

Editorial

De la cuarta revolución industrial a la frontera cuántica: nuevos horizontes para la transformación de la salud

From the Fourth Industrial Revolution to the Quantum Frontier: New Horizons for Health Transformation

 Juan Pablo Trujillo Lemus^{1,a,b}

 Jimmy Alexander Cortes Osorio^{1,c,d}

 Alexander Bejarano González^{1,e}

 Jeison Andrés Mesa Sarmiento^{1,e}

Filiación

¹ Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

a. Decano de la Facultad de Ciencias Básicas.

b. PhD (c) Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial Avanzada, Maestría en Instrumentación Física.

c. Docente Titular Departamento de Física.

d. Grupo Investigación Robótica Aplicada, Investigador Senior Reconocido por MINCIENCIAS

e. PhD. (c) Ciencia de Datos

Correspondencia:

Juan Pablo Trujillo Lemus
jtrujillo@utp.edu.co

Contribución de autoría (roles CRediT):

Los autores declaran que participaron en conceptualización, metodología, software, investigación, curación de datos, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran que participaron en conceptualización, metodología, software, investigación, curación de datos, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

Financiamiento

El presente estudio fue financiado con recursos propios de los autores y no contó con financiamiento externo de instituciones públicas o privadas.

Proceso editorial

Fecha de envío: 25/09/2026

Fecha de aprobación: 29/09/2026

Fecha de publicación: XX/XX/202X

Cómo citar este artículo:

Trujillo Lemus JP, Cortes Osorio JA, Bejarano González A, Mesa Sarmiento JA. De la cuarta revolución industrial a la frontera cuántica: nuevos horizontes para la transformación de la Salud. Revista CyT Salud Pública, Vol. 1(3)- 2026



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.
 ISSN: 3119-7981 (En Línea)
 OJS: <https://rctsp.org.pe/>

La transformación de los sistemas de salud ya no puede comprenderse al margen de la transformación tecnológica de la sociedad. La cuarta revolución industrial consolidó la convergencia entre inteligencia artificial (IA), automatización, computación en la nube, internet de las cosas, analítica de grandes volúmenes de datos y plataformas conectadas. En salud, esta convergencia está modificando la forma en que se registran los datos, se investigan las enfermedades, se gestionan los servicios y se apoyan las decisiones clínicas y de salud pública. La Estrategia Mundial sobre Salud Digital 2020–2027 de la Organización Mundial de la Salud reconoce que el potencial de estas herramientas depende de su integración con recursos humanos, organizacionales, financieros y tecnológicos dentro de estrategias sólidas y sostenibles (1).

La IA constituye uno de los componentes más visibles de esta transformación. Sus aplicaciones abarcan el análisis de imágenes y señales biomédicas, la identificación de patrones en grandes conjuntos de datos, la estratificación de riesgos, el apoyo a la investigación, la vigilancia epidemiológica y la optimización de procesos asistenciales y administrativos. Sin embargo, su incorporación no debe confundirse con la delegación automática de decisiones. En ámbitos donde una recomendación puede afectar el diagnóstico, el tratamiento o el acceso a servicios, la calidad de los datos, la explicabilidad, la supervisión humana, la privacidad, la seguridad y la evaluación de sesgos son condiciones esenciales. La OMS ha señalado que la ética y los derechos humanos deben ocupar un lugar central en el diseño, despliegue y uso de la IA aplicada a la salud (2).

A esta capacidad analítica se suman la computación en la nube y el internet de las cosas médicas. La nube permite disponer de infraestructura escalable para almacenar, integrar y procesar información; mientras que sensores, dispositivos portátiles y equipos médicos conectados hacen posible obtener datos de manera continua y, en algunos contextos, realizar seguimiento remoto. La combinación de estas tecnologías abre oportunidades para anticipar riesgos, mejorar la continuidad del cuidado y utilizar con mayor eficiencia los recursos disponibles. No obstante, también incrementa la superficie de exposición a incidentes de ciberseguridad y exige interoperabilidad, gobernanza de datos y criterios claros sobre quién puede acceder a la información y con qué propósito.

En este punto resulta útil diferenciar la Industria 4.0 de la denominada Industria 5.0. Esta última no debe entenderse simplemente como una nueva colección de tecnologías ni como sinónimo de computación cuántica. La Comisión Europea la plantea como un complemento al paradigma de la Industria 4.0, orientado a una transformación sostenible, resiliente y centrada en el ser humano (3). Trasladada al sector salud, esta perspectiva cambia una pregunta fundamental: no basta con preguntarnos qué actividades pueden automatizarse, sino cuáles deberían transformarse, con qué beneficio sanitario y bajo qué salvaguardas. La tecnología adquiere valor cuando amplía las capacidades de profesionales, investigadores, gestores y pacientes, en lugar de desplazar el juicio clínico o profundizar desigualdades.

Este enfoque es especialmente pertinente para América Latina. La Organización Panamericana de la Salud ha señalado principios como

conectividad universal, salud digital inclusiva, interoperabilidad, derechos humanos, inteligencia artificial, seguridad de la información y una arquitectura adecuada de salud pública como elementos centrales de la transformación digital de la región (4). En consecuencia, incorporar algoritmos avanzados mientras persisten sistemas fragmentados, datos incompatibles, brechas de conectividad o escasez de talento especializado puede aumentar, en lugar de disminuir, las diferencias existentes. La innovación sanitaria requiere tanto infraestructura tecnológica como capacidades institucionales y humanas.

Mientras los sistemas de salud todavía afrontan el reto de integrar responsablemente estas herramientas, una nueva frontera científica comienza a adquirir relevancia: las tecnologías cuánticas. La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2025 como Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas, bajo el liderazgo de la UNESCO, coincidiendo con el centenario de desarrollos fundamentales de la mecánica cuántica (5). Esta conmemoración no implica que la atención sanitaria haya entrado ya en una etapa cuántica; sí evidencia que la ciencia cuántica ha pasado de ser únicamente un marco para comprender la naturaleza a convertirse en base de nuevas plataformas de sensado, comunicación, seguridad y computación.

Entre estas posibilidades, los sensores cuánticos representan una de las líneas con aplicaciones biomédicas más concretas. Tecnologías basadas, por ejemplo, en magnetómetros atómicos o centros de vacancia de nitrógeno en diamante permiten explorar mediciones con elevada sensibilidad y resolución. Se investigan aplicaciones que van desde la magnetoencefalografía y el registro de actividad neuronal hasta la detección de señales y biomarcadores a escalas difíciles de alcanzar mediante técnicas convencionales (6). Su desarrollo podría contribuir a sistemas diagnósticos y de monitorización más sensibles, aunque su transición desde el laboratorio hacia la práctica clínica dependerá de validación, costos, robustez y utilidad demostrada.

La computación cuántica plantea un horizonte diferente. Se estudia su potencial para abordar determinados problemas de simulación molecular, optimización y aprendizaje automático; áreas que podrían relacionarse con descubrimiento de fármacos, análisis de datos biomédicos y apoyo a decisiones complejas. Sin embargo, conviene evitar afirmaciones prematuras. Una revisión sistemática publicada en 2025 sobre aprendizaje automático cuántico aplicado a salud digital concluyó que la evidencia disponible no demuestra todavía una ventaja cuántica clara y consistente frente a métodos clásicos en condiciones realistas (7). Para la salud pública, esta cautela es particularmente importante: la novedad tecnológica no sustituye la evaluación de efectividad, seguridad, reproducibilidad, costo-efectividad ni impacto poblacional.

La transición cuántica también obliga a mirar un problema menos visible pero más inmediato: la protección de la información. Los sistemas sanitarios almacenan historias clínicas, datos genómicos, resultados diagnósticos e información personal que puede requerir confidencialidad durante muchos años. Computadores cuánticos suficientemente potentes podrían, en el futuro, comprometer algunos esquemas criptográficos hoy ampliamente utilizados. Por ello, el National Institute of Standards and Technology publicó en 2024 sus primeros estándares de criptografía poscuántica y recomienda iniciar la migración hacia mecanismos resistentes a futuros ataques cuánticos (8). Para salud, prepararse con anticipación resulta especialmente relevante por la sensibilidad y longevidad de sus datos.

En ese contexto, blockchain debe abordarse con la misma precisión. No es una tecnología cuántica por sí misma, pero puede participar en arquitecturas para trazabilidad, integridad o intercambio verificable de información. Su seguridad depende de primitivas criptográficas que deberán adaptarse a un escenario poscuántico. Por ello, más que hablar de un “blockchain cuántico” como solución inmediata, resulta más riguroso pensar en infraestructuras distribuidas que, cuando su uso esté justificado, incorporen criptografía resistente a ataques cuánticos, interoperabilidad y mecanismos adecuados de protección de datos.

Los artículos que integran este número muestran, desde perspectivas distintas, la complejidad de los problemas que la innovación debe ayudar a resolver: caídas en adultos mayores, dependencia de cuidados de enfermería, riesgos en la adquisición de medicamentos e insumos, salud mental, prevención de la tuberculosis, respuesta institucional ante desastres y gestión pública. Estos temas recuerdan que la tecnología no constituye un fin en sí misma. Un sensor tiene sentido si permite identificar oportunamente un riesgo; un algoritmo, si aporta información válida para una mejor decisión; una automatización, si reduce tareas innecesarias sin deshumanizar la atención; y una infraestructura digital, si mejora la continuidad, seguridad y equidad de los servicios.

El tránsito desde la cuarta revolución industrial hacia modelos de innovación más humanos, resilientes y sostenibles coincide con la emergencia de una nueva frontera científica. IA, automatización, nube, internet de las cosas, sensores avanzados, criptografía poscuántica y computación cuántica no evolucionarán de manera aislada, sino como un ecosistema de tecnologías que interactúan con instituciones y personas. El desafío para la salud no será adoptar cada innovación por el hecho de ser nueva, sino construir la capacidad para evaluarla, gobernarla e incorporarla cuando genere valor real.

La pregunta decisiva, por tanto, no es hasta dónde puede llegar la tecnología, sino qué salud queremos construir con ella. El futuro exige investigación rigurosa, profesionales capaces de dialogar entre disciplinas, sistemas interoperables y seguros, políticas públicas basadas en evidencia y una innovación que preserve la dignidad humana. Si la cuarta revolución industrial nos enseñó el poder de conectar datos y máquinas, la siguiente etapa deberá demostrar nuestra capacidad para conectar ese poder con las necesidades reales de las personas y de los sistemas de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2027 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2025 [citado 25 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116870>
2. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [citado 25 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
3. Breque M, De Nul L, Petridis A. Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry [Internet]. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2021 [citado 25 de septiembre de 2026]. doi:10.2777/308407.
4. Pan American Health Organization. Eight guiding principles of digital transformation of the health sector: a call to Pan American action [Internet]. Washington, DC: PAHO; 2021 [citado

25 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/54256>

5. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. International Year of Quantum Science and Technology [Internet]. Paris: UNESCO; 2025 [citado 25 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://www.unesco.org/en/years/quantum-science-technology>
6. Aslam N, Zhou H, Urbach EK, Turner MJ, Walsworth RL, Lukin MD, et al. Quantum sensors for biomedical applications. Nat Rev Phys. 2023;5:157–169. doi:10.1038/s42254-023-00558-3.
7. Gupta RS, Wood CE, Engstrom T, Pole JD, Shrapnel S. A systematic review of quantum machine learning for digital health. NPJ Digit Med. 2025;8:237. doi:10.1038/s41746-025-01597-z.
8. National Institute of Standards and Technology. Post-Quantum Cryptography [Internet]. Gaithers-burg (MD): NIST; 2024 [actualizado 2026; citado 25 de septiembre de 2026]. Disponible en: <https://www.nist.gov/pqc>