

Artículo Original

La integración de la inteligencia artificial en el medio sanitario y en la educación debe promover un cambio en los modelos de formación

José Manuel Ayala ^{1,*} y Francisco Germain ^{2,*}

¹ Centro Universitario de la Defensa; joseayalaalvarez@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-2316-6340>

² Universidad de Alcalá, Departamento de Biología de Sistemas; francisco.germain@uah.es;
<https://orcid.org/0000-0002-7945-2709>

* Autor correspondencia: francisco.germain@uah.es; <https://orcid.org/0000-0002-7945-2709>;

Co-autor de correspondencia: joseayalaalvarez@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-2316-6340>

DOI: <https://doi.org/10.37536/RIECS.2025.10.2.500>

Resumen: La irrupción de la inteligencia artificial (IA) está generando, al igual que en otros sectores, un cambio profundo en el área de la salud. De hecho, representa toda una revolución en el modo de diagnosticar, tratar y gestionar la atención sanitaria. Este avance tecnológico se contempla como una herramienta con un potencial transformador enorme, capaz de servir como un valioso "auxiliar" para el profesional de la salud, optimizando tanto la eficacia (precisión diagnóstica y terapéutica) como la eficiencia (relación coste/beneficio). Sin embargo, esta perspectiva prometedora no está exenta de escollos considerables de índole ética, legal, social y, fundamentalmente, humana. Este trabajo explora las principales aplicaciones de la IA en medicina, desde la lectura de imágenes hasta los procedimientos quirúrgicos asistidos, diferenciando entre enfoques como el Aprendizaje Automático (*Machine Learning*) y el Aprendizaje Profundo (*Deep Learning*). Se analizan críticamente los beneficios potenciales, como la mejora de la detección de enfermedades y la adaptación personalizada de los tratamientos, contrapuestos a los riesgos implícitos, como la salvaguarda de la información clínica, los sesgos inherentes a los algoritmos, la falta de transparencia de algunos modelos (la "caja negra"), el impacto en el personal sanitario y, crucialmente, la posible deshumanización del cuidado médico. Todo ello nos lleva a que, si bien debemos integrar la IA en nuestra práctica, es imprescindible hacerlo con una rigurosa reflexión crítica, asegurando que el juicio clínico y la relación humana se mantengan como pilares preponderantes de la atención al paciente.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Medicina, Bioética, Aprendizaje Automático, Aprendizaje Profundo, Diagnóstico con Asistencia Informática, Humanización de la Atención Médica, Salud Digital, Vínculo Médico-Paciente.

Abstract: The emergence of artificial intelligence (AI) is generating, as in other sectors, a profound change in the healthcare field. In fact, it represents a revolution in the way we diagnose, treat, and manage healthcare. This technological advancement is seen as a tool with enormous transformative potential, capable of serving as a valuable "assistant" for healthcare professionals, optimizing both effectiveness (diagnostic and therapeutic accuracy) and efficiency (cost-benefit ratio). However, this promising prospect is not without considerable ethical, legal, social, and, crucially, human pitfalls. This paper explores the main applications of AI in medicine, from image reading to assisted surgical procedures, differentiating between approaches such as Machine Learning and Deep Learning. The potential benefits, such as improved disease detection and personalized treatment adaptation, are critically analyzed, weighed against the implicit risks, such as the safeguarding of clinical information, the biases inherent in algorithms, the lack of transparency of some models (the "black box"), the impact on healthcare personnel, and, crucially, the potential dehumanization of medical care. All of this leads us to conclude that, while we must integrate AI into our practice, it is essential

to do so with rigorous critical reflection, ensuring that clinical judgment and the human relationship remain the preponderant pillars of patient care.

Key words: Artificial Intelligence, Medicine, Bioethics, Machine Learning, Deep Learning, Computer-Assisted Diagnosis, Humanization of Healthcare, Digital Health, Doctor-Patient Relationship.

1. Introducción

Todo profesional de la medicina ha estudiado unos conceptos y procedimientos diagnósticos y terapéuticos en la universidad que luego, en su práctica clínica, ha tenido que actualizar al compás de los avances científicos y tecnológicos de la sociedad. Este hecho se volvió exponencial en la segunda mitad del siglo pasado. Sin embargo, ninguno de los avances anteriores, por muy significativos que hayan sido, son comparables al actual. Nos hallamos en un punto de inflexión en la historia de la medicina, una era donde la inteligencia artificial (IA) ha trascendido la mera especulación futurista para convertirse en una realidad palpable que comienza a configurar el quehacer clínico diario.

Desde nuestro rol de estudiante y/o profesor de medicina, percibimos la coexistencia de entusiasmo y recelo ante esta tecnología. La cuestión cardinal que se plantea es si la IA se convertirá en nuestro principal colaborador para la mejora global de la salud o si, por el contrario, representa un desafío que amenaza con relegar, o incluso eliminar, el componente humano de nuestra disciplina.

Lo cierto es que la Inteligencia Artificial en el ámbito sanitario se perfila como un horizonte prometedor, capaz de optimizar la eficacia y precisión del profesional, mediante la transformación del diagnóstico visual, el descubrimiento de nuevos fármacos [1] y la cirugía asistida. Sin embargo, esta revolución viene acompañada de retos y problemas de naturaleza ética, legal y humana. Los problemas principales incluyen la imperiosa necesidad de garantizar la privacidad y salvaguarda de la información clínica sensible [2], el riesgo de que los sesgos algorítmicos perpetúen o incrementen las desigualdades en salud [3], y el dilema de la "caja negra" que impide comprender las decisiones de los sistemas de *Deep Learning* [4], complicando la validación y la atribución de responsabilidad ante posibles errores. El reto fundamental, por ende, es integrar la IA de manera sinérgica, asegurando que el juicio clínico, la empatía y la relación humana se mantengan como pilares insustituibles, evitando la deshumanización del cuidado médico y la atrofia de las habilidades diagnósticas del personal sanitario.

La IA tiene el potencial de ser un "copiloto" de valor excepcional, capaz de potenciar nuestras destrezas. No obstante, es vital y urgente abordar sus implicaciones con prudencia y una perspectiva crítica para que su implementación fomente una atención más humana, y no suponga la despersonalización del acto médico. De hecho, puede suponer una fantástica oportunidad para fomentar el lado humano por parte del médico. El propósito de este artículo es explorar esta dualidad, analizando tanto las ventajas y desventajas, como los retos y la forma de afrontarlos que se plantea ante el uso de la IA en el ámbito sanitario.

2. Aspectos a tener en cuenta en la Inteligencia Artificial aplicada al campo de la Salud

2.1. Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo

El uso de la IA ha generado un auténtico debate, para adentrarnos en su aplicación en el medio sanitario, resulta fundamental comprender, aunque sea de forma general, los mecanismos por los que estos sistemas "aprenden". Así, podemos diferenciar, principalmente, dos modelos:

En el "*Machine Learning*" (ML), se alimenta al algoritmo con un conjunto de datos y se le indican explícitamente ciertas características que debe identificar. Por ejemplo, al entrenarlo para reconocer un "perro" en imágenes, se le especificarían atributos como "cola alargada", "orejas erectas", "dientes

puntiagudos" y "hocico prominente". El sistema aprende a detectar patrones basándose en estas indicaciones directas [5].

En cambio, el modelo "*Deep Learning*" (DL) es una rama del ML que emplea redes neuronales artificiales con múltiples niveles de procesamiento. A diferencia del ML convencional, al DL se le proporciona una ingente cantidad de datos (por ejemplo, cientos de miles de imágenes) y el sistema, de manera autónoma, identifica las características relevantes y clasifica la información sin instrucciones explícitas sobre qué buscar. Decide por sí mismo qué define a un "perro" después de analizar incontables ejemplos [6].

Esta distinción es crucial, que hacen del *Deep Learning*, dada su creciente utilidad en el análisis de imágenes médicas, una opción fundamental. De hecho, al facilitarle una base de datos masiva de radiografías o biopsias, la IA puede formarse para diferenciar lo "normal" de lo "patológico", identificando en ocasiones patrones que hasta el momento habían escapado a la observación humana. Esta misma capacidad se convierte en desventaja al desconocerse el modo en el que toma sus decisiones, su trascendencia y el alcance de estas, y, por tanto, la responsabilidad sobre ellas. Este punto se abordará más adelante.

2.2. El Potencial Transformador de la IA en la Práctica Asistencial

La capacidad de la IA para analizar vastos volúmenes de datos y reconocer patrones complejos está abriendo nuevos horizontes en diversas áreas médicas, además de disminuir el tiempo de análisis y simplificar el trabajo humano. Sin embargo, hay que tener presente que estas ventajas no deben implicar la falta de supervisión humana de los resultados. Se está utilizando para el Diagnóstico Visual en distintas áreas, como la Radiología, la Dermatología o en ciertas Patologías. Posiblemente, éste sea uno de los ámbitos con mayor proyección. La IA puede procesar un gran volumen de imágenes procedentes de radiografías, tomografía axial computarizada (TACs), resonancia magnética nuclear (RMNs), preparaciones histológicas, lesiones cutáneas, las cuales exceden la capacidad humana, y son capaces de detectar anomalías sutiles o patrones predictivos de enfermedades que podrían no ser evidentes para el ojo humano. Por ejemplo, en dermatología, ya se utilizan sistemas que analizan fotografías de la piel de un paciente para identificar lesiones sugestivas de malignidad. En el mismo sentido, la IA puede analizar biopsias y señalar características celulares anormales con una eficiencia notable [7].

Respecto al tratamiento, la IA puede acelerar significativamente la identificación de nuevas moléculas con potencial terapéutico y predecir su eficacia o toxicidad, cribando millones de compuestos de forma virtual. Esta capacidad se basa en la aplicación de algoritmos de Aprendizaje Automático para analizar bases de datos masivas de información biológica, química y clínica. Al procesar estos datos, el sistema puede predecir si un compuesto nuevo se unirá a un determinado objetivo biológico (como una proteína específica involucrada en una enfermedad), lo cual define su potencial terapéutico. Adicionalmente, al integrar datos sobre la estructura química de los compuestos y sus interacciones conocidas con el organismo, la IA puede anticipar si un nuevo fármaco tendrá ciertos efectos secundarios o toxicidad, mucho antes de que se realicen ensayos de laboratorio, optimizando la selección de candidatos a fármacos y reduciendo el tiempo y coste del proceso [8].

A su vez, ya existen sistemas de IA que sirven de apoyo en el quirófano [9]. La superposición de imágenes de resonancia magnética sobre el campo quirúrgico en tiempo real permite integrar imágenes preoperatorias (como RMN o TAC) en un modelo 3D para guiar al cirujano durante la operación. La resonancia magnética intraoperatoria (iMRI) proporciona imágenes en tiempo real dentro del quirófano, mientras que la neuronavegación utiliza un modelo 3D de la anatomía del paciente para mostrar la posición de los instrumentos quirúrgicos en relación con las estructuras vitales y la lesión. La integración de estos dispositivos en el acto quirúrgico ha aumentado la precisión anatómica, reducido las complicaciones y la necesidad de reintervenir [10].

La IA tiene un papel fundamental en la expansión y mejora de la telemedicina. Puede funcionar como un sistema de triaje inicial, ayudando a determinar la urgencia de una consulta a distancia. Además, en pacientes con patologías crónicas, algoritmos de IA pueden monitorizar continuamente

sus datos biométricos (recogidos por dispositivos portátiles u otros) y alertar sobre un mayor riesgo de recaída o evento adverso, permitiendo una intervención temprana y adaptada [11].

Estas aplicaciones no pretenden sustituir al clínico, sino potenciar nuestras capacidades, haciendo la medicina más ágil, precisa y, potencialmente, más accesible.

A pesar de su inmenso potencial, la implantación de la IA en medicina conlleva una serie de "señales de peligro" o desafíos cruciales que debemos abordar con seriedad:

Entrenar estos algoritmos requiere grandes volúmenes de datos médicos, que son intrínsecamente sensibles. Surge la pregunta fundamental de cómo se protegerá esta información, quién tendrá acceso a ella y con qué fines se utilizará, incluso si los datos se anonimizan [2].

Si los datos con los que se entrena una IA provienen mayoritariamente de una población específica (por ejemplo, predominantemente caucásica, de un alto nivel socioeconómico), el algoritmo podría no ser igualmente preciso o efectivo en otros grupos demográficos. Esto podría perpetuar o incluso aumentar las desigualdades existentes en salud, dejando atrás a poblaciones vulnerables o con menor acceso a la digitalización de sus datos sanitarios [3].

En ocasiones, los algoritmos de *Deep Learning* llegan a conclusiones diagnósticas o pronósticas sin que podamos comprender completamente el "porqué" de su decisión; es lo que se conoce como el enigma de la "caja negra". Si una IA acierta en un diagnóstico complejo, pero no podemos explicar su razonamiento ¿cómo validamos su fiabilidad a largo plazo o en todos los casos similares? Y, lo que es más crítico, si comete un error, ¿a quién se atribuye la responsabilidad? ¿Al desarrollador, a la empresa que creó la IA, al hospital que la adoptó o al médico que la empleó? Para poder hacer frente de una manera sistemática y ordenada a todos estos supuestos, es necesario crear, desarrollar e implementar una legislación que se adapte a estos retos, puesto que estas herramientas ya se están utilizando en el medio sanitario [12].

Debido a que la IA parece optimizar la eficiencia del trabajo, existe el temor de que pueda conducir a la reducción del personal sanitario. Por otro lado, precisamente bajo la presión de optimizar los procesos, se podría exigir a los profesionales una mayor velocidad en la toma de decisiones críticas. En este escenario, cualquier gestor de recursos puede estar muy tentado de utilizar sistemática la IA, ignorando los problemas que se pueden generar. Por ello, sería un grave error utilizar la IA sin considerar el tiempo necesario para el análisis clínico y la interacción humana. Está claro que la IA aporta beneficios, pero hay que ser cauto en su aplicación y no entregarse a un uso descontrolado.

En otro orden de cosas, la adquisición, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de IA avanzados pueden implicar costes muy elevados, lo que podría generar una nueva brecha entre centros sanitarios con mayores y menores recursos, profundizando las inequidades en el acceso a una atención de calidad. Esa brecha ya existe entre unos países y otros, así como entre unos grupos sociales y otros.

2.3. El Componente Humano: Pilar Inmutable en la Medicina

A pesar de todas las ventajas que aporta la tecnología de la IA, y por muy avanzada que llegue a ser, hay aspectos fundamentales de la práctica médica que son intrínsecamente humanos y, por lo tanto, insustituibles.

La medicina rara vez se manifiesta como en los manuales. Las enfermedades presentan manifestaciones variadas, y los pacientes son individuos complejos con contextos biopsicosociales singulares. El médico integra no solo datos objetivos, sino también la observación minuciosa, la intuición basada en la experiencia y la comprensión del paciente en su totalidad. La maestría médica se fragua con años de práctica, no sólo mediante el estudio de los libros, sino con la exposición a la diversidad humana, algo que un algoritmo, por sofisticado que sea, difícilmente podrá emular en su plenitud.

En esta situación, el lado humano de la relación médico-paciente se hace mucho más patente ¿Quién desearía recibir una noticia adversa o un diagnóstico complicado de un algoritmo? La capacidad de comunicar con empatía, de ofrecer consuelo, de comprender los temores y esperanzas del paciente, de adaptar la explicación a su nivel de entendimiento, de simplemente "estar presente",

constituye el corazón del vínculo médico-paciente [13]. La calidez de un gesto, una palabra de aliento, la escucha activa, son en sí mismas terapéuticas. Como bien se ha expresado, el ser humano tiene la facultad de "acariciar", de ofrecer un contacto que reconforta y sana a un nivel profundo.

Una inquietud compartida por muchos es el riesgo que supone que una confianza excesiva e incondicional en las herramientas de IA pueda llevar a una atrofia de nuestras propias habilidades diagnósticas y de razonamiento clínico. Si la IA nos proporciona la respuesta, podríamos dejar de ejercitar los procesos mentales que nos conducen a ella. Es un riesgo cierto, y aún lo es más si no nos formamos como médicos, sino como técnicos usuarios de dicha IA.

2.4. Debate: Hacia una Fusión Colaborativa y Responsable de la IA

La relación ideal entre el médico y la IA en el futuro debería ser la de un equipo sinérgico: la IA como un potente "copiloto" que nos asiste, pero con el profesional humano siempre dirigiendo, integrando la información proporcionada por la IA dentro de un marco de juicio clínico experto y una atención centrada en la persona [1]. Para ello, se necesitan directrices claras que garanticen un uso de la IA seguro, equitativo, transparente y que resguarde los derechos de los pacientes [12]. Este modelo de organización es similar a los de equipos de trabajo formado todo por humanos, hay un director, varios encargados de proyectos, que a su vez tienen a otros trabajadores de campo, etc. La implementación de la IA podría seguir un modelo parecido, en el que como director y mandos superiores hubiera humanos que controlaran el proceso y los resultados, dejando las tareas de búsqueda intensa, cribado y similares a la IA.

Hay un problema que por el momento no tiene solución. Debemos entender cómo operan estas herramientas, cuáles son sus limitaciones y cómo interpretarlas críticamente para poder "subirnos a la ola" de manera competente y no ser arrollados por ella. Es fundamental progresar hacia algoritmos cuyas decisiones puedan ser comprendidas por los humanos, especialmente en aplicaciones de alto riesgo como el diagnóstico o el tratamiento. Cualquier implementación de IA debe tener como propósito último mejorar el bienestar del paciente y la calidad de la atención, y no solo la eficiencia o la reducción de costes.

2.5. El Futuro de la IA en la Sanidad

2.5.1. Corto Plazo (0–5 años): La Adopción de la IA como "Copiloto" en la práctica clínica e inicio de la Reflexión

En el futuro inmediato, los sistemas actuales (basados en modelos como GPT, Gemini, Med-PaLM, etc.) ya pueden resumir historias clínicas, analizar imágenes médicas, y sugerir diagnósticos diferenciales [14]. La IA se consolidará como una realidad palpable y un "auxiliar potente" en el quehacer clínico diario. La veremos principalmente en funciones de apoyo, como la mejora de la precisión diagnóstica en áreas visuales (radiología, dermatología), el triaje de telemedicina y la monitorización de pacientes crónicos [7-9,11].

El corto plazo estará marcado por el apoyo, no por el reemplazo. El médico seguirá siendo el decisor final; la IA actuará como "segunda opinión" o "copiloto clínico". El médico tendrá la obligación de comprender y adoptar la IA de manera crítica. Simultáneamente, se intensificará el diálogo sobre los retos éticos, legales y humanos, siendo un punto de inflexión donde se debe comenzar a establecer directrices claras para un uso seguro y equitativo.

Los riesgos actuales son los sesgos en los datos, la falta de explicabilidad y la responsabilidad legal difusa.

El reparto de roles será de modo que la IA ayudará al médico a ser más eficiente, pero el juicio clínico y la empatía humana siguen siendo insustituibles.

2.5.2. Medio Plazo (5–15 años): La Fusión Colaborativa y la Demanda de Transparencia

En un plazo intermedio, la relación ideal debe evolucionar hacia un equipo sinérgico, en el que la IA esté más integrada en el contexto del paciente. Los sistemas de la IA deben de ser capaces de analizar información multimodal (texto, imagen, genómica, sensores, historial social) para ofrecer

una visión más completa del paciente, de manera que funcione como un potente "copiloto" que asiste al profesional, pero con el humano siempre dirigiendo. La IA debe de ser capaz de hacer un diagnóstico personalizado, e incluso anticipar la aparición de enfermedades antes de que se manifiesten clínicamente, y recomendar intervenciones preventivas individualizadas. El médico empieza a ser un mediador entre el paciente y la IA, explicando y validando las recomendaciones algorítmicas.

En esta fase, los esfuerzos se centrarán en dos grandes frentes:

1. **Regulación y Equidad:** La legislación tendrá que adaptarse al nuevo escenario de responsabilidad, y se requerirá un esfuerzo para mitigar los sesgos algorítmicos que podrían aumentar las desigualdades existentes en salud. También será crucial manejar la presión de los gestores que verán la IA como una herramienta para abaratar costes, lo cual podría llevar a la sobrecarga del personal restante.
2. **Explicabilidad:** Será fundamental progresar hacia algoritmos cuyas decisiones estén argumentadas y puedan ser comprendidas por los humanos, especialmente en aplicaciones de alto riesgo, para resolver el enigma de la "caja negra".

El rol del médico se transforma en un "traductor" entre la tecnología y la persona, pero garantizando la ética, la empatía y la adecuación clínica, y conservando la autoridad en el proceso.

2.5.3. Largo Plazo (15 años o más): Extensión de la Habilidad Humana y el pilar Inmutable

El futuro a largo plazo será aquel donde la IA esté completamente integrada y resueltos sus principales problemas de equidad y explicabilidad. La IA actuará como una extensión de las habilidades humanas mediante la Integración biotecnológica de la IA embebida en dispositivos, prótesis o sistemas de salud digital que interactúan continuamente con el cuerpo y el entorno, sin eclipsar jamás el núcleo de la profesión. No obstante. Algunos procesos de diagnóstico y tratamiento (p. ej. triage, monitorización remota, ajustes de medicación en enfermedades crónicas) podrían ser automatizados casi por completo. De esta forma, se reconfigurará el rol humano, en el cual, el médico podrá centrarse más en la parte humana del cuidado, interpretación ética, acompañamiento emocional, diseño de políticas de salud y supervisión de la IA.

El objetivo final es asegurar que la implementación de la IA mejore el bienestar del paciente y la calidad de la atención, y no solo la eficiencia. El pilar inmutable de la medicina seguirá siendo el componente humano, donde la maestría clínica, el juicio complejo y, crucialmente, la capacidad de comunicar con empatía y ofrecer consuelo, se mantendrán como elementos insustituibles. La clave no residirá en optar entre la máquina y el humano, sino en la cooperación constante de ambos en beneficio del paciente

El Rol de la IA será ejecutar muchas tareas técnicas, mientras que el médico conservará el liderazgo moral y relacional.

En la tabla I se resume la evolución esperada de la interacción médico – IA a corto, medio y largo plazo.

Tabla I Evolución de la Relación Médico-IA a corto, medio y largo plazo enfocada al beneficio del paciente

Plazo	Características de la IA	Rol del médico	Impacto en el paciente
Corto plazo (0–5 años)	- Asistente clínico básico - Diagnóstico y tratamiento basado en texto e imágenes - Bajo grado de autonomía	- Usuario activo de IA - Valida y supervisa - Aplica juicio clínico	- Atención más rápida y eficiente - Menos errores administrativos
Medio plazo (5–15 años)	- Análisis multimodal (texto, imagen, genómica, sensores) - Predicción de riesgos - Recomendaciones personalizadas	- Mediador entre IA y paciente - Toma decisiones compartidas con ayuda algorítmica - Acompaña y explica	- Diagnóstico más preciso y precoz - Medicina personalizada y preventiva
Largo plazo (+ de 15 años)	- IA autónoma en procesos definidos - Integración en dispositivos y entornos inteligentes - Interacción continua con el cuerpo y entorno	- Supervisor ético y relacional - Diseñador de estrategias de salud integrales - Refuerzo del vínculo humano	- Atención continua y proactiva - Mayor autonomía en el autocuidado con apoyo tecnológico

2.6. Conversaciones con la IA

Puesto que la IA era el otro elemento, además del médico, en la relación médico-IA le preguntamos a una forma de IA (ChatGPT) su opinión sobre dos aspectos cruciales y estas fueron sus contestaciones.

- **¿Cree que el médico humano se convertirá en un subordinado de la IA?**

No necesariamente, si se diseña y regula correctamente la interacción. El riesgo existe si:

- La IA se convierte en una “caja negra” con autoridad incuestionable,
- Las instituciones priorizan la eficiencia sobre la humanidad, o
- Los médicos pierden entrenamiento crítico y se genera una dependencia cognitiva.

En cualquier caso, el futuro óptimo no es el de subordinación, sino el de colaboración simbiótica:

- La IA amplía las capacidades cognitivas del médico (análisis, memoria, precisión).
- El médico da contexto humano, juicio ético y empatía, que la IA no posee.

En resumen: el peligro no es que la IA sustituya al médico, sino que el médico que no use IA sea superado por quien sí lo haga, siempre con criterio adecuado.

- **¿Cuál piensa qué es el estado óptimo de la relación médico-IA, siempre enfocado al mayor beneficio del paciente?**

El estado ideal sería una alianza médico-IA centrada en el paciente, con estas características:

1. Copilotaje clínico ético: La IA ofrece hipótesis diagnósticas y planes terapéuticos; el médico valida, interpreta y adapta.
2. Transparencia y explicabilidad: La IA justifica sus recomendaciones en lenguaje clínico comprensible.
3. Formación dual: Los médicos aprenden a usar y auditar IA; los ingenieros aprenden fundamentos ético-clínicos.
4. Responsabilidad compartida: Las decisiones son trazables, y los roles de médico y sistema están claramente definidos.

5. Humanismo reforzado: Liberado de tareas repetitivas, el médico dedica más tiempo al contacto humano, la educación del paciente y el acompañamiento.

En palabras del Dr. Barona Vilar, “hoy más que nunca, resulta imperiosa la construcción de un nuevo humanismo tecnológico para que el poder autónomo de las máquinas no se desarrolle al margen de la inteligencia y la libertad humanas ni en detrimento de nuestros valores. El futuro de la humanidad dependerá de nuestra capacidad de armonizar el poder creciente de la tecnología y nuestra potencial capacidad de emplearla con sabiduría. La técnica debe permanecer siempre subordinada a la humanidad, que es parte de la naturaleza” [15,16].

3. Conclusiones

La revolución que la inteligencia artificial introduce en medicina es incontenible y plantea retos estimulantes y, a menudo, incómodos. Ignorar su potencial o negarla sería un error; utilizarla mal, también. Como futuros y actuales profesionales de la salud, tenemos la obligación de comprenderla, adoptarla de manera crítica y orientar su desarrollo e integración de forma ética, colocando al paciente en el centro de la ecuación. La IA posee una capacidad inmensa para mejorar la salud, pero sólo si logramos que actúe como una extensión de nuestras habilidades humanas, sin eclipsar jamás el núcleo de nuestra profesión: el cuidado compasivo y experto de una persona por otra.

El futuro ideal no es que la IA sustituya al médico, sino que la medicina se vuelva más humana gracias a la IA, porque ésta liberará tiempo, reducirá errores y personalizará el cuidado, siempre bajo la supervisión ética y empática del profesional humano. Este recorrido apenas ha comenzado y exigirá un diálogo constante y una reflexión profunda por parte de todos los actores involucrados.

Agradecimientos: Queremos expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a la Universidad de Alcalá (UAH) y al Centro Universitario de la Defensa en Madrid (CUD Madrid) por su generoso e invaluable apoyo en esta investigación.

Contribución de los autores: José Manuel Ayala Álvarez realizó el borrador inicial del manuscrito. Así como la recopilación de datos y elaboración del primer borrador del manuscrito. Francisco Germain, supervisó, revisó y participó en la redacción final del trabajo.

Conflictos de Intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Referencias Bibliográficas

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019 Jan;25(1):44-56.
2. Price WN 2nd, Cohen IG. Privacy in the age of medical big data. *Nat Med.* 2019 Jan;25(1):37-43.
3. Obermeyer Z, Powers B, Vogeli C, Mullainathan S. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science.* 2019 Oct 25;366(6464):447-453.
4. London AJ. Artificial intelligence and black-box medical decisions: accuracy versus explainability. *Hastings Cent Rep.* 2019 Jan;49(1):15-21.
5. Sidey-Gibbons JAM, Sidey-Gibbons CJ. Machine learning in medicine: a practical introduction. *BMC Med Res Methodol.* 2019 Mar 19;19(1):64.
6. Hinton GE. Deep learning—a technology with the potential to transform health care. *JAMA.* 2018 Dec 25;320(24):1101-1102.
7. McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature.* 2020 Jan;577(7788):89-94.
8. Paul D, Sanap G, Shenoy S, Kalyane D, Kalia K, Tekade RK. Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discov Today.* 2021 Jan;26(1):80-93.
9. Hashimoto DA, Rosman G, Rus D, Meireles OR. Artificial intelligence in surgery: promises and perils. *Ann Surg.* 2018 Jul;268(1):70-76.

10. Alozai MI, Amgad Yehia Ellassra O, Alkhazendar AH, Ibrahim AS, Sattar Gatta A, Raza SMB, Sahnnon ASA, Hj Alkhazendar J, Oriko DO, Mushtaq S. The Impact of Intraoperative Imaging on Outcomes in Combined Neurosurgical and Reconstructive Procedures: A Systematic Review. *Cureus*. 2025 Jun 15;17(6):e86035. doi: 10.7759/cureus.86035. Retraction in: *Cureus*. 2025 Oct 17;17(10):r195. doi: 10.7759/cureus.r195. PMID: 40666576; PMCID: PMC12260741.
11. Johnson AEW, Ghassemi M, Nemati S, Niehaus KE, Clifton DA, Clifford GD. Machine learning and decision support in critical care. *Proc IEEE Inst Electr Electron Eng*. 2016 Feb;104(2):444-466.
12. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization; 2021.
13. Kelley JM, Kraft-Todd G, Schapira L, Kossowsky J, Riess H. The influence of the patient-clinician relationship on healthcare outcomes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2014 Apr 9;9(4):e94207.
14. Rajpurkar P, Chen E, Banerjee O, Topol EJ. AI in health and medicine. *Nat Med*. 2022 Jan;28(1):31-38.
15. Barona Vilar, JL. Salud, tecnología y saber médico. Madrid, Ed. Ramón Areces, 2004
16. Barona Vilar, JL. XIII Lección Magistral Andrés Laguna 2025. Universidad de Alcalá. Madrid.



© 2025 por los autores; Esta obra está sujeta a la licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.