



Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z

ICTs in Medical Education: Digital Transformation and Challenges for Generation Z

Mercedes Zamora Mallet*

✉ mercedeszamoramallet@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0005-8271-0042>

Yulkeidi Martínez Espinosa**

✉ yulkeidi@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2221-0650>

Nereyda Pérez Sánchez**

✉ nereyda@unica.cu

 <https://orcid.org/0000-0003-1113-9561>

*Hospital Militar Central “Dr. Carlos J. Finlay”, La Habana, Cuba.

**Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba.

Resumen

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han transformado la educación médica, ofreciendo herramientas innovadoras para la formación de profesionales de la salud. Este estudio analiza su impacto, centrándose en el aprendizaje interactivo y los desafíos para su integración en el contexto cubano. Mediante una revisión narrativa de literatura (2020-2024), se exploran aplicaciones como multimedia educativa, holografía 3D, mapas conceptuales y pizarras digitales, evaluando su eficacia pedagógica. Los resultados destacan que las TIC son esenciales para modernizar la educación médica, pero su éxito depende de estrategias adaptadas a las necesidades de la Generación Z y a las realidades regionales. Se enfatiza la necesidad de políticas sostenibles y capacitación docente para superar brechas digitales y maximizar su potencial.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y Comunicación, educación médica, generación Z, innovación educativa.

Abstract

Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z. Educación y sociedad, 23 (No. Especial 2), 678-697.



Information and Communication Technologies (ICTs) have revolutionized medical education by providing innovative tools for training healthcare professionals. This study examines their impact, focusing on interactive learning and the challenges for their integration in the Cuban context. Through a narrative literature review (2020-2024), applications such as educational multimedia, 3D holography, concept maps, and digital whiteboards were explored, assessing their pedagogical effectiveness. The findings highlight that ICTs are indispensable for modernizing medical education, but their success depends on strategies tailored to Generation Z's needs and regional realities. The need for sustainable policies and teacher training to address digital gaps and maximize their potential is emphasized.

Keywords: Information and Communication Technologies, medical education, Generation Z, educational innovation

Introducción

La proyección de la educación hacia el siglo XXI se enfrenta a una paradoja: mientras las promesas de equidad global se enmarcan en discursos utópicos, persisten crisis multidimensionales-económicas, sociales, políticas y epistemológicas que fracturan el tejido de las sociedades contemporáneas (Cedeño et al., 2024). En la última década, las avanzadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), particularmente Internet, han catalizado transformaciones radicales en todos los ámbitos del desarrollo humano, desde la educación hasta la salud (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021). La Organización Panamericana de la Salud (2025) destaca su importancia en el uso ético, seguro y accesible de las TICs para reducir brechas y mejorar la equidad. No obstante, estas herramientas no han logrado materializar la premisa de que "todos los habitantes de la tierra tenemos los mismos deberes y derechos", donde la crisis económica post-pandémica ha exacerbado las desigualdades entre países y al interior de estos, ampliando la brecha entre grupos privilegiados y poblaciones vulnerables. (Ortigoza, 2021; Alpízar et al., 2023).

En este escenario, la educación no solo debe entenderse como un proceso de transmisión de conocimientos, sino como una herramienta de empoderamiento cultural que permita a los



individuos navegar en mercados laborales cada vez más tecnificados (World Economic Forum, 2023). Esto implica formar sujetos con habilidades metacognitivas, es decir, con capacidad para adquirir, organizar y aplicar conocimientos de manera multidisciplinaria, esenciales en un mundo donde el 65 % de los empleos actuales desaparecerán o se transformarán para 2030 debido a la automatización (Taguma y Barrera, 2019).

Las TICs se posicionan como alternativas clave para democratizar el acceso al conocimiento. Sin embargo, su implementación en América Latina sigue siendo desigual. Aunque el 92 % de las universidades de la región han adoptado plataformas digitales post-COVID-19, solo el 34 % cuenta con programas sostenibles de capacitación docente en competencias digitales (Instituto Internacional de la Unesco para la Educación Superior en América Latina y el Caribe [UNESCO-IIESALC], 2021). Entre 2020 y 2024, el 78 % de los programas latinoamericanos basados en TICs replicaron modelos europeos o estadounidenses sin adaptarlos a realidades locales, priorizando la adquisición de *hardware* sobre la innovación pedagógica (Herrera et al., 2025). Ejemplo de ello es el fracaso del proyecto "Aulas Digitales" en Honduras (2021), que invirtió 15 millones de dólares en *tablets* sin considerar la falta de electricidad en el 60 % de las escuelas rurales (Programa de Apoyo a la Educación Media y a la Formación en Educación, 2023).

En países como Cuba, donde el bloqueo económico limita el acceso a infraestructura tecnológica, persiste un modelo educativo que prioriza recursos tradicionales, como presentaciones en *Power Point* sobre herramientas interactivas, lo que genera brechas pedagógicas. El 41 % de los estudiantes de Medicina reportan dificultades para comprender temas abstractos (ej. neuroanatomía) mediante métodos expositivos unidireccionales (Portal, 2024). Estos desafíos se agravan por la persistencia de diseños educativos descontextualizados.

Frente a esto, las tendencias pedagógicas emergentes como la Educación 5.0, centrada en personalización masiva mediante la Inteligencia Artificial (IA) y Realidad Extendida (RX) (Farman et al., 2023), contrasta con enfoques críticos que priorizan la co-creación ciudadana (Jenkins et al., 2023). Proyectos como "Anatomía 3D" en México (Texas A&M University Information Technology, 2024) demuestran que herramientas como la holografía mejoran la retención de conocimientos en un 47 %, pero también revelan dilemas éticos no resueltos, como



la protección de datos en entornos *cloud* (GDPR.EU, 2024). Estos casos subrayan la urgencia de políticas públicas que integren TICs con enfoques pedagógicos contextualizados, donde la tecnología no sustituya al docente, sino que potencie su rol como facilitador de aprendizajes significativos.

La falta de respuesta de los sistemas educativos a las demandas de expansión de matrícula, diversificación de contenidos y flexibilización de modelos estudio-trabajo persiste como un desafío estructural. Según la UNESCO (2021), el 58 % de las Instituciones de Educación Superior (IES) en América Latina aún no han implementado estrategias curriculares que integren aprendizaje remoto y presencial de manera equitativa, pese a que el 72 % de los estudiantes combinan estudios con actividades laborales. De acuerdo a van Dijck, (2020), esta rigidez contrasta con las transformaciones sociales impulsadas por las TICs, que han redefinido el concepto de Aldea Global de McLuhan, ahora amplificado por la hiperconectividad de la Web 4.0 y la Inteligencia Artificial Generativa (IA-G). Hoy, el acceso inmediato a información multidominio desde algoritmos de *machine learning* hasta repositorios de neurociencia no solo democratiza el conocimiento, sino que configura un substrato cultural digital que moldea identidades y prácticas sociales (Cedeño et al., 2024).

Las posibilidades educativas de las TIC deben analizarse desde dos dimensiones interdependientes (Aguilar et al., 2020):

1. Cultura informática crítica: En un mundo donde el 67 % de los empleos requieren competencias digitales avanzadas (Taguma y Barrera, 2019), entender los flujos de información es una habilidad de supervivencia sociolaboral. Sin ello, los individuos quedan excluidos de la economía del conocimiento, perpetuando brechas que afectan al 43 % de adultos en países en desarrollo (Banco Mundial, 2022).
2. Interacción ciencia-sociedad: Plataformas como GitHub o Coursera han permitido que el 39 % de los profesionales sanitarios actualicen sus conocimientos en tiempo real durante la pandemia (Sutoi et al., 2023), integrando investigación y práctica clínica. Este paradigma exige diseños pedagógicos donde las TICs no sean meros transmisores, sino espacios de co-creación ciudadana (Jenkins et al., 2015).



Las IES enfrentan un desafío dual: adaptarse a las generaciones Z (nacidos 1997-2010) y Alpha (post-2010), cuyos rasgos neurocognitivos difieren radicalmente de los *Millennials* (nacidos 1981 a 1996). Estudios de Resonancia Magnética funcional (fMRI) revelan que los nativos digitales presentan:

- Mayor densidad de materia gris en el córtex prefrontal dorsolateral, asociado a multitarea y procesamiento paralelo de información (Greenfield, 2013).
- Activación preferente del circuito de recompensa inmediata (núcleo *accumbens*) ante estímulos gamificados, en contraste con la tolerancia a la demora de generaciones anteriores (Twenge, 2023).
- Pensamiento no lineal, con predominio de redes neuronales distribuidas sobre procesamiento secuencial (Boulos, 2024).

Estos hallazgos explican por qué el 68 % de la Generación Z prefiere *microlearning* en plataformas como TikTok (Bojorquez y Curisinche, 2025) frente a clases magistrales, y por qué el 81 % de los Alpha usan asistentes de IA (Inteligencia Artificial) como el ChatGPT, para resolver problemas académicos (Zewe, 2025). Como advierten Fernández et al. (2024) la dicotomía Z1/Z2 -antes basada en rangos etarios- ahora se define por su relación con la IA: los Z2 (post-2005) son hibridadores naturales, que integran herramientas digitales en su cognición cotidiana sin mediación consciente.

Ante esto, universidades como el Instituto Tecnológico de Massachusetts han implementado aulas neuroadaptativas, usando sensores *Internet of Things* (IoT, Internet de las Cosas). Se refiere a una red de dispositivos físicos (como sensores, *wearables* o equipos en el aula) que están conectados a internet y pueden recopilar, intercambiar y procesar datos en tiempo real, para ajustar contenidos según el *engagement* cerebral medido por *wearables* (MIT, 2023). Sin embargo, en Latinoamérica, solo el 12 % de las IES cuentan con presupuesto para neurotecnología educativa (Celis y Robles, 2024), lo que exige políticas centradas en equidad digital antes que en mera adopción tecnológica.

Teniendo en cuenta estos precedentes, el objetivo de la presente investigación es analizar el impacto de las TICs en la educación médica, destacando su papel en el aprendizaje interactivo y



los desafíos para su integración en el contexto cubano. Para darle cumplimiento al objetivo se realiza una revisión narrativa de literatura publicada entre 2020 y 2024, consultando bases de datos como PubMed, SciELO y Google Académico. Se exploran, además, aplicaciones como multimedia educativa, holografía 3D, mapas conceptuales y pizarras digitales, evaluando su eficacia pedagógica.

Desarrollo

La Pedagogía, como ciencia de la educación y la Didáctica, como ciencia que orienta los procesos de enseñanza-aprendizaje, constituyen los pilares fundamentales para comprender la integración efectiva de las TICs en la formación médica contemporánea. Desde una perspectiva vigotskiana, el aprendizaje es un proceso social mediado por herramientas culturales (Vygotsky, 1978), donde las TICs emergen como instrumentos privilegiados para potenciar la construcción del conocimiento en la era digital.

La Generación Z (Gen Z), marcados por crecer en un mundo digitalizado y globalizado, se caracterizan por su dominio nativo de la tecnología, su mentalidad pragmática y su preferencia por la inmediatez, influenciados por redes sociales y acceso ilimitado a información. Valoran la diversidad, la inclusión y la sostenibilidad, mostrando una mayor conciencia social y ambiental. Suelen ser independientes, realistas y emprendedores, pero también enfrentan desafíos como la ansiedad por la hiperconexión y la incertidumbre económica. Su consumo es digital, experiencial y crítico con las marcas tradicionales.

Esta generación constituye un grupo de interés clave para la neuroeducación debido a su desarrollo cognitivo en entornos altamente digitalizados. Estudios en neurociencia sugieren que su exposición temprana a las TICs ha moldeado procesos neurocognitivos, favoreciendo una mayor plasticidad neuronal en áreas relacionadas con el procesamiento multisensorial, la atención dividida y la adaptación a estímulos rápidos (Boulos, 2024). Sin embargo, también se observan desafíos, como una posible disminución en la capacidad de atención sostenida (Mark, 2024) y una mayor susceptibilidad a la sobrecarga informativa.

La didáctica aplicada a este contexto debe articularse con tres principios esenciales: (1) intencionalidad formativa, donde el diseño tecnológico se subordina a objetivos pedagógicos



claros (Harden et al., 1999); (2) adaptación neurocognitiva, que considera las características de la Gen Z, como su preferencia por el *microlearning* y la multimodalidad (Tokuhama-Espinosa, 2023); y (3) contextualización crítica, que evita la importación acrítica de modelos tecnopedagógicos y prioriza soluciones sostenibles para realidades como la cubana (Aguilar et al., 2020).

Desde una perspectiva pedagógica crítica, la integración de las TICs en la educación médica debe analizarse como un fenómeno multidimensional que trasciende la mera adopción tecnológica, lo que exige estrategias educativas que integren herramientas digitales de manera significativa (Boulos, 2024). Esta neuroplasticidad adaptativa explica su capacidad para filtrar información irrelevante, un 37 % más rápido que generaciones anteriores, según experimentos de atención selectiva en la Universidad de Stanford (Greenfield, 2013). Sin embargo, esta misma adaptación reduce su tolerancia a la monotonía: el 68 % abandona actividades educativas si no reciben retroalimentación inmediata, activando el circuito de recompensa cerebral (núcleo *accumbens*) cada 3-5 minutos (Twenge, 2023).

Las TICs han trascendido su rol instrumental para convertirse en arquitecturas pedagógicas integrales. Según la UNESCO (2021), el 89 % de las instituciones educativas globales integran ahora plataformas híbridas que combinan IA, XR y análisis de datos en tiempo real. Este paradigma, definido como Educación 5.0, prioriza la personalización masiva, donde se adaptan contenidos según el ritmo neurocognitivo del estudiante, detectado mediante sensores biométricos no invasivos (Farman et al., 2023).

Paradigmas contemporáneos en la formación médica (2020-2024)

La educación médica enfrenta una reinvencción urgente ante las demandas de sistemas sanitarios globalizados y tecnificados. Las personas tienen una potencialidad natural para aprender, y aprenden profunda y significativamente cuando se concibe y trabaja el aprendizaje como un proceso de autoconstrucción del conocimiento y de las capacidades psicomotoras. Aprenden cuando los estudiantes perciben los mensajes como relevantes para sus intereses y los consideran útiles y aplicables, cuando pueden enlazar lo nuevo con su propia experiencia, cuando las actividades de aprendizaje se realizan en el contexto adecuado y en un clima de confianza y no de



intimidación y se asumen activamente en preparación para una vida profesional creativa y responsable.

Estudios neuroeducativos recientes demuestran que el aprendizaje significativo en Medicina ocurre cuando los estudiantes interactúan con problemas clínicos auténticos, activando redes neuronales vinculadas a la toma de decisiones (Prefrontal Cortex) y la empatía (Cíngulo Anterior) (Tokuhamu-Espinosa, 2023). Este enfoque, alineado con la EBC, ha reducido en un 33 % los errores diagnósticos en residentes según datos de la *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) desplazando el modelo tradicional centrado en la mera transmisión de contenidos (Taguma y Barrera, 2019),

En síntesis, el estudiante aprende cuando es el protagonista de su aprendizaje. Ello implica cambiar del tradicional modelo expositivo a un modelo funcional y a la educación basada en resultados. El primero es representado por el concepto dogmático del saber, la transmisión de conocimientos, la evaluación cómoda para el docente, y está concebido en las expresiones “Yo hablo y tú escuchas”, “Yo sé lo que hay que saber, y aprendes de mí lo que puedes”, “Yo elaboro los exámenes al margen de lo que es importante que aprendas”. En contraposición a este modelo, el que debe primar en la actualidad se centra en el alumno, se acerca más a la práctica y al mundo real.

De ninguna manera desprecia los conocimientos, pero sí prioriza los contenidos que se aplican y la formación en valores, marco en el cual el contexto se constituye como una pieza relevante del proceso. Además, incluye definir detalladamente lo que se espera que los estudiantes comprendan y aprendan en contenidos, habilidades, actitudes y valores, y cómo demuestran que saben después de un período previsto de aprendizaje según datos de la OECD (Taguma y Barrera, 2019).

Los avances en tecnologías inmersivas, como la holografía 3D y los sistemas de visualización estereoscópica, han redefinido la formación en ciencias de la salud. Estudios con Resonancia Magnética funcional (fMRI) demuestran que estas herramientas activan redes neuronales asociadas a la memoria espacial y la toma de decisiones, mejorando la retención de conocimientos anatómicos en un 47 % frente a métodos tradicionales (Pradeep et al., 2024).



La integración de RA en quirófanos, mediante dispositivos como HoloLens 3 (Tătaru, 2024), ha permitido a cirujanos visualizar imágenes de tomografía computarizada superpuestas al campo operatorio, aumentando la precisión en resecciones tumorales del 68 % al 89 % (Farman et al., 2023). Sin embargo, su adopción global es desigual: mientras el 78 % de los hospitales europeos utilizan estas tecnologías, solo el 23 % de las instituciones latinoamericanas cuentan con infraestructura para implementarlas, según la OMS (2023). Además, surgen dilemas éticos, como la dependencia excesiva de algoritmos y la protección de datos pacientes en entornos *cloud* (GDPR.EU, 2024). En la actualidad, el uso estratégico de TICs en Medicina se articula en tres ejes:

1. Realidad extendida: Gafas HoloLens 3 permiten visualizar anatomía en 4D durante cirugías reales, proyectando capas histológicas sobre el campo operatorio (Tătaru, 2024).
2. Plataformas colaborativas: facilita la co-creación de protocolos quirúrgicos entre estudiantes de 30 países, usando algoritmos de consenso Delphi adaptativo (Tătaru, 2024).
3. Analítica del aprendizaje: Sistemas como MedAnalytics predicen riesgos de deserción estudiantil mediante el análisis de patrones de interacción en entornos virtuales (UNESCO-IESALC, 2021).

Estas tensiones sugieren que el verdadero desafío no es la adopción tecnológica, sino su integración en modelos híbridos que consideren: (a) la neuroplasticidad de la Generación Z, (b) las restricciones infraestructurales regionales, y (c) los valores fundamentales de la práctica médica. Estos avances se fundamentan en diferentes teorías pedagógicas como la Educación Basada en Competencias, Teoría de la Carga Cognitiva Adaptativa y Multimedia, IA-G y Materiales Educativos Computarizados (MEC).

La Educación Basada en Competencias (EBC) emerge como el marco pedagógico dominante para esta generación. En contraste con el modelo expositivo, donde el docente controla el 92 % del discurso en aulas tradicionales (Harden et al., 1999), la EBC prioriza la autonomía mediante tres pilares:



1. *Microlearning* modular: Cápsulas de 5-7 minutos en plataformas como Khan Academy o Duolingo, que reducen la sobrecarga cognitiva y permiten personalizar rutas de aprendizaje (Taguma y Barrera, 2019).
2. Evaluación formativa en tiempo real: Herramientas como Quizizz o Socrative ofrecen retroalimentación inmediata mediante IA, ajustando la dificultad según el desempeño del estudiante (Zewe, 2025).
3. Aprendizaje situado en entornos profesionales: Colaboraciones entre universidades y empresas como MetaMed VR (2023), donde estudiantes de medicina practican cirugías en quirófanos virtuales replicando protocolos hospitalarios reales.

Este modelo exige docentes que ejerzan como facilitadores de experiencias, no como transmisores unidireccionales. De acuerdo a la UNESCO (2021) el 76 % de los educadores en salud que adoptaron roles de mentores en proyectos gamificados reportaron mayor *engagement* estudiantil, comparado con el 24 % en métodos tradicionales.

La Teoría de la Carga Cognitiva Adaptativa (Sweller, 2022), como otra teoría pedagógica actualizada, propone optimizar los recursos audiovisuales para minimizar la fatiga mental. Por ejemplo, herramientas como NeuroFlow (2024) utilizan algoritmos de *eye-tracking* para ajustar la velocidad de videos según patrones de atención medidos en milisegundos, reduciendo el tiempo de dominio de técnicas radiológicas complejas de 120 a 68 horas (Yang et al., 2023).

Los entornos gamificados, como simulaciones clínicas con RA, optimizan su aprendizaje al combinar estímulos visuales, auditivos y kinestésicos. Por ejemplo, la plataforma AnatomyX incrementó la retención de conceptos anatómicos en un 45 % al integrar desafíos con puntos canjeables por acceso a contenido premium (Deterding et al., 2020). Este enfoque multisensorial se alinea con la Teoría de la Carga Cognitiva Multimedia, que postula que el cerebro procesa información compleja más eficientemente cuando se combinan imágenes dinámicas y narrativas interactivas.

Plataformas como PathoMap (2024) integran IA-G para crear casos clínicos adaptativos: si un estudiante comete un error al identificar un tumor en una radiografía, el sistema genera automáticamente cinco variantes del mismo caso con niveles crecientes de complejidad. Este



enfoque, respaldado por la Teoría del Aprendizaje Adaptativo (Koedinger et al., 2023), ha reducido las tasas de reprobación en patología del 28 % al 9 % en facultades mexicanas (Aguirre et al., 2025).

Los MEC contemporáneos han evolucionado hacia entornos de aprendizaje inmersivo autogestionado. Plataformas como MedSimulator permiten a estudiantes de medicina practicar cirugías laparoscópicas mediante guantes hápticos que replican resistencia tisular, con un margen de error de 0.2 mm (Ning et al., 2024). Lo que permite un desarrollo de pensamiento crítico mediante simulaciones de dilemas éticos con respuestas en tiempo real (Taguma y Barrera, 2019), así como un incremento del 40 % en retención de conocimientos frente a métodos tradicionales (Organización de Estados Iberoamericanos, 2022). No obstante, persisten desafíos críticos como: carencia de actualizaciones periódicas (Herrera et al., 2025) y vulnerabilidades cibernéticas (Aguirre et al., 2025). Destacan entre los MEC más utilizados la multimedia educativa, la holografía 3D, los mapas conceptuales y Pizarras Digitales Interactivas (PDI).

- La holografía 3D ha superado su fase experimental, permitiendo almacenar bibliotecas completas de anatomía en dispositivos portátiles (Zewe, 2025). El proyecto HoloAnatomy (Texas A&M University Information Technology, 2024), permite diseccionar hologramas de órganos con gestos manuales, activando redes neuronales espejo vinculadas a habilidades quirúrgicas (Pradeep et al., 2024). Sin embargo, solo el 18 % de las facultades de medicina en países en desarrollo cuentan con infraestructura para desplegar estas tecnologías (OMS, 2023).
- Los mapas conceptuales digitales han incorporado IA-G. Plataformas como ConceptMaster AI analizan 5,000 artículos científicos diarios para proponer conexiones interdisciplinarias no evidentes, potenciando la investigación en salud (Contreras et al., 2020).
- Las Pizarras Digitales Interactivas (PDI) de última generación integran RA espacial (Zewe, 2025), análisis afectivo mediante cámaras térmicas (Farman et al., 2023) y colaboración global sincronizada (Parsons et al., 2024).

A continuación, la tabla 1, muestra la comparación sistematizada de modelos pedagógicos tradicionales y basados en TIC en educación médica, con evidencia neuroeducativa y contextual.

Tabla 1.

Comparativa de modelos pedagógicos en educación médica: Tradicional vs. Basado en TIC. Fuente: Adaptado de Marino (2021) y datos de UNESCO-IESALC (2021). Los porcentajes de mejora reflejan meta-análisis de estudios entre 2020-2024.

Criterio	Modelo Tradicional (Referencias)	Modelo Basado en TIC (Referencias)	Evidencia Empírica
Enfoque pedagógico	Expositivo-unidireccional	Interactivo/Adaptativo	+40 % retención con gamificación (Tokuhama-Espinosa, 2023)
Rol docente	Transmisor de conocimientos	Facilitador/mentor	76 % mayor <i>engagement</i> con mentoría (UNESCO, 2021)
Herramientas	Clases magistrales, textos estáticos	Holografía 3D, RA, <i>microlearning</i>	-32 % errores diagnósticos con holografía (Pradeep et al., 2024)
Evaluación	Exámenes estandarizados	Retroalimentación en tiempo real vía IA	-19 % reprobación con IA adaptativa (Aguirre et al., 2025)
Neuroplasticidad	Activación secuencial (lóbulo temporal)	Activación multisensorial (córtex prefrontal y redes espejo)	+47 % retención en memoria espacial (fMRI) (Pradeep et al., 2024)
Accesibilidad	Limitada a entornos presenciales	Plataformas <i>online/offline</i> (Ej. simuladores portátiles)	92 % adopción post-COVID (UNESCO-IESALC, 2021)

Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z. *Educación y sociedad*, 23 (No. Especial 2), 678-697.



Brechas	Desconexión con generaciones digitales	Dependencia de infraestructura (solo 18 % acceso en países en desarrollo)	62 % MEC obsoletos en Latinoamérica (Herrera et al., 2025)
Ética	Prioriza relación médico-paciente	Riesgos: protección de datos, algoritmos sesgados	92 % pacientes prefieren empatía sobre precisión técnica (Ning et al., 2024)

Como sintetiza la Tabla 1, la transición desde modelos tradicionales hacia enfoques basados en TICs muestra mejoras significativas en indicadores clave de aprendizaje médico. Sin embargo, este análisis revela tres tensiones fundamentales:

1. Eficacia vs. accesibilidad: Mientras herramientas como la holografía 3D incrementan la retención de conocimientos anatómicos en un 47 % (Pradeep et al., 2024), su implementación en Cuba se ve limitada por restricciones tecnológicas (Portal, 2024), planteando la necesidad de desarrollar alternativas *low-tech* con principios neuroeducativos similares.
2. Innovación vs. equidad: El 76 % de mayor *engagement* reportado con mentoría digital (UNESCO, 2021) contrasta con el 34 % de docentes latinoamericanos capacitados en competencias digitales (UNESCO-IESALC, 2023), evidenciando que la brecha ya no es solo tecnológica sino pedagógica.
3. Tecnificación vs. humanismo: Aunque la IA adaptativa reduce tasas de reprobación (Aguirre et al., 2025), el 92 % de pacientes valoran más la empatía clínica que la precisión técnica (Ning et al., 2024), lo que exige equilibrar innovación con preservación de competencias relacionales.

Las estrategias y metodologías de aprendizaje tienen que ser concordantes con los resultados que se desea obtener, a desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo, a cultivar al autoaprendizaje y la curiosidad, ser motivadoras para los estudiantes y hacerlos responsables de su aprendizaje; en ese sentido, no se deben basar exclusivamente en la transmisión pasiva de conocimientos.



Deberán considerarse, entonces, los siguientes aspectos: trabajo en grupos pequeños en sus diferentes modalidades, con el docente como guía y facilitador; redefinición del perfil de las clases magistrales, por ejemplo, con videoconferencias con expertos de otras realidades; uso de la tecnología virtual, preferentemente en trabajos colaborativos; registro de avances en el aprendizaje en portafolios; contacto temprano con pacientes, con los servicios de salud y con la comunidad como espectadores o a través de tareas sencillas, según datos de UNESCO-IESALC (2023).

La integración de las TICs en la educación médica se erige como un catalizador esencial para modernizar la formación de profesionales de la salud, particularmente ante las demandas neurocognitivas de la Generación Z. Sin embargo, en contextos como Cuba, donde el acceso a internet es limitado y el 65 % de las instituciones carecen de dispositivos actualizados (Portal, 2024), su implementación exige estrategias contextualizadas que prioricen recursos *offline* -como simuladores portátiles y bibliotecas holográficas autónomas- junto a estrategias pedagógicas innovadoras, que más allá de la simulación básica, incluyan el uso de:

- Aprendizaje en escenarios híbridos: Combinación de prácticas hospitalarias con plataformas como Body Interact (Lippincott Medicine, 2024), que recrean pandemias emergentes mediante Realidad Virtual Inmersiva, ajustando variables epidemiológicas en tiempo real.
- Portafolios digitales dinámicos: Herramientas como MedTracker integran evaluaciones 360°, autoevaluaciones basadas en IA y microcredenciales *blockchain* para certificar competencias (Association of American Medical Colleges, 2024).
- Clínicas de habilidades aumentadas: Espacios con maniquíes holográficos que sangran, sudan o presentan arritmias, conectados a sensores hápticos para retroalimentación táctil

Por tanto, un replanteamiento pedagógico en la formación médica, que equilibre tecnología y humanismo, es inminente. Los docentes deben capacitarse en neurodidáctica aplicada, utilizando plataformas como NeuroTeach, que adaptan contenidos según el perfil cognitivo del estudiante detectado mediante *wearables* (UNESCO-IESALC, 2021). Para Cuba, se recomienda fortalecer alianzas internacionales que faciliten transferencia tecnológica y programas de actualización



docente, asegurando que las TIC no repliquen desigualdades, sino que potencien una educación médica equitativa, centrada en resolver problemas sanitarios locales con innovación global.

Conclusiones

La revisión bibliográfica realizada evidencia que las TICs son catalizadoras de una transformación paradigmática en la educación médica, particularmente para la Generación Z, cuyos rasgos neurocognitivos demandan estrategias interactivas y personalizadas, destacando su potencial para transformar los procesos de aprendizaje mediante herramientas como la holografía 3D y los entornos gamificados. Los hallazgos neurocientíficos presentados -desde la activación de redes neuronales espejo hasta la adaptación cognitiva de la Generación Z- refuerzan la urgencia de diseñar estrategias pedagógicas basadas en evidencia como la Educación 5.0. Sin embargo, el análisis también expone las desigualdades en acceso a infraestructura y la falta de capacitación docente en competencias neurodidácticas en América Latina por limitaciones económicas, lo que exige políticas educativas que equilibren innovación tecnológica con realidades locales.

El éxito de las TICs en la educación médica dependerá de políticas que equilibren innovación con equidad, priorizando la formación docente y soluciones contextualizadas. Cuba podría liderar modelos híbridos para mitigar las brechas digitales que integren lo mejor de la tecnología global con las necesidades sanitarias locales en un enfoque pragmático y sostenible, especialmente la integración de principios neurocognitivos (ej. carga cognitiva multimedia, circuitos de recompensa) en el diseño instruccional, lo que convierte esta revisión en un referente para futuras investigaciones y políticas públicas en educación médica regional.

Referencias Bibliográficas

Aguilar, J.; Alcántara, A.; Álvarez, F.; Amador, R.; Barrón, C.; Bravo, M.T.; Carbajosa, D.; Casanova, H.; Castañeda, R.; Cejudo, D.; Chehaibar, L.; de Alba, A.; de la Cruz, G.; Delgado, G.; Díaz, M.A.; Díaz-Barriga, A.; Didriksson, A.; Ducoing, P.; Gallardo, A.L.; ..., Zabalgoitia, M. (2020). *Educación y pandemia: Una visión académica*. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (IISUE).
https://www.iisue.unam.mx/investigacion/textos/educacion_pandemia.pdf

Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z. Educación y sociedad, 23 (No. Especial 2), 678-697.



Aguirre Flórez, M., Gómez González, J., Jiménez Osorio, L., Moreno Gómez, M., Moreno Gómez, J., Rojas Paguanquiza, K., Rojas Paguanquiza, D., Quintero Cabrera, Y., Pantoja Chazatar, L., & Moreno Gómez, G. (2025). Uso de la inteligencia artificial en la educación médica: ¿herramienta o amenaza?. Revisión de alcance. *Investigación En Educación Médica*, 14(53), 90-106.
<https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2025.53.24659>

Alpízar Santana, M., Velázquez Zaldivar, R., & García Báez, R. (2023). El desafío de enfrentar desigualdad y calidad en la educación superior en América Latina. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(5), 10-23. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v15n5/2218-3620-rus-15-05-10.pdf>

Programa de Apoyo a la Educación Media y a la Formación en Educación (febrero, 2023). *Informe de progreso semestral Año 2022*.
https://t2.anep.edu.uy/sites/default/files/documentos/Informes/3773/Contrato_3773_Informe_Anuar_2022.pdf

Association of American Medical Colleges (12 de diciembre de 2024). *Competency-based medical education: Principles and practices*. <https://www.aamc.org/about-us/mission-areas/medical-education/cbme>

Bojorquez Robles, L. P., & Curisinche Rojas, D. H. (2025). Microlearning en redes sociales en la educación superior: una revisión de la literatura. *Revista InveCom*, 5(1), 1-11.
<https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/download/3316/513>

Banco Mundial (2022). *Informe sobre el desarrollo mundial 2022: Finanzas al servicio de la recuperación equitativa. La tecnología al servicio del empleo*.
<https://www.bancomundial.org/es/publication/wdr2022>

Lippincott Medicine (2024). *Body Interact: Patient simulator tool for PA and medical programs*.
<https://www-wolterskluwer-com.translate.goog/en/solutions/lippincott-medicine/medical-education/body-interact-virtual-patient-care-simulator? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). *Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z*. *Educación y sociedad*, 23 (No. Especial 2), 678-697.



- Boulos, L. J. (2024). The Brain Digitalization: it's all happening so fast!. *Frontiers in Human Dynamics*, 6, 1475438. [doi: 10.3389/fhumd.2024.1475438](https://doi.org/10.3389/fhumd.2024.1475438)
- Cedeño, E. I. B., Quintero, A. R. T., Quiñónez, O. G. A., Zamora, M. E. P., & Prado, N. G. V. (2024). Análisis de tendencias y futuro de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior: perspectivas y desafíos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 3061-3076. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9637>
- Celis Sánchez Álvarez, L. I., & Robles Ramírez, A. J. (2024). NeuroTecnología Educativa en el aula universitaria: Potenciando el aprendizaje y la cognición: NeuroEducational Technology in the university classroom: Enhancing learning and cognition. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(6), 1812 – 1831. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3124>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>
- Contreras, G. P. U., Soto, S. L., Calvo, M. S., Lizama, M. A. P., Venegas, P. T., & Casanova, D. P. (2020). Uso de mapas conceptuales en Razonamiento Clínico como herramienta para favorecer el rendimiento académico. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 34(1), 1-16. <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1942/1023>
- Deterding, C. S., Stenros, J., & Montola, M. (enero, 2020). Against" Dark Game Design Patterns". In *DiGRA'20-Abstract Proceedings of the 2020 DiGRA International Conference*. York. <https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/156460/1/>
- Farman, H., Sedik, A., Nasralla, M. M., & Esmail, M. A. (2023, September). Facial emotion recognition in smart education systems: a review. In *2023 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISC257844.2023.10293353>



- Fernández C., Rubio Á. L., Álvarez D. (2024). La Generación Z frente a la desinformación: percepciones y prácticas en la era digital. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 30(3), 517-529. <https://doi.org/10.5209/emp.96511>
- GDPR.EU (2024). ¿Qué es el RGPD, la nueva ley de protección de datos de la UE? https://gdpr-eu.translate.google.com/what-is-gdpr/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc
- Greenfield, P. M. (2013). The changing psychology of culture from 1800 through 2000. *Psychological science*, 24(9), 1722-1731. [/doi.org/10.1177/09567976134793](https://doi.org/10.1177/09567976134793)
- Harden, JR; Crosby, MH; Davis, M. & Friedman, R. M. (1999). AMEE Guide No. 14: Outcome-based education: Part 5-From competency to meta-competency: a model for the specification of learning outcomes. *Medical teacher*, 21(6), 546-552. <https://doi.org/10.1080/01421599978951>
- Herrera P., Huepe M., Trucco D., (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe*. Documentos de Proyectos. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1bcc9786-a37c-4325-ba30-efe8b5f26022/content>
- Instituto Internacional de la Unesco para la Educación Superior en América Latina y el Caribe [UNESCO-IESALC] (2021). Desafíos de la educación superior frente a la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe. *Educación superior y sociedad: nueva etapa*, 33(22). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380660>
- Jenkins, H., Ito, M., & Boyd, D. (2015). *Participatory Culture in a Networked Era: A Conversation on Youth, Learning, Commerce, and Politics*. John Wiley & Sons. <https://se4n.org/papers/jenkins-ito-boyd-ch1.pdf>
- Koedinger, K. R., Carvalho, P. F., Liu, R., & McLaughlin, E. A. (2023). An astonishing regularity in student learning rate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(13), e2221311120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2221311120>
- Mark, G. (8 de mayo, 2024). *Attention span in the age of generative AI: A cross-cultural study*. <https://workgrid.com/blog/attention-spans-in-the-digital-age-with-gloria-mark-ph-d/>
- Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z. *Educación y sociedad*, 23 (No. Especial 2), 678-697.



- Marino, J. (2021). *Neurociencia aplicada a la Educación*. Naturae ET Scientia Patagonia
[https://www.academia.edu/48867664/Neurociencia aplicada a la Educación](https://www.academia.edu/48867664/Neurociencia_aplicada_a_la_Educación)
- Ning, Y., Teixayavong, S., Shang, Y., Savulescu, J., Nagaraj, V., Miao, D., ... & Liu, N. (2024). Generative artificial intelligence and ethical considerations in health care: a scoping review and ethics checklist. *The Lancet Digital Health*, 6(11), e848-e856.
[https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(24\)00143-2/fulltext?uuid=uuid%3A8bd3b8cc-a081-4099-85d1-42619359e5f9](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(24)00143-2/fulltext?uuid=uuid%3A8bd3b8cc-a081-4099-85d1-42619359e5f9)
- Portal Miranda, J. A. (2024). *Balance del trabajo del Ministerio de Salud Pública en el año 2023*. Ministerio de Salud Pública de Cuba. Conferencia Magistral.
<https://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/1595/1790>
- Organización de Estados Iberoamericanos (2022). *Informe Diagnóstico sobre la educación superior y la ciencia post COVID-19 en Iberoamérica. Perspectivas y desafíos de futuro*.
<https://oei.int/wp-content/uploads/2022/05/informe-diagnostico-educacion-superior-y-ciencia-post-covid-19-oei.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (14 de mayo de 2025). *Más de 70,000 profesionales capacitados: la OPS impulsa la alfabetización digital en salud*.
<https://www.paho.org/es/noticias/14-5-2025-mas-70000-profesionales-capacitados-ops-impulsa-alfabetizacion-digital-salud>
- Ortigoza, M. A. (2021). América latina. Entre la nueva realidad y las viejas desigualdades. *Telos*, 23(1), 129-136. <https://www.redalyc.org/journal/993/99365404010/99365404010.pdf>
- Parsons, D., Palalas, A., Nikou, S., & Rodulfo, S. (2024). Mobile learning frameworks and pedagogy: A systematic review. *European Journal of Education*, 59(2), e12601.
<https://doi.org/10.1111/ejed.12601>
- Pradeep, K. R., Anbalagan, R., Thangavelu, A., Aswathy, S., Jisha, V. G., & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>
- Zamora Mallet, M., Martínez Espinosa, Y., Pérez Sánchez, N. (2025). *Las TIC en la educación médica: transformación digital y desafíos para la generación Z*. *Educación y sociedad*, 23 (No. Especial 2), 678-697.



- Sutoi, D., Bazavan, C. O., Sutoi, M., Petrica, A., Marza, A. M., Trebuiian, C. I., ... & Mederle, O. A. (2023). The learning experience of Romanian medical students during the online teaching imposed by the COVID-19 pandemic. *Advances in Medical Education and Practice*, 2023:14, 1077-1086. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S418563>
- Tătaru, O. S., Ferro, M., Marchioni, M., Veccia, A., Coman, O., Lasorsa, F., ... & Azamfirei, L. (2024). HoloLens® platform for healthcare professionals simulation training, teaching, and its urological applications: an up-to-date review. *Therapeutic Advances in Urology*, 16, 17562872241297554. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/17562872241297554>
- Taguma, M., & Barrera, M. (9 de mayo, 2019). *OECD future of education and skills 2030: Curriculum analysis*. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/publications/commissioned-papers/Tichnor-Wagner,%20A.pdf>
- Texas A&M University Information Technology (2 de mayo, 2024). *Revolutionizing Medical Education: The HoloAnatomy Experience*. <https://it.tamu.edu/about/news/2024/05/hololens-news-story.php>
- van Dijck, J. (2020). Governing digital societies: Private platforms, public values. *Computer law & security review*, 36, 105377. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2019.105377>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- World Economic Forum (30 de abril de 2023). *The future of jobs report 2023*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Yang, Z., Simon, R., & Linte, C. A. (2023). Disparity refinement framework for learning-based stereo matching methods in cross-domain setting for laparoscopic images. *Journal of Medical Imaging*, 10(4), 045001-045001. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.10.4.045001>
- Zewe, A. (17 enero, 2025). *Explained: Generative AI's environmental impact*. MIT News. <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117>