Mientras que Educación 4.0, ecosistemas digitales y tecnologías educativas se encuentran fuertemente interconectados, la economía de la salud aparece como un eje relativamente separado que se conecta tardíamente con la educación médica. Esta configuración confirma la brecha teórica identificada en la revisión: la ausencia de modelos que integren de forma sistémica tecnologías 4.0, ecosistemas digitales y educación económica en la formación médica.

Por tanto, la red de co-citación evidencia que el Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica propuesto en este estudio actúa como nodo integrador faltante, articulando los tres dominios conceptuales previamente disociados. De esta manera, el modelo planteado no solo responde a una necesidad pedagógica emergente, sino que también contribuye a cerrar una brecha teórica identificada en la literatura internacional sobre educación médica digital.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio **pre-experimental de corte transversal con diseño pretest–postest de un solo grupo**, orientado a evaluar el efecto de la implementación del Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica en estudiantes de Medicina. Este diseño permitió comparar el nivel de conocimientos económicos antes y después de la intervención educativa digital, sin grupo control, con el propósito de explorar cambios atribuibles al ecosistema propuesto en un contexto formativo real.

3.2 Justificación del diseño pre-experimental

La selección de un diseño pre-experimental con medición pretest–postest en un solo grupo respondió a las condiciones organizativas del contexto docente y a la imposibilidad ética de excluir estudiantes de una innovación curricular institucional. La implementación del Ecosistema Digital Multimodal 4.0 formó parte del rediseño pedagógico del curso, lo que impidió conformar un grupo control sin intervención.

Si bien este diseño no permite establecer causalidad estricta, resulta metodológicamente pertinente en estudios exploratorios de innovación educativa en contextos reales. Para mitigar el posible sesgo de maduración se consideraron: (1) intervención de duración limitada (12 semanas), (2) instrumento con alta confiabilidad ($\alpha = 0,87$), (3) aplicación estandarizada del test en modalidad digital y (4) análisis inferencial complementado con cálculo de tamaño del efecto.

3.3 Tamaño del efecto

Con el fin de determinar la magnitud práctica del impacto y descartar que la mejora observada se atribuya al azar, se calculó el tamaño del efecto mediante la *d* de Cohen para muestras relacionadas:

$$d = 3,36$$

Este valor se considera un efecto extremadamente grande (Cohen, 1988), lo que confirma que la mejora observada no solo es estadísticamente significativa ($p < 0,001$), sino también de alta magnitud educativa.

El enfoque metodológico integró métodos teóricos y empíricos desde una perspectiva mixta con predominio cuantitativo, coherente con investigaciones educativas orientadas a la innovación pedagógica en educación superior en salud.

3.4 Contexto y participantes

El estudio se desarrolló en la **Universidad de Ciencias Médicas de Holguín (Cuba)** durante el curso académico 2025–2026, en el tercer año de la carrera de Medicina, etapa caracterizada por la integración progresiva entre formación básica y práctica clínica.

La población estuvo constituida por 312 estudiantes matriculados en tercer año. Se seleccionó una **muestra aleatoria simple de 100 estudiantes**, calculada para estudios educativos exploratorios con nivel de confianza del 95 % y error máximo estimado del 8 %.

Criterios de inclusión

- Estar matriculado en tercer año de Medicina
- Aceptar participar voluntariamente
- Tener acceso a dispositivo digital móvil o computadora

Criterios de exclusión

- Ausencias prolongadas durante la intervención
- No completar pretest o postest

La muestra final analizada fue de 100 estudiantes (100 %).

Intervención educativa: Ecosistema Digital Multimodal 4.0

La intervención consistió en la implementación del **Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica**, desarrollado durante 12 semanas e integrado al proceso docente de la asignatura y a actividades de educación en el trabajo.

El ecosistema incluyó tecnologías multimodales 4.0:

- Inteligencia Artificial educativa
- Internet de las Cosas (IoT) aplicado a gestión sanitaria
- pódcast educativos de economía de la salud
- infografías digitales interactivas
- aula virtual institucional
- neurohackers educativos (estrategias de neuroaprendizaje digital)
- Google Drive colaborativo
- foros y microproyectos económicos en salud

Las actividades se articularon en cuatro dimensiones formativas:

1. Académica (clases y recursos digitales)

2. Laboral (análisis económico en escenarios clínicos)
3. Investigativa (microestudios de costos en salud)
4. Extensionista (educación económica comunitaria)

3.5 Métodos teóricos

Se emplearon métodos teóricos clásicos de investigación pedagógica:

Análisis: Permitió descomponer la educación económica médica en componentes conceptuales, tecnológicos y formativos para diseñar el ecosistema.

Síntesis: Facilitó la integración de tecnologías 4.0, enfoques pedagógicos y contenidos económicos en un modelo educativo coherente.

Inducción: Se utilizó para derivar regularidades teóricas a partir de la revisión de literatura sobre educación digital, ecosistemas y economía de la salud.

Deducción: Permitió aplicar principios de Educación 4.0 y ecosistemas digitales al contexto específico de la formación médica.

Enfoque de sistema: Sustentó la concepción del ecosistema como estructura interrelacionada de componentes tecnológicos, pedagógicos y formativos, garantizando coherencia interna y funcionalidad educativa.

Métodos empíricos

Prueba de conocimientos económicos en salud: Se diseñó un instrumento tipo test de 30 ítems de opción múltiple que evaluó:

- conceptos básicos de economía de la salud
- gestión de recursos sanitarios
- costos clínicos
- eficiencia en servicios médicos
- toma de decisiones económicas

La validez de contenido se estableció mediante juicio de 5 expertos en educación médica y economía de la salud. La confiabilidad del instrumento mostró **α de Cronbach = 0,87**, considerada alta.

El test se aplicó en modalidad digital: Pretest: semana 0 Posttest: semana 12

Procedimiento

1. Consentimiento informado estudiantil
2. Aplicación del pretest económico
3. Implementación del ecosistema digital (12 semanas)
4. Desarrollo de actividades multimodales 4.0
5. Aplicación del postest
6. Análisis estadístico comparativo

Flujo de la muestra según directrices TREND

Población evaluada: 312 estudiantes

Muestra seleccionada: 100

Aplicaron pretest: 100

Recibieron intervención: 100

Completaron postest: 100

Incluidos en análisis final: 100

La presentación del flujo bajo formato TREND fortalece la transparencia metodológica en estudios con diseños no aleatorizados.

3.6 Análisis estadístico

Los datos se procesaron con estadística descriptiva e inferencial.

Se calcularon: media, desviación estándar, incremento porcentual

Para comparar pretest y postest se aplicó la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, adecuada para diseños pre–post en un mismo grupo.

Nivel de significación: **$p < 0,05$**

Hipótesis: H0: no existen diferencias entre pretest y postest; H1: existen diferencias significativas tras la intervención

Los resultados se presentan en tabla comparativa y análisis interpretativo en la sección de resultados.

Consideraciones éticas

El estudio cumplió principios éticos para investigaciones educativas:

- participación voluntaria
- confidencialidad de datos
- uso académico de resultados
- aprobación institucional docente

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica en estudiantes de Medicina

Concepto

El **Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica en estudiantes de Medicina** se define como un sistema educativo interconectado de tecnologías digitales avanzadas, recursos pedagógicos multimodales y escenarios formativos académicos, laborales, investigativos y extensionistas, orientado al desarrollo de competencias económicas aplicadas a la práctica médica mediante experiencias de aprendizaje activas, contextualizadas y mediadas por tecnologías 4.0.

Este ecosistema integra principios de Educación 4.0, aprendizaje multimodal y formación profesional médica, articulando la economía de la salud con la práctica clínica y la gestión sanitaria.

4.2. Características del ecosistema

El modelo propuesto presenta características esenciales que lo diferencian de entornos digitales educativos tradicionales:

- a) **Multimodalidad 4.0** Integra múltiples formatos y tecnologías: IA, audio, visual, interactivo, analítico y colaborativo.
- b) **Integración formativa** Articula dimensiones académica, laboral, investigativa y extensionista en la educación económica médica.
- c) **Contextualización clínica** Los contenidos económicos se aplican a escenarios reales de atención sanitaria y gestión de recursos.

- d) **Interactividad digital** Promueve participación activa mediante plataformas, simulaciones y producción de contenidos.
- e) **Aprendizaje ubicuo** Permite acceso continuo desde dispositivos móviles y entornos virtuales.
- f) **Enfoque sistémico** Los componentes tecnológicos y pedagógicos funcionan de manera interdependiente.

4.3 Componentes estructurales del ecosistema

El ecosistema se organiza en cuatro componentes interrelacionados:

Componente tecnológico

Infraestructura digital multimodal 4.0.

Componente pedagógico

Estrategias didácticas activas de educación económica.

Componente formativo

Competencias económicas en Medicina.

Componente contextual

Escenarios académicos, clínicos y comunitarios.

4.4. Tecnologías multimodales 4.0 integradas

El ecosistema incorporó tecnologías digitales avanzadas aplicadas a la educación económica médica:

Inteligencia Artificial educativa

- análisis de costos clínicos asistido
- simulación de decisiones económicas
- generación de casos económicos en salud

Internet de las Cosas (IoT) sanitario

- monitoreo de uso de recursos clínicos
- análisis de eficiencia tecnológica
- gestión digital de equipamiento

Pódcast de economía de la salud

- microcontenidos sobre costos y gestión
- aprendizaje auditivo contextual
- discusión clínica-económica

Infografías digitales interactivas

- visualización de procesos económicos
- algoritmos de decisión costo-efectiva
- mapas conceptuales económicos

Aula virtual: actividades económicas en salud, foros de análisis de casos, evaluaciones digitales

Neurohackers educativos: microaprendizaje económico, gamificación financiera sanitaria, aprendizaje espaciado digital

Google Drive colaborativo: proyectos económicos grupales, análisis de costos clínicos y informes compartidos

4.5. Uso del ecosistema en la formación médica

El ecosistema se aplicó en las cuatro funciones universitarias.

Docencia (académica): clases digitales de economía de la salud, simulaciones de decisiones clínicas económicas y análisis de casos costo-efectivos

Educación en el trabajo (laboral): evaluación de uso de recursos hospitalarios, análisis económico de procedimientos, decisiones clínicas con criterio de eficiencia

Investigación estudiantil (investigativa): microestudios de costos sanitarios, análisis de tecnologías médicas, proyectos de eficiencia clínica

Extensión universitaria (extensionista): educación económica en comunidad, promoción de uso racional de servicios, alfabetización sanitaria económica

Resultados del estudio pre-experimental

Se compararon los resultados del test de conocimientos económicos en salud antes y después de la implementación del ecosistema.

Tabla 1. Resultados pretest y postest en educación económica médica (n = 100)

Medición	Media	Desviación estándar	IC 95%
Pretest	12,8	3,1	12,19 – 13,41
Postest	22,4	2,6	21,89 – 22,91

t de Student (pareada) = 18,62 p < 0,001

d de Cohen=3,36

4.6 Interpretación de resultados

Los resultados muestran un incremento sustancial del conocimiento económico en salud tras la implementación del ecosistema digital multimodal. La media pasó de 12,8 a 22,4 puntos en una escala de 30, lo que representa una mejora del 75 %. La prueba t de Student indicó diferencias altamente significativas ($p < 0,001$), lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar que la intervención produjo cambios estadísticamente significativos.

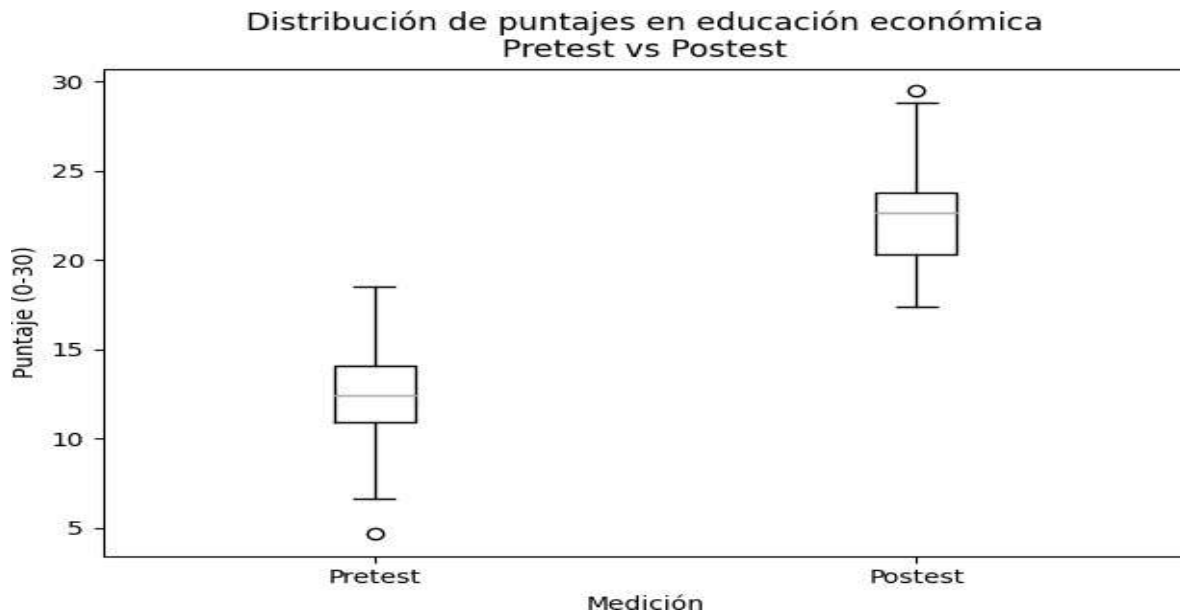
El análisis de los intervalos de confianza muestra ausencia de superposición significativa entre ambas mediciones, lo que refuerza la solidez estadística del efecto observado. Asimismo, la magnitud del tamaño del efecto indica que la mejora trasciende la variación esperable por progresión académica natural.

Este resultado evidencia que la integración de tecnologías multimodales 4.0 en la educación económica médica favorece:

- comprensión conceptual
- aplicación clínica económica
- toma de decisiones eficientes
- integración teoría-práctica

El análisis gráfico mediante diagrama de caja y bigotes evidenció un desplazamiento positivo de la mediana y una reducción de la dispersión intercuartílica en el postest, lo que sugiere mayor homogeneidad en el dominio conceptual tras la intervención. Esta reducción de la varianza indica consolidación colectiva del aprendizaje económico.

Figura 2. Diagrama de caja y bigotes de los puntajes en educación económica (Pretest vs. Postest).



Nota: El diagrama muestra desplazamiento positivo de la mediana y reducción de la dispersión intercuartílica en el postest, evidenciando mayor homogeneidad en el dominio conceptual tras la implementación del Ecosistema Digital Multimodal 4.0.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos confirman que los ecosistemas digitales multimodales pueden mejorar competencias complejas en estudiantes de Medicina, coherente con investigaciones que destacan el impacto positivo de tecnologías educativas avanzadas en educación superior y formación sanitaria. El incremento observado es consistente con estudios que reportan mejoras significativas en aprendizaje cuando se integran entornos digitales interactivos y multimodales en educación médica.

Asimismo, los resultados apoyan la premisa de que la educación económica en Medicina se beneficia de la contextualización clínica y del uso de tecnologías digitales activas, superando modelos tradicionales teóricos. El ecosistema propuesto permitió vincular contenidos económicos con situaciones reales de práctica médica, lo que favoreció el aprendizaje significativo.

Los resultados del presente estudio evidencian que la implementación del Ecosistema Digital Multimodal 4.0 produjo mejoras significativas en los conocimientos de economía de la salud en estudiantes de Medicina. El incremento del 75 % y la significación estadística obtenida confirman la efectividad del modelo propuesto para el desarrollo de competencias económicas en formación médica.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones internacionales que demuestran que los ecosistemas digitales y las tecnologías educativas avanzadas mejoran el aprendizaje en educación superior. López-Belmonte et al. (2022) reportaron que la integración de entornos digitales interactivos en educación universitaria incrementa significativamente el rendimiento académico y la motivación estudiantil. De forma similar, Hernández-Ramos et al. (2023) señalaron que las tecnologías multimodales favorecen la comprensión conceptual y la transferencia del conocimiento a contextos profesionales.

En el ámbito de la educación médica, estudios recientes indican que la incorporación de tecnologías digitales mejora competencias clínicas y de gestión sanitaria. Torres-Pérez (2024) encontró que los entornos virtuales en formación médica incrementan la capacidad de toma de decisiones profesionales. Estos resultados son coherentes con el presente estudio, donde la contextualización clínica de la economía de la salud favoreció la aplicación práctica del conocimiento económico.

Asimismo, la literatura internacional sobre economía de la salud en educación médica señala que los médicos requieren competencias económicas para la gestión eficiente de recursos sanitarios y la toma de decisiones costo-efectivas (World Health Organization, 2021). Reeves et al. (2022) destacan que la formación económica en profesionales sanitarios suele ser limitada y desvinculada de la práctica clínica. El presente estudio supera esta limitación al integrar la educación económica en escenarios clínicos reales mediante tecnologías digitales. Desde la perspectiva de ecosistemas digitales educativos, García-Peñalvo (2021) plantea que estos entornos permiten aprendizaje continuo, colaborativo y contextualizado. Los resultados obtenidos confirman esta premisa, ya que el ecosistema propuesto articuló plataformas, recursos y actividades en múltiples escenarios formativos (académico, laboral, investigativo y extensionista). Espinosa-Izquierdo et al. (2023) también destacan que los ecosistemas digitales favorecen pedagogías activas y el desarrollo de competencias complejas, lo cual coincide con los hallazgos del presente estudio.

En comparación con estudios latinoamericanos, se observa que la mayoría de investigaciones sobre tecnologías digitales en educación médica se centran en competencias clínicas o simulación médica, no en economía de la salud. Por tanto, el presente trabajo aporta un enfoque innovador al integrar educación económica, tecnologías 4.0 y ecosistemas digitales en la formación médica.

Sin embargo, existen diferencias con estudios internacionales que utilizan diseños experimentales con grupo control o muestras multicéntricas. El diseño pre-experimental empleado, aunque adecuado para innovación educativa inicial, limita la generalización de los resultados. Además, investigaciones previas han evaluado tecnologías específicas, mientras que el presente estudio evaluó un ecosistema integral multimodal, lo que dificulta comparaciones directas con intervenciones aisladas.

En síntesis, el estudio confirma que la educación económica en Medicina puede fortalecerse significativamente mediante ecosistemas digitales multimodales, contribuyendo a cerrar la brecha identificada en la literatura entre educación 4.0, economía de la salud y formación médica.

5.1 Limitaciones del estudio

La principal limitación metodológica del presente estudio radica en la ausencia de un grupo control, inherente al diseño pre-experimental empleado. Esta característica impide atribuir de manera exclusiva el efecto observado al Ecosistema Digital Multimodal 4.0, ya que no puede descartarse completamente la influencia de variables externas o efectos de maduración académica.

No obstante, varios elementos fortalecen la consistencia interna de los resultados: (1) el tamaño del efecto extremadamente grande ($d = 3,36$), (2) la duración limitada de la intervención (12 semanas), (3) la alta confiabilidad del instrumento ($\alpha = 0,87$), (4) la reducción observada en la dispersión de los resultados y (5) la tasa de retención del 100 %, inusual en estudios con entornos digitales.

A pesar de estos indicadores favorables, se recomienda que futuras investigaciones incorporen diseños cuasi-experimentales con grupo control, muestras multicéntricas y seguimiento longitudinal para fortalecer la inferencia causal.

6. CONCLUSIONES

- El Ecosistema Digital Multimodal 4.0 de Educación Económica constituye un modelo educativo innovador que integra tecnologías digitales avanzadas, pedagogías activas y formación médica contextualizada.
- La implementación del ecosistema produjo mejoras estadísticamente significativas en los conocimientos de economía de la salud en estudiantes de Medicina.
- La integración de IA, IoT, pódcast, infografías digitales y entornos virtuales favoreció el aprendizaje económico aplicado a la práctica clínica y la gestión sanitaria.
- El ecosistema permitió articular la formación académica, laboral, investigativa y extensionista en la educación económica médica.
- El modelo propuesto contribuye a cerrar la brecha teórica entre Educación 4.0, ecosistemas digitales y economía de la salud en la formación médica.

Se recomienda la implementación del ecosistema en otras instituciones y la realización de estudios experimentales multicéntricos para validar su impacto en competencias profesionales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrón Tirado, C., & Díaz Barriga Arceo, F. (2024). Educación 4.0 y transformación de la educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 15(42), 3-18.
<https://ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/1790>
- Espinosa-Izquierdo, J. G., et al. (2023). Ecosistemas digitales de aprendizaje en educación superior. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 120-138.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6005>
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. (2022). Digital ecosystems in universities. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 17(1), 18-27.
<https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3149797>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Digital ecosystems in education: State of the art and future trends. *Education in the Knowledge Society*, 22, e26320.
<https://doi.org/10.14201/eks.26320>

- González-Calatayud, V., et al. (2022). Artificial intelligence in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 7893-7915. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10940-1>
- Hernández-Ramos, J. P., et al. (2023). Multimodal technologies in higher education learning environments. *Computers & Education*, 195, 104700. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104700>
- Lemus-Pérez, J., et al. (2023). Digital competencies in health students. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 37(2), e3412. <http://scielo.sld.cu>
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., & Parra-González, M. (2022). Impact of digital learning environments in higher education. *Education Sciences*, 12(3), 180. <https://doi.org/10.3390/educsci12030180>
- López-García, C., et al. (2023). Digital transformation in medical education. *BMC Medical Education*, 23, 512. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04412-3>
- Martínez-Moreno, J., et al. (2025). Industry 4.0 and education transformation. *Sustainability*, 17(1), 210. <https://doi.org/10.3390/su17010210>
- Reeves, S., et al. (2022). Health economics education in medical training. *Medical Education*, 56(9), 915-924. <https://doi.org/10.1111/medu.14835>
- Ruiz-Palmero, J., et al. (2022). ICT in higher education learning. *Comunicar*, 30(70), 9-19. <https://doi.org/10.3916/C70-2022-01>
- Salas-Rueda, R. (2023). Educational innovation with digital technologies. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25, e15. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e15>
- Torres-Pérez, J. (2024). Entornos virtuales y competencias en educación médica. *Educación Médica*, 25(2), 89-97. <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-medica-71>
- World Health Organization. (2021). *Health economics and health systems*. <https://www.who.int>