

GUÍA PRÁCTICA Y DIGITAL PARA PEDIATRAS

Los retos de la inteligencia artificial: del ChatGPT a la Pediatría del futuro

Julio Mayol Martínez

Departamento de Cirugía.
Grupo de Innovación.
Universidad Complutense de Madrid.
Instituto de Investigación
Sanitaria San Carlos.
Hospital Clínico San Carlos. Madrid

Javier de Oca Catalán

Director general y cofundador
de IOMED Medical Solutions



Información destinada al profesional de la salud

Blemil[®]
SIEMPRE MÁS
www.blemil.com



Los retos de la inteligencia artificial: del ChatGPT a la Pediatría del futuro

CAPÍTULO ÍNDICE

1	De la innovación a la transformación Julio Mayol Martínez	1
2	La inteligencia artificial en salud desde una perspectiva práctica: casos de éxito y fracaso Javier de Oca Catalán	10

Edita:

GRUPO | MAYO

©2023 de los autores
©2023 EDICIONES MAYO, S.A.U.
Aribau, 185-187 / 08021 Barcelona
Méndez Álvaro, 20, despacho 520 / 28045 Madrid

ISBN: xxxxxxxxxxxx

Dirección artística: Emili Sagóls
Depósito legal: xxxxxxxxxxxx
Impreso en España – *Printed in Spain*

Reservados todos los derechos. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 7021970/93 2720447).

El empleo de los nombres registrados, marcas registradas, etc., en esta publicación, no significa –incluso en ausencia de una declaración explícita– que tales nombres están exentos de las leyes y reglamentos protectores pertinentes y que por tanto pueden emplearse libremente.

Responsabilidad de productos: el editor no puede garantizar los datos sobre la posología y aplicaciones de los medicamentos indicados en este libro. En cada uno de los casos, el usuario tiene que comprobar su precisión consultando otra literatura médica.

grupomayo.com

CAPÍTULO 1

De la innovación a la transformación

Introducción

Los sistemas sanitarios, ante la prestación de servicios para atender a pacientes con condiciones cada vez más complejas, se enfrentan a una variedad de problemas tanto intrínsecos como extrínsecos. Aunque los segundos no son modificables, los primeros se deben al propio diseño de los modelos de asistencia en los que se basan. Tanto si se trata del modelo Beveridge (sistema nacional de salud) como de un modelo Bismarck (seguridad social), todos los sistemas sanitarios de los países de renta alta tienen en común problemas¹ de variabilidad de calidad y resultados, daño producido por efectos adversos de las intervenciones sanitarias, desperdicio de recursos en actividades que no generan ningún beneficio a los pacientes, inequidad en el acceso con sobreuso e infrauso de recursos, o impacto medioambiental por la generación de residuos y huella de carbono.



Para abordar estos problemas es necesario construir nuevas soluciones a través de la innovación asistencial y la transformación digital². Estos procesos implican la adopción de nuevas tecnologías, metodologías y modelos de gestión que buscan mejorar la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad de la atención sanitaria. Sin embargo, estos cambios no son suficientes si no se orientan hacia un objetivo fundamental: generar valor para los pacientes, los profesionales y la sociedad en general. En este capítulo, analizaremos cómo se puede lograr este objetivo a través de una visión estratégica, una cultura de innovación y una transformación digital centrada en las personas e impulsada por la inteligencia artificial.

Innovación para la transformación

De manera muy breve y práctica, la innovación se define como una nueva forma de aplicación del conocimiento con el objetivo de generar valor, como oposición al concepto de investigación, que tiene por objetivo la inversión de recursos para producir conocimiento.

Ante el reto de adaptarse a las nuevas demandas y necesidades de los ciudadanos, así como a los cambios en el entorno económico, político y regulatorio, los sistemas sanitarios se ven obligados a innovar en tres ámbitos fundamentales³: el modelo de negocio, la cultura organizativa y la tecnología. Solo de esta forma es posible llegar a transformar el sector sanitario.

El modelo de negocio debe orientarse al valor, es decir, a generar resultados en salud que sean relevantes para los pacientes, los profesionales y la sociedad, optimizando los recursos disponibles y creando valor compartido. Esto implica diseñar servicios y procesos que respondan a las expectativas y preferencias de los usuarios, que sean eficientes y efectivos, y que se basen en la evidencia científica y en la medición de indicadores de calidad, seguridad y satisfacción.

También debe producirse un proceso de innovación en la cultura organizativa. Se deben romper los silos funcionales y territoriales que dificultan la coordinación y la colaboración entre los diferentes actores del sistema de salud. Se trata de fomentar una cultura centrada en las personas, tanto en los pacientes como en los profesionales, que reconozca su diversidad, sus necesidades y sus potencialidades, y que promueva su participación activa en el cuidado de su salud. Además, se debe impulsar una cultura basada en datos, que aproveche el potencial de la información para mejorar la toma de decisiones, el aprendizaje continuo y la innovación. Como parte de una rigurosa gobernanza del dato sanitario, todos los agentes del sistema deben integrar la transparencia y la rendición de cuentas como valores esenciales que prevengan las potenciales manipulaciones de la información y los datos. Por supuesto, la seguridad y la ética son elementos clave en el funcionamiento de un sistema que se articula alrededor de la confianza.

Por último, la tecnología debe ser habilitadora de la innovación tanto en el modelo de negocio como en la cultura organizativa. Bajo el eje de la digitalización, es necesario que se produzcan soluciones que mejoren la accesibilidad, la calidad y la eficiencia de los servicios de salud, sin caer en la despersonalización de las personas (pacientes y profesionales). Para ello, es imprescindible contar con datos de calidad, fiables y actualizados, que permitan obtener una visión integral del estado de salud de las personas y de las poblaciones. Asimismo, se deben aplicar la inteligencia de negocio, las herramientas de apoyo a la toma de decisiones y la inteligencia artificial para analizar los datos, extraer conocimiento y generar valor. De esta forma, se podrá avanzar hacia unos sistemas de salud 5P: predictivos, preventivos, participativos, personalizados y poblacionales.

Nuevo modelo de negocio

El concepto de valor para Muir Gray^{1,2} es una forma de evaluar la calidad y la eficiencia de los servicios de salud teniendo en cuenta los beneficios, los daños y los costes que generan. El valor se puede medir en cuatro niveles: asignación de recursos (gestores), técnico (profesionales sanitarios), personalizado (pacientes) y poblacional (comunidad). El valor de asignación de recursos implica la toma de decisiones de políticos/gestores sobre la utilización de recursos en diferentes áreas dentro del sistema. El nivel técnico se refiere al uso óptimo de los recursos disponibles para producir el máximo beneficio posible. El nivel personalizado se refiere a la adecuación de los servicios a las preferencias y necesidades de cada paciente. El nivel poblacional se refiere al impacto de los servicios en la salud y el bienestar de la comunidad.

La fórmula para el cálculo de valor modificada de Muir Gray^{1,2} es la siguiente:

$$\text{Valor} = (\text{Beneficio} - \text{Daño}) \times (\text{PROMS} + \text{PREMS}) / (\text{Euros} + \text{Tiempo} + \text{CO}_2)$$

Donde:

- Beneficio es el efecto positivo de los servicios en la salud de los pacientes.
- Daño es el efecto negativo de los servicios en la salud de los pacientes.
- PROMS son las medidas de resultado reportadas por el paciente, que reflejan su percepción de la calidad de vida y la satisfacción con los servicios.
- PREMS son las medidas de experiencia reportadas por el paciente, que reflejan su opinión sobre el proceso y la atención recibida.
- Euros son los costes monetarios de los servicios, incluyendo los directos y los indirectos.
- Tiempo son los costes no monetarios de los servicios, incluyendo el tiempo dedicado por los pacientes, los profesionales y los cuidadores.
- CO₂ son los costes ambientales de los servicios, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta fórmula permite comparar diferentes opciones de intervención y asignar los recursos de forma más eficiente y equitativa, buscando maximizar el valor para los pacientes y la sociedad.

Nueva cultura

Los cambios culturales necesarios para la reorganización del sistema sanitario hacia la producción de mejor valor son múltiples y complejos. El sistema sanitario debe orientarse a la mejora continua de la calidad, la seguridad, la eficiencia y la satisfacción de los pacientes y los profesionales. Para ello, es necesario promover una cultura de colaboración, innovación, aprendizaje y responsabilidad compartida entre todos los actores del sistema, eliminando los silos y facilitando la interoperabilidad semántica, técnica y organizacional.

Algunos ejemplos de estos cambios culturales son: el empoderamiento de los pacientes y sus familias, el trabajo en equipo multidisciplinar, la gestión por procesos y resultados, la incorporación de la evidencia científica y la experiencia clínica en la toma de decisiones, la transparencia y la rendición de cuentas, y el fomento de la participación ciudadana y del diálogo social.



Nueva tecnología: digitalización

La digitalización y la innovación en tecnología digital son factores clave para la transformación de los servicios sanitarios, ya que permiten mejorar la calidad, la eficiencia y la accesibilidad de la atención. Algunos ejemplos de cómo la tecnología digital puede contribuir a la mejora de los servicios sanitarios son:

- 1 La **telemedicina**, que permite ofrecer consultas, diagnósticos y seguimientos a distancia, reduciendo los costes y los desplazamientos de los pacientes y de los profesionales sanitarios.



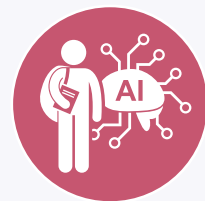
- 2 Los **dispositivos móviles** y las **aplicaciones de salud**, que facilitan el autocuidado, el monitoreo y la comunicación entre los pacientes y los profesionales sanitarios, aumentando la adherencia a los tratamientos y la prevención de complicaciones.



- 3 Los **sistemas de información integrados**, que permiten compartir y gestionar la información clínica de forma segura y eficiente, mejorando la coordinación entre los diferentes niveles asistenciales y optimizando los recursos disponibles.



- 4 La **inteligencia artificial**, que puede apoyar en la toma de decisiones clínicas, el análisis de datos, la detección de patrones y la predicción de riesgos, mejorando el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades.



La IA en la asistencia sanitaria

La inteligencia artificial (IA) es un campo de la informática que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren de la inteligencia humana, como el reconocimiento de imágenes (visión computarizada), el procesamiento del lenguaje natural, el razonamiento o la toma de decisiones⁴, tal como se describe en la Tabla 1. Entre sus aplicaciones en la sanidad se encuentran el diagnóstico médico, la predicción de enfermedades, la asistencia a los pacientes, la formación de profesionales, la gestión hospitalaria y la investigación biomédica.

TABLA 1. Descripción de áreas de la inteligencia artificial (IA) con su potencial uso en la asistencia médica

Área de IA	Descripción	Potencial uso en la medicina
Computer Vision (visión por computadora)	Se centra en la adquisición, procesamiento y análisis de imágenes y videos para obtener información visual	Detección de enfermedades en imágenes médicas, segmentación de órganos en escaneos, seguimiento de movimientos y gestos para terapia física
NLP (procesamiento de lenguaje natural)	Se enfoca en la comprensión y generación de lenguaje humano, permitiendo a las máquinas entender, interpretar y responder al texto	Análisis de historias clínicas, clasificación de síntomas y diagnóstico basado en informes médicos, <i>chatbots</i> para atención al paciente
Machine Learning (aprendizaje automático)	Se basa en algoritmos y modelos que permiten a las máquinas aprender de datos y realizar tareas sin ser programadas explícitamente	Predicción de enfermedades y resultados de tratamientos, asistencia en diagnósticos, análisis de riesgo genético
Deep Learning (aprendizaje profundo)	Subcampo del aprendizaje automático que se basa en redes neuronales artificiales para extraer características y aprender representaciones de alto nivel de los datos	Análisis y clasificación de imágenes médicas, detección de anomalías en registros de pacientes, detección y segmentación de tumores
Robotics (robótica)	Se enfoca en el diseño, construcción y control de robots para realizar tareas específicas de manera autónoma o asistida	Cirugía asistida por robots, rehabilitación y terapia física con robots, asistencia a personas con discapacidades motoras



FIGURA 1. Recomendación de la UNESCO para el uso de ChatGPT⁸

Muy recientemente han surgido para el uso generalizado los *large language models* (LLM), que son modelos de IA que pueden generar y comprender textos en diferentes idiomas y dominios, utilizando grandes cantidades de datos. Estos modelos ofrecen un gran potencial para mejorar la comunicación y el acceso a la información en el ámbito sanitario⁵, pero también plantean importantes riesgos éticos y legales, como la privacidad de los datos, la calidad y veracidad de la información generada, la responsabilidad por los errores o daños causados, o la equidad y transparencia en su desarrollo y uso. Por ello, es necesario establecer un marco normativo y ético que garantice el uso responsable y beneficioso de la IA y los LLM en la sanidad, respetando los derechos y los valores de los usuarios y de los profesionales implicados.

Dos ejemplos de LLM son ChatGPT y BingGPT^{6,7}. El primero opera sobre GPT3.5 mientras que el segundo lo hace sobre un *transformer* más avanzado y con mayor acceso a datos para su entrenamiento: GPT4. Ambos se basan en redes neuronales profundas, especialmente en la arquitectura *transformer*, que permiten capturar las relaciones entre las palabras y el contexto, y podrían tener diversas aplicaciones en los sistemas sanitarios, tales como:

- Asistir a los profesionales sanitarios en la elaboración de informes, diagnósticos, recetas o planes de tratamiento, utilizando la información disponible y las preferencias del paciente.
- Facilitar la comunicación entre los pacientes y los proveedores de salud, ofreciendo respuestas personalizadas, empáticas y educativas a las consultas o dudas que puedan tener los usuarios.
- Mejorar la gestión y el acceso a la información sanitaria, permitiendo realizar búsquedas rápidas y eficientes en bases de datos médicas, documentos clínicos o historiales de pacientes, utilizando un lenguaje natural y criterios relevantes.
- Promover la prevención y la promoción de la salud, generando contenidos informativos, motivacionales o persuasivos sobre hábitos saludables, enfermedades, vacunas o tratamientos, adaptados al perfil y al contexto del público objetivo.

Sin embargo, su aplicación debe ser validada, por los riesgos éticos y legales de su uso, tal como se mencionó anteriormente. De una manera muy sucinta, la UNESCO⁸ ha promovido un algoritmo que facilita la toma de decisiones en el uso de la tecnología (Figura 1). Pero hay que ir más allá: es necesario establecer unos criterios y normas que regulen el uso de estos modelos en la asistencia sanitaria, así como evaluar su eficacia y seguridad en diferentes contextos y situaciones⁹.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gray JM, Abbasi K. How to get better value healthcare. *J R Soc Med*. 2007; 100(10): 480. doi: 10.1177/014107680710001019.
2. Muir G, Mayol J. Value based medicine. *ASGBI eJournal*. 2019; 55: 44-48. Disponible en: <https://www.asgbi.org.uk/userfiles/file/journals/summer-2019-jasgbi.pdf>
3. Christenssen C. *The innovator's dilemma*. Harvard Business Review Press, 1997.
4. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017; 2(4): 230-243.
5. Fuentes-Martín A, Cilleruelo-Ramos A, Segura-Méndez B, Mayol J. Can an artificial intelligence model pass an examination for medical specialists? *Arch Bronconeumol*. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2023.03.017>
6. OpenAI. GPT-4 technical Report. *ArXiv [internet]* (2023). doi: 10.48550/arXiv.2303.08774.
7. Sallam M. ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: systematic review on the promising perspectives and valid concerns. *Healthcare*. 2023; 11: 887. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
8. Sabzalieva E, Valentini A. ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: guía de inicio rápido. 2023. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa
9. AI Act: a step closer to the first rules on Artificial intelligence. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230505IPR84904/ai-act-a-step-closer-to-the-first-rules-on-artificial-intelligence>

Conclusiones



La innovación asistencial y la transformación digital son procesos clave para mejorar los sistemas sanitarios y generar valor para los pacientes, los profesionales y la sociedad.



Estos procesos no pueden ser efectivos si no se basan en una visión estratégica, una cultura de innovación y una transformación digital centrada en las personas e impulsada por la IA.



La IA puede aportar soluciones a los problemas de calidad, eficiencia, sostenibilidad e impacto medioambiental de la atención sanitaria, siempre que se apliquen con rigor, ética, transparencia y responsabilidad.

CAPÍTULO 2

La inteligencia artificial en salud desde una perspectiva práctica

Definición y ejemplos de inteligencia artificial en salud

La inteligencia artificial (IA) es un término que se refiere a la simulación de procesos de inteligencia humana por sistemas de información, esencialmente software. Incluye el aprendizaje (la adquisición de información y reglas para su uso), el razonamiento (usando reglas para llegar a conclusiones aproximadas o definitivas) y la autocorrección. Mientras que en su núcleo esta definición encapsula la intención teórica de simular una inteligencia general, su implementación práctica se centra en la resolución de problemas específicos. Es decir, aunque el propósito teórico de la IA pueda ser el de imitar la inteligencia humana en su totalidad, en la práctica la IA se utiliza para optimizar y automatizar tareas específicas.



Así, una posible definición, inicial y teórica, de inteligencia artificial podría enunciarse como «sistemas de información capaces de llevar a cabo tareas que habitualmente requieren [o requerían] habilidades humanas»¹.

Más allá, sin embargo, de la definición teórica, en la práctica hay un razonamiento sencillo que explica el porqué de la popularidad, la proyección y el potencial de la IA como concepto, y es su aportación a la productividad. Se ha escrito mucho a estos efectos², pero, de manera sintetizada, el siguiente gráfico ilustra la idea (figura 2).

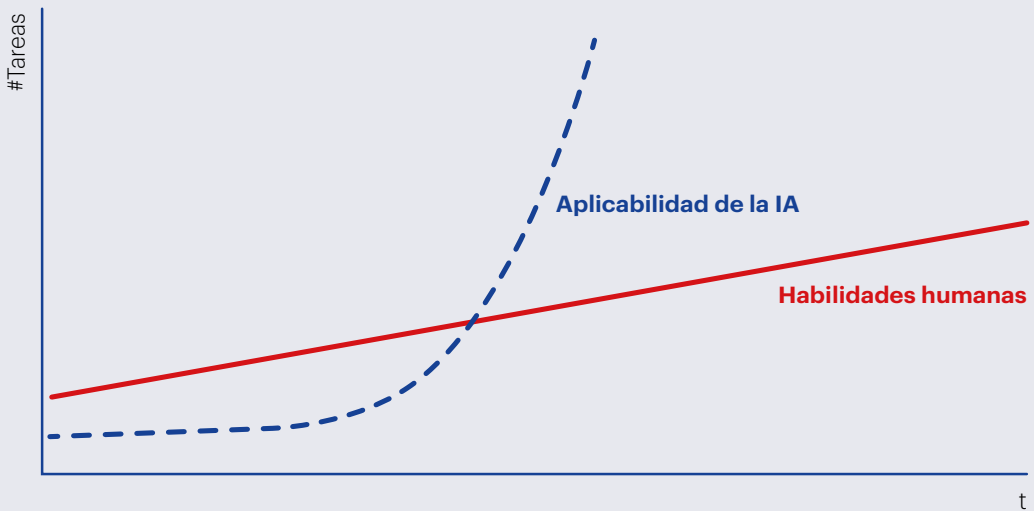


FIGURA 2. Representación gráfica de la aplicabilidad de la IA en comparación con las habilidades humanas. Elaboración propia

Asumiendo siempre el uso de aplicaciones de IA para la resolución de tareas concretas, el gráfico ilustra la resolución de una tarea comparativamente entre su realización manual y su realización vía una aplicación de IA. Transcurrido un periodo de entrenamiento (de la línea punteada inferior a la línea continua), su capacidad de resolución se dispara exponencialmente, complementando (cuidado, que no sustituyendo) la productividad de las personas involucradas.

Partiendo de esta idea, y teniendo en cuenta el momento crucial en que se encuentran los sistemas sanitarios en el mundo desarrollado (presión demográfica, escasez de profesionales, escasez de inversión, entre otros), podemos esperar un gran desarrollo de aplicaciones basadas en IA en salud.

El sector nos deja múltiples ejemplos, de entre los cuales, a efectos ilustrativos, se pueden destacar los siguientes:

- **Diagnóstico por la imagen:** uso de algoritmos de aprendizaje automático para analizar imágenes médicas y detectar enfermedades. Este tipo de IA se entrena con un gran número de imágenes orientadas a una patología concreta y divididas en un train set (grupo de entrenamiento) y un test set (grupo de testeo), permitiendo al sistema aprender a identificar patrones y características que indican la presencia de esa enfermedad. Un caso de estudio es Google, que ha utilizado la IA para identificar la retinopatía diabética³. El sistema de Google utilizó un conjunto de entrenamiento de miles de imágenes de la retina para aprender a identificar los patrones que indican la presencia de la patología. Este tipo de algoritmo de IA tiene un impacto significativo en la salud pública. Las enfermedades oculares diabéticas son una de las principales causas de ceguera en el mundo, y su detección temprana es crucial para su tratamiento.
- **Symptom checkers:** herramientas basadas en IA que permiten a los pacientes introducir sus síntomas y recibir sugerencias de diagnóstico o triaje. Por ejemplo, la startup británica Babylon Health⁴ ha desarrollado un chatbot que es capaz de ofrecer un diagnóstico preliminar basado en los síntomas informados por el usuario. Este tipo de herramientas pueden ser de gran ayuda para identificar rápidamente posibles problemas de salud, proporcionar consejos sobre el siguiente paso a seguir, e incluso ayudar a decidir si es necesario acudir a un hospital o clínica. Imaginemos, de nuevo, el impacto de este tipo de aplicaciones en unas Urgencias ya saturadas.
- **Adherencia al tratamiento:** constituye un desafío significativo en el cuidado de la salud. La IA puede ayudar a abordar este problema al proporcionar recordatorios personalizados y seguimiento proactivo de la adherencia. Una compañía que trabaja en este espacio es AiCure⁵; su plataforma utiliza IA para monitorear la administración de medicamentos en pacientes a través de un teléfono inteligente. La plataforma puede detectar visualmente si un paciente ha tomado su medicación, y proporcionar recordatorios y alertas si se detecta alguna irregularidad.

Más allá de los ejemplos prácticos, en los siguientes apartados exploraremos lo que el campo de la IA promete en Sanidad y lo que realmente está sucediendo.

El impacto de la IA en salud: teoría y realidad

Impacto teórico de la IA en salud

Como hemos visto, la IA tiene el potencial de transformar el sector de la salud, que puede materializarse en dos grandes espacios: la calidad asistencial y la eficiencia.

Desde un punto de vista de calidad asistencial, el uso de grandes cantidades de datos nos tiene que permitir un enfoque más personalizado, predictivo y preventivo de la atención médica. Este enfoque se conoce como la medicina de las «5P»^{6,7}: medicina personalizada, preventiva, predictiva, participativa y precisa.

- **Medicina personalizada.** La medicina personalizada se refiere a la capacidad de adaptar los tratamientos a las características únicas de cada paciente, como su genética, su estilo de vida y su historial médico. Esto solo es posible gracias a la capacidad de procesar y analizar grandes cantidades de datos de manera rápida y precisa.
- **Medicina preventiva.** Es la capacidad de utilizar los datos para prever el riesgo de enfermedades. Por ejemplo, al analizar los datos genéticos de una persona, es posible predecir su riesgo de desarrollar ciertas enfermedades genéticas. Esto permite tomar medidas preventivas antes de que la enfermedad se manifieste.
- **Medicina predictiva.** Mediante el uso de algoritmos predictivos basados en patrones y el análisis de big data, la IA tiene la capacidad de mejorar la calidad asistencial anticipando situaciones de riesgo, produciendo avisos en tiempo real para anticipar dichas situaciones en beneficio del paciente y de las instituciones sanitarias.
- **Medicina participativa.** Se refiere a la capacidad ofrecida a los pacientes de participar activamente en su propia atención médica. Esto puede suceder a través de aplicaciones que permiten a los pacientes monitorear sus propios signos vitales, o de plataformas que permiten a los pacientes compartir y discutir sus experiencias con otros pacientes.
- **Medicina precisa.** La medicina de precisión es un enfoque innovador para la prevención y el tratamiento de enfermedades que tiene en cuenta las diferencias individuales en los genes, el entorno y el estilo de vida de cada persona. A diferencia de la medicina personalizada, que sugiere que los tratamientos se adaptan a los individuos, la medicina de precisión sugiere que los tratamientos se adaptan a subgrupos de individuos. Es un enfoque que permite a los médicos predecir más exactamente qué estrategias de tratamiento y prevención funcionarán en grupos específicos de personas.

Esta aproximación teórica nos permite alejarnos del modelo tradicional de sick-care para abrazar un enfoque de healthcare.

Por otro lado, tenemos el impacto teórico significativo de la IA en la salud en la eficiencia en la prestación asistencial. La IA tiene el potencial de automatizar tareas repetitivas⁸, facilitar la codificación y estructuración de datos, y permitir un control más preciso del gasto sanitario⁹ al orientar la actividad hacia entornos de máximo valor añadido, además de dar soporte a los muy necesitados modelos de compra basados en el valor.

Impacto real de la IA en salud

A pesar de estas promesas teóricas, el impacto real de la IA en el campo de la salud ha sido hasta ahora de lo más modesto. Según un estudio de Goldfarb y Teodoridis, publicado por Brookings en 2022, la adopción de IA en el sector salud, medida en función del porcentaje de mano de obra con la experiencia requerida, es una de las más bajas de la economía¹⁰.

Además, a pesar de los casos de uso que parecen estar surgiendo, muchos de ellos parecen estancarse en la fase de pruebas. Un estudio de 2020 de Price Waterhouse Coopers realizado en los Países Bajos respalda esta afirmación, demostrando que muchos casos de uso de IA en la salud aún están en las fases de *feasibility* y *usability*, con pocos o ninguno llegando a la fase de *production*¹¹, es decir, ya en aplicación en vida real.

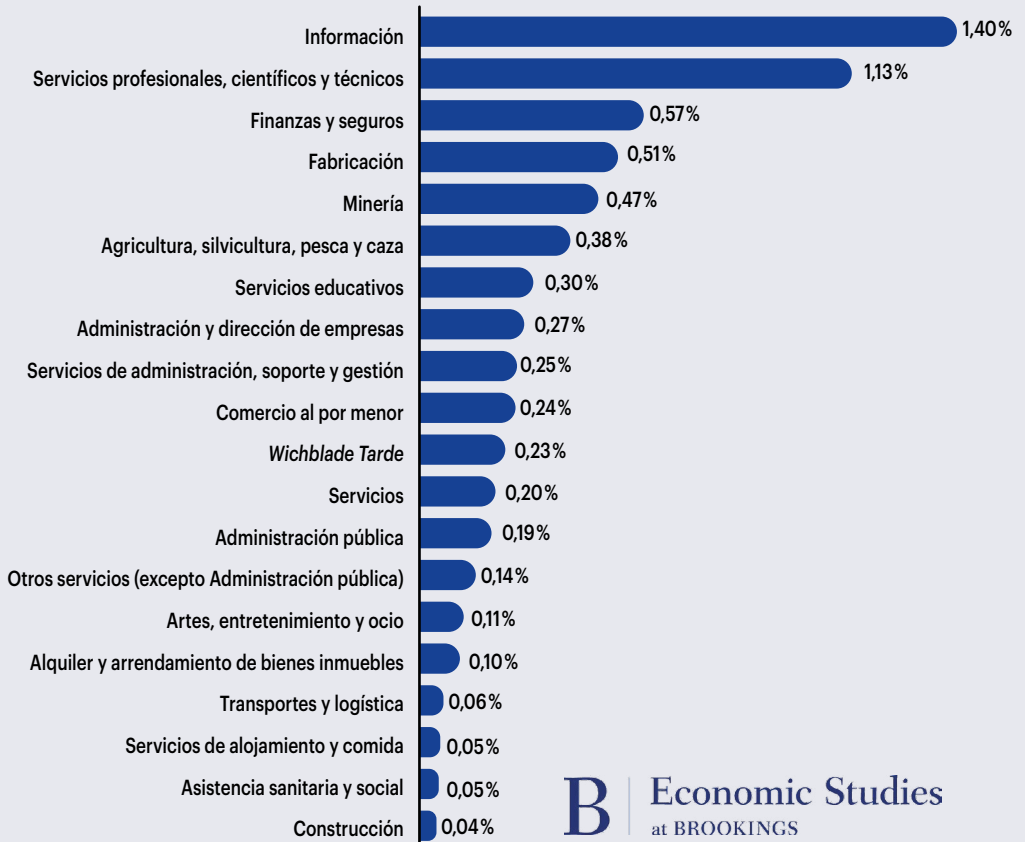


FIGURA 3. Proporción de ofertas de trabajo en EE. UU. que requieren habilidades relacionadas con la IA (2015-2018). Figura extraída de Avi Goldfarb, et al.¹² [Copyright American Economic Association; figura reproducida con permiso de AEA Papers and Proceedings. Todos los derechos reservados]

Estos datos pintan un panorama claro: aunque el impacto teórico de la IA en la salud es significativo, su impacto real está muy por detrás de las expectativas (figura 3). Sin embargo, este contraste entre la teoría y la realidad no debería interpretarse como un fracaso de la IA, sino más bien como una ilustración de los desafíos inherentes a la adopción e implementación de tecnologías emergentes en un sector tan complejo y regulado como la atención sanitaria.

Buscando una perspectiva práctica, la revisión de casos de éxito y fracaso puede ayudarnos a arrojar luz sobre los factores que nos llevan a una correcta o frustrada adopción de la IA en salud.

Casos de éxito y fracaso en la adopción de la IA en salud

La adopción de la IA en el sector de la salud ha tenido tanto éxitos como fracasos, y el análisis de ambos es esencial para entender mejor las barreras y los facilitadores de la implementación de la IA.

Sin embargo, antes de empezar a discutir casos de éxito o fracaso, hay que definir qué consideramos éxito. Para ello nos apoyaremos en tres factores:

- 1. Impacto positivo real.** Un caso de éxito debe tener un impacto real, en el entorno sanitario real y sobre *stakeholders reales*.
- 2. Escala.** Un caso de éxito debe alcanzar una escala relevante, generando un impacto en una cantidad importante de *stakeholders*.
- 3. Sostenido.** Un caso de éxito debe ser sostenido y recurrente en el tiempo, con usos continuados.

Con esta brújula, analicemos dos casos concretos:

- **Un caso de éxito: Mediktor.** Mediktor es una empresa tecnológica en el entorno sanitario que utiliza la IA para mejorar la precisión y la eficiencia del diagnóstico médico. Su plataforma utiliza la IA para recoger y analizar los síntomas del paciente y sugerir posibles diagnósticos, lo que ayuda a redirigir flujos de pacientes y a una toma de decisiones más informada por parte de los equipos asistenciales. Todo ello ha logrado validarlo a través de la publicación de varios papers conjuntamente con instituciones de referencia¹³. Mediktor ha logrado un impacto significativo en la atención médica al mejorar la precisión del diagnóstico, reducir el tiempo necesario para llegar a un diagnóstico y optimizar la eficiencia de los profesionales de la salud. Los números lo atestiguan propiamente: ha conseguido escalar su plataforma para atender a más de 30 millones de pacientes en 28 países, cubriendo 17 idiomas y obteniendo un Net Promoter Score de 95, lo que resulta en un impacto sostenido, de alcance y altamente positivo.
- **Un caso de fracaso: IBM Watson.** Este caso ilustra las dificultades y desafíos que pueden surgir al implementar la IA en el sector de la salud. A pesar de una inversión considerable, de algo más de 10 000 millones de dólares, y de la promesa de revolucionar la atención médica con su IA de vanguardia, IBM Watson se encontró con una serie de obstáculos que finalmente llevaron a su fracaso en el sector de la salud, obligando a liquidar el activo por algo menos de una décima parte de la inversión. Entre los desafíos a los que se enfrentó IBM Watson estaban la dificultad de integrar su plataforma de IA con los sistemas de atención médica existentes; la resistencia de los médicos y de otros profesionales de la salud a adoptar la nueva tecnología, y la falta de evidencia sólida y replicable de la efectividad de la IA en la mejora de la atención médica. El acceso a los volúmenes ingentes de datos que requería Watson lo hizo doblemente complicado, no pudiendo además trabajar con la calidad heterogénea de las fuentes habitualmente disponibles en salud.

Se trata de dos casos muy claros de éxito y fracaso, que nos permiten vislumbrar algunos de los factores que, sin duda, se tienen que tener en cuenta a la hora de implementar procesos y aplicaciones basados en IA en salud, y que nos conducirán, entre otras muchas circunstancias, al éxito o al fracaso.

Factores que nos llevan al éxito o al fracaso en la implantación de la IA en salud

Como se ha dicho, identificar y entender los factores que conducen al éxito o al fracaso en la implementación de la IA en la atención sanitaria es crucial. Estos factores pueden dividirse en tres grandes grupos: técnicos, científicos y de negocio.

Factores técnicos de éxito o fracaso

El éxito de la implementación de la IA en la atención sanitaria puede verse profundamente afectado por una serie de factores técnicos, que son aquellos estrictamente relacionados con las funcionalidades del propio proceso y/o aplicación de IA. Estos pueden dividirse en tres categorías principales: riesgos de datos, riesgos de modelos y riesgos del usuario.

- **Riesgos de datos (*data risk*).** Se refieren a la calidad, disponibilidad, accesibilidad, privacidad y seguridad de los datos, típicamente divididos en *train set*, *test set* y *production set*. La IA se alimenta de datos, y si estos son de mala calidad o están mal gestionados, los sistemas de IA no podrán funcionar correctamente. En el contexto sanitario, donde los datos a menudo son ruidosos, sensibles y están protegidos por normativas de privacidad estrictas, la gestión de los datos es especialmente crítica.
- **Riesgos de modelos (*model risk*).** Pueden surgir debido a la complejidad inherente de los algoritmos de IA. Puede haber problemas con el sobreajuste, la interpretabilidad y la fiabilidad de los modelos, lo que puede resultar en resultados incorrectos o inconsistentes que pueden tener graves repercusiones en el ámbito sanitario.
- **Riesgos de usuario (*user risk*).** Son aquellos relacionados con la experiencia y/o las expectativas de uso por parte de los que serán usuarios del proceso o aplicación. Pueden surgir debido a una falta de formación o de entendimiento de los sistemas de IA por parte de los usuarios finales, una expectativa desalineada o un caso de uso mal definido, o directamente inexistente, por ejemplo.

Factores científicos de éxito o fracaso

Los factores científicos también desempeñan un papel importante en el éxito o fracaso de la implementación de la IA en la atención sanitaria. Un elemento esencial para el éxito es la existencia de evidencia científica sólida y de la replicabilidad de los resultados de la IA.

Como es bien sabido, los nuevos tratamientos y *medical devices* deben demostrar su eficacia y seguridad a través de ensayos, estudios y certificaciones estrictamente reguladas. Esta dinámica y mentalidad orientadas al método científico como base está inte-

grada en el ADN de todo el personal activo en la sanidad, desde el entorno asistencial hasta el de toma de decisiones. Por lo tanto, es crucial para el éxito que los promotores de modelos de IA aplicados a la sanidad huyan del modelo *black box*¹⁴ y se adapten a esta metodología transparente y basada en la evidencia. Sin la evidencia científica suficiente para respaldar sus resultados, las implementaciones de IA se enfrentarán a escepticismo y resistencia por parte de los profesionales sanitarios y los reguladores.

Factores de negocio de éxito o fracaso

Por último, existen varios factores de negocio que pueden influir en el éxito o fracaso de la implementación de la IA en la atención sanitaria:

1

Generación de modelos de negocio.

Generar modelos de negocio viables en el sector sanitario es especialmente complejo debido a la presencia de múltiples stakeholders, su naturaleza pública o sin ánimo de lucro, su escasez de recursos y/o la complejidad de sus relaciones y roles.



2

Escalabilidad. Entendida como la capacidad de aumentar márgenes brutos de beneficio a medida que se crece, permitiendo por lo tanto un crecimiento sostenible, la escalabilidad es crucial para que el impacto de una aplicación de IA sea sostenible en el tiempo y amplio en su naturaleza. Si las empresas promotoras de la innovación no ven claro este factor, difícilmente invertirán en la creación y despliegue de estos modelos.



3

Acceso. Aun con un buen modelo de negocio con buena potencial escalabilidad, la siguiente clave va a ser el acceso al mercado. La sanidad es un entorno de acceso complejo, con inversiones relevantes requeridas y un expertise necesario altamente segmentado, localizado y, por lo general, caro de conseguir.



La extrema dificultad de estos tres factores, particularmente complejos en Sanidad, es lo que está dificultando la adopción de la IA en nuestro sector.

Un vistazo optimista al sector

A pesar de los desafíos y obstáculos, de la baja adopción hasta la fecha y de las complejidades de su adopción, hay muchas razones para ser optimistas sobre el futuro de la IA en el sector de la salud. Existe una demanda creciente de soluciones de IA en dicho sector, y una inversión cada vez mayor en el desarrollo e implementación de estas soluciones.

Una encuesta a profesionales de la salud¹⁵ encontró que la mitad de los encuestados identifican la IA como el área prioritaria donde invertir en los siguientes 2 años (figura 4).

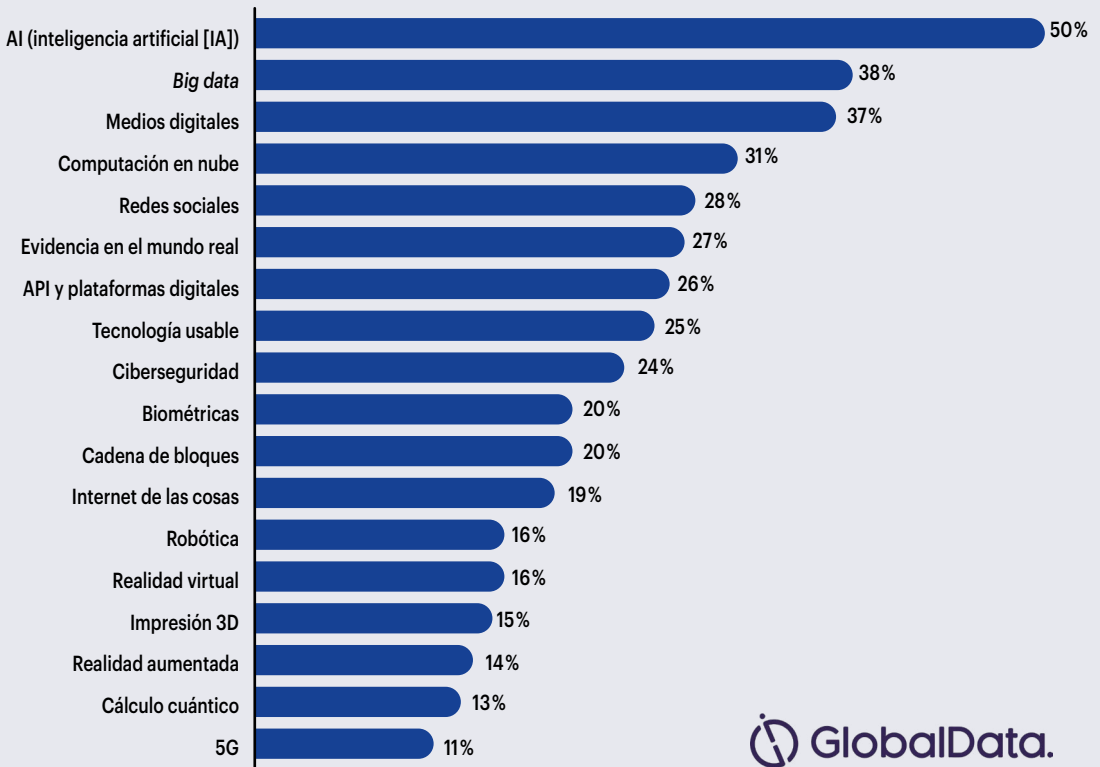


FIGURA 4. Opiniones de profesionales sanitarios sobre en qué tecnologías invertir durante los próximos dos años, 2022 (%). Figura extraída de Global Data¹⁶. [Copyright Global Data; figura reproducida con permiso de Global Data. Todos los derechos reservados]

La atención sanitaria se está convirtiendo en un área destacada para la investigación y las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA)

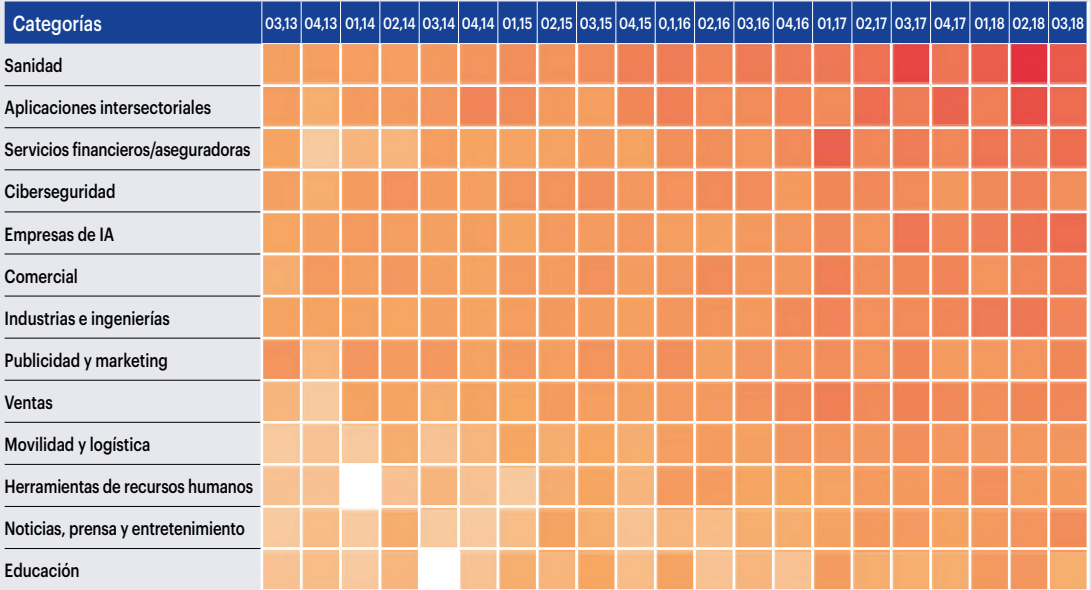


FIGURA 5. Industrias destacadas en la inversión en IA. Figura extraída de CB insights¹⁷. [Copyright CB insights; figura reproducida con permiso de CB insights. Todos los derechos reservados]



FIGURA 6. Curva de adopción de la innovación. Figura extraída de Anat Hovav, et al¹⁸. [Copyright Association for Information Systems; figura reproducida con permiso de Association for Information Systems, Atlanta, GA; 404-413-7445; www.aisnet.org. Todos los derechos reservados]

Y no solamente hay una demanda de los sanitarios, sino también una progresiva inversión en salud dentro del campo de la IA en general, como demuestran los datos de CB Insights recopilados en 2019 (figura 5).

Todo indica, por lo tanto, que nos encontramos en las fases iniciales de la curva de adopción de la IA en sanidad (figura 6). Para facilitarla, debemos tener muy presentes los factores de éxito o fracaso expuestos, requiriendo para ello una participación activa de las autoridades, una orientación clara a resultados y casos de uso viables y escalables por parte de las empresas desarrolladoras, y la capacidad, en términos de recursos, de adopción por parte de las instituciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Artificial intelligence. The next digital frontier? McKinsey Global Institute, junio 2017.
2. Bughin J, Seong J, Manyika J, Chui M, Joshi R. Notes from the AI frontier: modeling the impact of AI on the world economy. McKinsey Global Institute, 2018.
3. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA*. 2016; 316(22): 2402-2410. doi: 10.1001/jama.2016.17216.
4. Babylon Health (n.d.). Our Services. Babylon Health. Retrieved July, 2023. Disponible en: from <https://www.babylonhealth.com/product>
5. AiCure (n.d.). Intelligent Medicine. AiCure. Retrieved July, 2023. Disponible en: <https://www.aicure.com/>
6. Syed AM, Zanfardino M, Murad AM, De La Iglesia D. Bringing forth the use of AI in medicine and health: reviewing the past to learn about the future. *bioRxiv*, 2018.
7. Schmidt B. P5 medicine: a plus for a personalized approach to oncology. *Nat Rev Clin Oncol*. 2011; 8(7): 444.
8. Jha S, Topol EJ. Adapting to artificial intelligence: radiologists and pathologists as information specialists. *JAMA*. 2016; 316(22): 2353-2354.
9. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*. 2019; 6(2): 94.
10. Goldfarb A, Teodoridis F. Why is AI adoption in health care lagging? *Brookings*, 2022.
11. Velthuisen JW, et al. Price Waterhouse Coopers. 2020.
12. Goldfarb A, Taska B, Teodoridis F. Artificial Intelligence in Health Care? Evidence from Online Job Postings. *AEA Papers and Proceedings*. 2020; 110: 400-404.
13. Nazario Arancibia JC, et al. Evaluation of a diagnostic decision support system for the triage of patients in a Hospital Emergency Department. *IJIMAI Journal*. 2018; 5(4).
14. Castelveccchi D. Can we open the black box of AI? *Nature*. 2016; 538(7623): 20-23.
15. Global Data, Digital Transformation and Emerging Technology in the Healthcare Industry, 2022 Survey.
16. Global Data. Digital Transformation and Emerging Technology in the Healthcare Industry. 2020. Disponible en el siguiente link: <https://www.globaldata.com/reports/digital-transformation-and-emerging-technology-in-the-healthcare-industry-2020-edition/?ReturnVal=1>
17. CB insights. Artificial Intelligence Deals Tracker: 5K Deals Across 25+ Industries In One Heatmap. 2018. Disponible en el siguiente link: <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligenceinvestment-heatmap-expert-intelligence/>.
18. Hovav A, Schuf D. Global Diffusion of the Internet V - The Changing Dynamic of the Internet: Early and Late Adopters of the IPv6 Standard. *Communications of the Association for Information Systems*. 2005; 14 (15): 1-23.

Conclusiones



La IA tiene el potencial de cambiar profundamente el sector sanitario a través de la calidad asistencial, la eficiencia y el movimiento del *sick-care* al *health-care*.



El impacto teórico todavía dista del impacto real por las dificultades en las áreas técnicas, científicas y de negocio.



Vemos, sin embargo, una tendencia clara en inversión, voluntad y adopción, que nos permite entender que, sencillamente, nos hallamos en la fase inicial de la curva de adopción de la IA en salud, con un camino largo y prometedor por delante.

NUEVO
Blemil[®]
Optimum
EVOLUTION

EVOLUTION ES DAR LO MEJOR QUE TENEMOS



INMUNO
ProTech

PROTEÍNAS BIOACTIVAS
 OPN + MFGM + ALFA-LACTOALBÚMINA

5 HMOs*
 OLIGOSACÁRIDOS PRESENTES
 EN LA LECHE MATERNA

IM1[®] PRO
 MEZCLA ÚNICA DE PROBIÓTICOS



PROTEÍNA A2
 PARA PROTEGER
 EL BIENESTAR DIGESTIVO



ALCANZA EL MÁXIMO EFECTO SINÉRGICO DE PROTECCIÓN



Descubre más



ENTRA EN LA PROTECCIÓN DEL FUTURO



AVISO IMPORTANTE: La leche materna es el mejor alimento para el lactante. Información destinada al profesional de la salud.



SIEMPRE MÁS
 www.blemil.com

Blemil[®]