



ORIGINAL

## Artificial Intelligence and Medicine: Where is scientific and technical development taking us?

### Inteligencia Artificial y Medicina: ¿Hacia dónde nos lleva el desarrollo científico-técnico?

Dulvis Lianet Acosta Herrería<sup>1</sup> , Jorge Luis Santana Pérez<sup>2</sup> , Ariel Sosa Remón<sup>3</sup> , Jhossmar Cristians Auza-Santivañez<sup>4</sup>  , Ana Esperanza Jeréz Alvarez<sup>3</sup> , Jorge Luis Santana León<sup>5</sup> , Iris Ingrid Carrillo-Campos<sup>6</sup>  

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Granma, Cuba. Centro Hospitalario Universitario Peltier, Djibouti. Djibouti.

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias Médicas, Ciego de Ávila, Cuba. Centro Hospitalario Universitario Peltier. Djibouti.

<sup>3</sup>Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Instituto de Oncología y Radiobiología. La Habana, Cuba.

<sup>4</sup>Ministerio de Salud y Deportes. Instituto Académico Científico Quispe-Cornejo. La Paz, Bolivia.

<sup>5</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Cuba.

<sup>6</sup>Universidad Central (UNICEN). La Paz, Bolivia.

**Citar como:** Acosta Herrería DL, Santana Pérez JL, Sosa Remón A, Auza-Santivañez JC, Jeréz Alvarez AE, Santana León JL, et al. Artificial Intelligence and Medicine: Where is scientific and technical development taking us?. *Seminars in Medical Writing and Education*. 2025; 4:162. <https://doi.org/10.56294/mw2025162>

Enviado: 03-05-2024

Revisado: 22-08-2024

Aceptado: 02-01-2025

Publicado: 03-01-2025

Editor: PhD. Prof. Estela Morales Peralta 

Autor para la correspondencia: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez 

#### ABSTRACT

**Introduction:** clinical reasoning is the fundamental tool in the work of the physician, and has benefited from current techno-scientific advances, which at the same time try to replace the work of the health professional. In this way, the doctor-patient relationship, the essential link in the procedures of the clinical method, deteriorates. Artificial intelligence and other innovations have revolutionized health institutions, the way of approaching medical care, clinical reasoning and the teaching-learning process of medicine. This research aims to provide a comprehensive understanding of medical reasoning inextricably linked to the techno-scientific development of society and especially to Artificial Intelligence.

**Results:** using Artificial Intelligence as a clinical reasoning tool facilitates the treatment of patients without replacing the role of the physician. It also explores its impact on medical decision-making and the ethical aspects of data storage.

**Conclusions:** a comprehensive understanding of clinical reasoning inextricably linked to human social development is necessary.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Medicine; Generative Artificial Intelligence; Techno-Scientific Development.

#### RESUMEN

**Introducción:** el razonamiento clínico es la herramienta fundamental en el trabajo del médico, y se ha beneficiado por los avances tecno-científicos actuales, que al mismo tiempo intentan suplir el trabajo del profesional de la salud. De esta forma se deteriora la relación médico-paciente eslabón primordial en los procedimientos del método clínico. La inteligencia Artificial y otras innovaciones han revolucionado las instituciones de salud, la forma de enfocar la atención médica, el razonamiento clínico y el proceso de enseñanza-aprendizaje de la medicina. Esta investigación tiene como objetivo: proporcionar una comprensión integral del razonamiento médico indisolublemente relacionado al desarrollo tecno-científico de la sociedad y especialmente a la Inteligencia Artificial.

**Resultados:** con el empleo de la Inteligencia Artificial como herramienta del razonamiento clínico se facilita el tratamiento de los pacientes sin reemplazar el papel del médico, se explora además, su impacto en la toma de decisiones médicas y los aspectos éticos en el almacenamiento de datos.

**Conclusiones:** es necesaria una comprensión integral del razonamiento clínico indisolublemente relacionados con el desarrollo social humano.

**Palabras Clave:** Inteligencia Artificial; Medicina; Inteligencia Artificial Generativa; Desarrollo Tecno-Científico.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y científicos se imponen en la sociedad contemporánea e influyen en todas las esferas, incluyendo los sistemas de salud. De esta manera, a medida que se progresa, se presentan retos importantes desde el punto de vista ético, de los servicios, poblacionales y en paciente individual.<sup>(1)</sup>

El perfeccionamiento de la salud logra un control y tratamiento más eficaz de las enfermedades, que conlleva a un envejecimiento poblacional. Como consecuencia, se requiere de asistencia médica continua y se propicia su sobreprecio, al mismo tiempo, se dedican gran cantidad de recursos con el objetivo de su desarrollo y se crea un marco idóneo para la incorporación de innovaciones a los nuevos escenarios sociales.

Un elemento esencial que propicia el progreso en salud es el almacenamiento de la información, que constituyen un conjunto organizado de datos relevantes para uno o más sujetos que extraen de él un conocimiento. Es decir, como una serie de conocimientos comunicados, compartidos o transmitidos y que constituyen por lo tanto algún tipo de mensaje.<sup>(2)</sup> La información es un conjunto de datos con un significado, o sea, que reduce la incertidumbre o que aumenta el conocimiento de algo. La información es un mensaje con significado en un determinado contexto, disponible para uso inmediato y que proporciona orientación a las acciones por el hecho de reducir el margen de incertidumbre con respecto a nuestras decisiones.<sup>(3,4)</sup>

El almacenamiento de datos en formato digital facilita localizar y gestionar la información rápidamente, sin necesidad de archivos reales y ahorro de tiempo, un ejemplo en medicina es la historia clínica electrónica, herramienta de registro médico continuo, que auxilia el razonamiento médico al perfeccionar la recopilación, procesamiento, selección y resumen de la información de los pacientes. Al analizar a gran escala estos datos se desarrolla la Medicina Basada en la Evidencia y se crean guías de prácticas clínicas y protocolos, teóricamente con mayor certidumbre y confiabilidad. Pero, desde cierto punto de vista, se pierde la autonomía profesional y el empirismo científico del ejercicio profesional, caracterizado por un acto médico irrepetible, singular, lleno de incertidumbre diagnóstica y terapéutica ante cada paciente. En consecuencia, cada decisión médica es de aplicación personal, subjetiva y empírica.<sup>(5,6,7)</sup>

Al razonamiento clínico se integran herramientas que constituyen un sistema de apoyo a las decisiones clínicas, proporcionan información y sugerencias médicas relevantes. De esta manera, se desarrolla la Inteligencia Artificial (IA), con el poder de almacenar, organizar, procesar y presentar gran cantidad de datos. Es un método elemental en la búsqueda de patrones en los datos y facilitar la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas.<sup>(8)</sup>

En la actualidad se desarrolla la IA Generativa con la posibilidad de generar y producir contenidos sintéticos inéditos, en cualquier forma y apoyar cualquier tarea, mediante modelización generativa, y que progresa como un fenómeno socio-cultural. Los algoritmos que se emplean para su aprendizaje se perfeccionan de forma autónoma, mediante el uso interactivo de datos y se crean instrumentos para ampliar el conocimiento y generar imágenes, así los ordenadores adquieren aprendizaje de sus acciones y constituyen una herramienta que facilitan un razonamiento clínico correcto y efectivo.<sup>(9)</sup>

El desarrollo tecno-científico, asociado al almacenamiento, análisis de datos y las comunicaciones modifica inevitablemente los sistemas de salud y las actividades de los profesionales del sector, por tanto, se realiza esta investigación con el objetivo de proporcionar una comprensión integral del razonamiento médico indisolublemente relacionado al desarrollo tecno-científico de la sociedad y especialmente con la IA.

## MÉTODO

Se realizó una búsqueda de información en las bases de datos SciELO, Scopus, PubMed/MedLine, el buscador Google Académico, así como en los servicios ClinicalKeys. Para recuperar la información se emplearon estrategias de búsqueda avanzada, mediante la estructuración de fórmulas de búsqueda con el empleo de los términos “Inteligencia Artificial”, “Inteligencia Artificial Generativa”, así como sus traducciones al idioma inglés “Artificial Intelligence”. Para combinar los términos se emplearon operadores booleanos, con fórmulas de búsqueda según la sintaxis solicitada por cada base de datos. De los documentos resultantes se seleccionaron aquellos redactados en los últimos 10 años, en idioma español o inglés, que aportaran información actualizada sobre esta temática.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evolución histórica

Desde inicios de la civilización, el ser humano ha construido máquinas que imitan el funcionamiento de las partes móviles del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a estatuas que representaban a sus dioses, los cuales eran operados por sacer-dotes, quienes clamaban que el movimiento era inspiración de los dioses.<sup>(10)</sup> En el Siglo XIII, continúan los intentos por imitar la actividad humana y muchos inventos se consideraron aversiones, así el Filósofo Albertus Magnus creó una cabeza capaz de hablar.<sup>(11,12)</sup> Leonardo Da Vinci, en Siglo XV, construyó un robot con habilidades humanas, que se paraba, sentaba, caminaba, abría la boca, movía la cabeza y levantaba los brazos. En el Siglo XVI, el Rey de Francia ordenó, construir un león mecánico que caminaba, movía la cola, abría sus fauces y sacudía su cabeza, basando su diseño en estudios de anatomía y kinestésica.<sup>(13)</sup> A mediados del Siglo XVII, Blaise Pascal confecciona la primera calculadora digital mecánica, con capacidad para adición y sustracción. Posteriormente en 1671, el matemático y filósofo Gottfried Wilhelm von Leibniz, agrega el poder de multiplicar y reconoce la jerarquía del sistema binario en las máquinas de cálculo.<sup>(14)</sup> Ya en Siglo XIX, se diseña una calculadora programable mecánica (Analytical Engine) por Charles Babbage, considerado como un modelo operativo.<sup>(15)</sup> En el Siglo XX se producen avances tecno-científicos notables y se manifiesta el primer punto de inflexión de esta investigación, se comienza a emplear el término de cibernética, propuesto por Arturo Rosenblueth en 1948, además, se publica el libro *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* y en 1950, Alan Turing propone una forma de comprobar el comportamiento inteligente (The Turing Test).<sup>(16,17,18)</sup> El año 1956, se declara el segundo punto de inflexión, se considera como el inicio de la era de la inteligencia artificial, en la Conferencia de Dartmouth se formula la definición de Inteligencia Artificial, que se fundamentaba en hacer que una máquina que se comporte como lo haría un ser humano, de tal manera que se la podría llamar inteligente. También se ejecuta, el primer programa de IA, *The Logic Theorist* y en 1957, se presenta la aplicación inteligente: *The General Problem Solver*.<sup>(19)</sup>

Se evoluciona gradualmente y en 1958 se crea LISP, primer lenguaje para inteligencia artificial; International Business Machines (IBM) describe un demostrador de teoremas de geometría; y se realiza en Inglaterra la Conferencia de Teddington centrada en la mecanización de los procesos de pensamiento. Además, se propone el concepto de “perceptrón” (neurona que podía “aprender”), base de las redes neuronales (deep learning o representation learning) y sustentan la solución de tareas del aprendizaje, periodo que constituye el tercer punto de inflexión, denominado etapa del desarrollo de la IA conexionista. En 1980, las redes neuronales se modifican sustancialmente, se incorpora la retro propagación (back-propagation), inicio del reconocimiento facial, detección y clasificación de cáncer en imágenes médicas, traductores de idiomas y los asistentes virtuales.<sup>(20,21,22)</sup> En 1965 se continúan perfeccionando la programación de las máquinas y se idea el Método de Resolución, para que los programas realicen un trabajo más eficaz al emplear la lógica formal. Se crea ELIZA, programa interactivo que dialogaba en inglés, que simulaba un psicoterapeuta.<sup>(23,24)</sup>

El cuarto punto de inflexión lo constituyó el año 1966, donde se demuestra la utilidad de las redes semánticas en aplicaciones de IA, se publica además, un informe por Automatic Language Processing Advisory Committee (ALPAC) sobre la traducción automática de máquina. Ya en 1971, se demuestra la capacidad de los ordenadores para la comprensión de idiomas.<sup>(25,26)</sup> Se crea PROLOG (Programación en lógica) en 1972, un lenguaje de inteligencia artificial basado en lógica formal y en 1974, se desarrolla el primer sistema de expertos MYCIN, que se basó en reglas para la representación del conocimiento y la inferencia en el dominio de diagnóstico médico y terapia. De igual forma Stanford desarrolla los primeros programas de planificación jerárquica.<sup>(27,28)</sup>

En 1979, se demuestra en Stanford la generalidad de la representación de conocimiento y estilo de razonamiento de MYCIN, en el programa EMYCIN, que sirvió de modelo para muchos sistemas comerciales de shells expertos, además en la Universidad de Pittsburgh se desarrolla el INTERNISTA, programa de diagnóstico médico basado en el conocimiento clínico. En 1980, se construye el primer vehículo con control automatizado por un ordenador, conocido como el Stanford Cart. Se desarrollan y comercializan Máquinas con lenguaje LISP de la IA, los primeros shells para desarrollo de sistemas expertos y aplicaciones comerciales. Se publica la descripción del modelo de pizarra con sistema de comprensión del lenguaje hablado. A mediados de esta década se crean aplicaciones basadas en redes neuronales artificiales, entrenadas por el algoritmo de Backpropagation. En 1989, se crea ALVINN (vehículo autónomo terrestre, que utiliza una red neuronal), que condujo un coche 2850 Km con el control de una computadora.<sup>(29)</sup>

En los años 90 avanza notablemente en la IA en áreas del aprendizaje automático, tutoría inteligente, razonamiento basado en casos, planificación multiagente, programación, razonamiento incierto, data mining, comprensión del lenguaje natural y traducción, visión, realidad virtual y juegos. Se desarrolla la construcción de un robot humanoide. Se demuestra a través de un programa backgammon (TD-Gammon) que con el aprendizaje por esfuerzo se puede crear un programa de juego capaz de competir con jugadores de clase mundial. De esta manera, el programa Deep Blue vence dos veces al campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov, en 1997. En este mismo año en Japón, se realiza el primer torneo oficial de Fútbol Robo-Cup en juegos de mesa.<sup>(30,31)</sup> Se generaliza los World Wide Web, navegadores para la obtención de información sustentados en la IA. Se realizan

las demostraciones de salas inteligentes y agentes emocionales. Se comienza con el Project Oxygen, que conecta equipos móviles y estacionarios, en una red adaptable.

En los años 2000, se introducen los juguetes inteligentes y las Sociable Machines, a través de un robot capaz de expresar emociones, llamado KISMET. La carrera Grand Challenge del 2005, es ganada por Stanley un vehículo autónomo de la Universidad de Stanford. El robot Nomad explora las regiones remotas de la Antártida buscando muestras de meteorito. Progresan las mascotas robóticas interactivas, (también conocidas como juguetes inteligentes).<sup>(32,33)</sup>

### Situación Actual

La IA es una disciplina amplia, con variados campos y con vínculos ineludibles con las Ciencias Cognitivas, las Ciencias de la Computación, la Psicología y la Filosofía, incorpora temas como la mejora de computadoras en tareas que son percibidas como inteligentes e investiga procesos con un alto nivel de dificultad, como el reconocimiento de objetos e imágenes. Investiga problemas que no se habían considerado antes de la invención de las computadoras, tales como procesar grandes cantidades de datos y encontrar información en la World Wide Web. Su fundamento es desarrollar máquinas con capacidad de percibir, aprender, almacenar información, razonar acerca de lo que conocen, comunicarse utilizando lenguaje humano e interactuar con el entorno físico, fenómeno propio del desarrollo social del ser humano.<sup>(34)</sup>

La IA expone múltiples problemas filosóficos y prácticos al incluir habilidades para solucionar problemas de alta complejidad y procesos de toma de decisiones de forma totalmente diferente a los seres humanos, lo que indica que, al comprender mejor el conocimiento humano, se progresaría lógicamente en la comprensión de la IA; y viceversa, si se conoce mejor la forma en que un ordenador realiza actividades propias de los individuos, se comprendería de cierta manera, la forma de pensar y actuar de los humanos.<sup>(35)</sup>

En la actualidad, los ingenieros crean programas, que permiten actuar a la IA, que a su vez generan algoritmos con capacidad de actualizar sus parámetros y modificar su forma original en función de los datos que analizan y originan así, una nueva dimensión cognoscitiva, con repercusión en todas las esferas sociales, incluyendo la salud. Para ello, actualmente la medicina basada en la evidencia se complementa con técnicas computacionales modernas de procesamiento de grandes volúmenes de datos que antes no era posible realizar, obteniendo valiosa nueva información que se traduce en una prevención y detección temprana de enfermedades más oportuna, diagnósticos más certeros, intervenciones y tratamientos cada vez más personalizados junto a un seguimiento e interacción automatizada entre pacientes y centros de salud. Existe cada vez más investigación en las distintas áreas de las ciencias de la salud que lo demuestran.<sup>(36,37)</sup> Se resume en la tabla 1 las principales IA disponibles y su utilidad en salud

Tabla 1. Principales IA disponibles y su descripción

Tipo de IA	Descripción del programa
<i>Clinical Decision Support Systems</i> <sup>(38)</sup>	Con capacidad para auxiliar en tiempo real en la toma de decisiones del médico sobre pacientes individuales. Constituye una herramienta de apoyo para la atención médica.
<i>Machine Learning</i> <sup>(39)</sup>	Desarrolla métodos que permiten a los programas aprender de los datos almacenados y analizados previamente, ya sea por interacciones de grupos o comportamientos organizacionales, método muy empleado en salud actualmente
<i>Natural Language Processing</i> <sup>(40)</sup>	Programas que simulan o ejecutan una comunicación y logran una estrecha interrelación entre personas y máquinas. Las computadoras interactúan a través del lenguaje natural, sustentados en un proceso de modelación en distintas dimensiones el lenguaje. Es empleada en medicina, para analizar y transformar la información almacenada en forma de texto, para la asistencia en la toma de decisiones clínicas
Big data <sup>(41)</sup>	Analiza y procesa de forma rápida y segura grandes volúmenes de datos, gestionando la información con análisis complejos
<i>Artificial Neural Networks</i> <sup>(42)</sup>	Imita el funcionamiento del cerebro humano en el procesamiento de los datos. Procesa la información al unísono con ordenados de distintos niveles, que pueden tener relaciones no lineales. Se produce un espiral de conocimiento donde cada nivel recibe la información procesada en el nivel anterior y finalmente se realiza la síntesis y salida de conocimiento. Tiene gran capacidad de identificar patrones complejos de datos, con gran potencial en la predicción médica.
<i>Deep Learning</i> <sup>(43)</sup>	Emplea redes neuronales artificiales para realizar el proceso de aprendizaje, representa así, a la inteligencia humana en la adquisición de nueva información. Sus algoritmos son jerárquicos, desarrolla el nivel de complejidad con el empleo del conocimiento de capas previas de procesamiento de la información
<i>Fuzzy Logic</i> <sup>(44)</sup>	Analiza información falsa y verdadera, al analizar conceptos ambiguos. Se precisa la realidad basadas en grados (no únicamente en verdadero o falso), lo que permite aplicar sistemas complejos, muy empleado en medicina para determinar el nivel de certidumbre
Radiómica <sup>(45)</sup>	Herramienta de ayuda al diagnóstico, que convierte los datos de las imágenes para detectar características que pueden revelar aspectos diferenciales no evidentes para el ojo humano. Así, aplicado a el análisis de imágenes tienen utilidad diagnóstica, pronóstica o terapéutica

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG): es capaz de producir contenidos sintéticos inéditos, en cualquier forma y para apoyar cualquier tarea, mediante modelización generativa. La IA crea algoritmos que funcionan a través de las “redes neuronales artificiales” (ANN), que están compuestas por “elementos procesadores” (PE), que serían los equivalentes a las neuronas humanas y se encuentran organizados por niveles, llamados “capas” que en su unión forman una red neuronal artificial completa. Con esta herramienta la IA compite con la inteligencia humana y puede superarla con un incremento de la capacidad de razonamiento, procesamiento y de respuesta del propio cerebro humano. IAG es una herramienta clave en todas las esferas de la salud, proporciona una mejora de la calidad de vida de pacientes y perfecciona el trabajo de los profesionales sanitarios.<sup>(46,47)</sup>

Se pronostica que la IA se transforme las actividades del médico, con mayor interacción con las nuevas tecnologías de la información y comunicación, transformando los sistemas de salud.<sup>(1)</sup> Un resumen de dicho impacto se expone en la tabla 2.

Tabla 2. Impacto de la IA en la asistencia para la salud. Adaptado de Benavent-Núñez et al.<sup>(1)</sup>

Positivo	Negativo
La digitalización de imágenes para acelerar posibles diagnósticos	Existe la posibilidad de la deshumanización de la medicina a favor de la comercialización de los datos
El tratamiento masivo de datos (ensayos clínicos) para acelerar el desarrollo de medicamentos, generar tendencias epidemiológicas y crear algoritmos para el manejo de los robots quirúrgicos inteligentes	La salud es un sector sensible a la posible violación de la privacidad y seguridad de los datos de la información del enfermo, con alto riesgos del uso inapropiado de información debido a la fácil accesibilidad al Internet
La generalización del uso de la teleasistencia, monitorización en remoto y el empleo de la IA en la toma de decisiones clínicas a través de los sistemas de expertos con disminución de la incertidumbre del proceso diagnóstico y terapéutico, como una abstracción de la mente humana	Se ha tenido que prevenir un uso correcto de los datos, desde su origen, procesamiento y uso final, para propiciar las buenas prácticas tanto por parte de los médicos como de los usuarios. Considerando responsabilidad de cada institución la elaboración y aplicación de una adecuada “gobernanza de datos”
Los sistemas de registros clínicos electrónicos empleados en la gestión administrativa-financiera-clínica. Almacenan, interpretan y analizan datos de pacientes incluyendo la memoria escrita con el objetivo de realizar una atención médica más eficiente y segura	Surgimiento de empresas llamadas “Data brokers” (agentes de datos) como consecuencia del cumulo y almacenamientos, que se dedican a comercializar bases de datos con contenido sensible, incompletos o falsos, violando todos los aspectos éticos
Se facilita el diseño, creación y operacionalización de herramientas e instrumentos de alta eficiencia en medicina (instrumentos endoscópicos de precisión, robots quirúrgicos, chats robots, etc.)	El alto costo físico y humano de la adquisición de los avances tecno-científicos, mantenimiento, renovación de equipos y obligatorias actualizaciones
	El sobre uso tecnológico trae aparejado el abandono en la aplicación y preparación en los procedimientos del razonamiento clínico del personal sanitario
	Necesaria creación de Comités de Ética para cuidar el correcto empleo de los datos y de la información del paciente

### Aplicaciones de la IA en salud

En todo el campo de la salud, los principales entornos en los cuales se ha desarrollado la IA son el diagnóstico por imágenes, genética o electrodiagnóstico.<sup>(1)</sup> (figura 1)

Actualmente, la atención médica con el uso de IA incluye la combinación con otras tecnologías para hacer más efectiva la intervención. Disminuir tiempo en el diagnóstico y tratamiento y reducir costos en la atención. Con el rápido procesamiento y análisis de la IA se ahorra tiempo, concretan protocolos de tratamientos y se potencia la toma de decisiones con información en tiempo real. Algunos ejemplos se comentan a continuación: “Robot-assisted surgery” se conciertan la IA y la robótica. Actúa como una extensión del profesional sanitario, para realizar operaciones quirúrgicas a distancia. “Virtual nursing assistant”: asistentes de enfermería, con el objetivo de atender al paciente en todo momento.<sup>(48,49)</sup> Tecnología vestible (Wearables) o dispositivos inteligentes: los sensores se han adaptado a dispositivos portátiles para la monitorizar la tensión arterial (Qardio), electrocardiográfica (AliveCor) o de la temperatura (Kinsa).<sup>(50)</sup> Ensayos clínicos (Trials, Cyclicarx en biofísica, Benchsci en inmunología o Mendel en oncología): mediante la integración de AI con distintas disciplinas básicas se optimiza el desarrollo de ensayos clínicos.<sup>(51)</sup> Estudios genéticos: la IA facilita la obtención e interpretación de la secuenciación genómica, así como la actuación sobre ese genoma mediante la edición de genes. La herramienta (DeepVariant, Deep Genomics). Historia clínica electrónica (Augmedix, Apixio y Protenus): facilitan la recopilación de datos directo del ordenador, mediante la extracción y el procesamiento de la información relevante, además la optimización de toma de decisiones mediante el análisis de información gracias a IA.<sup>(52)</sup>

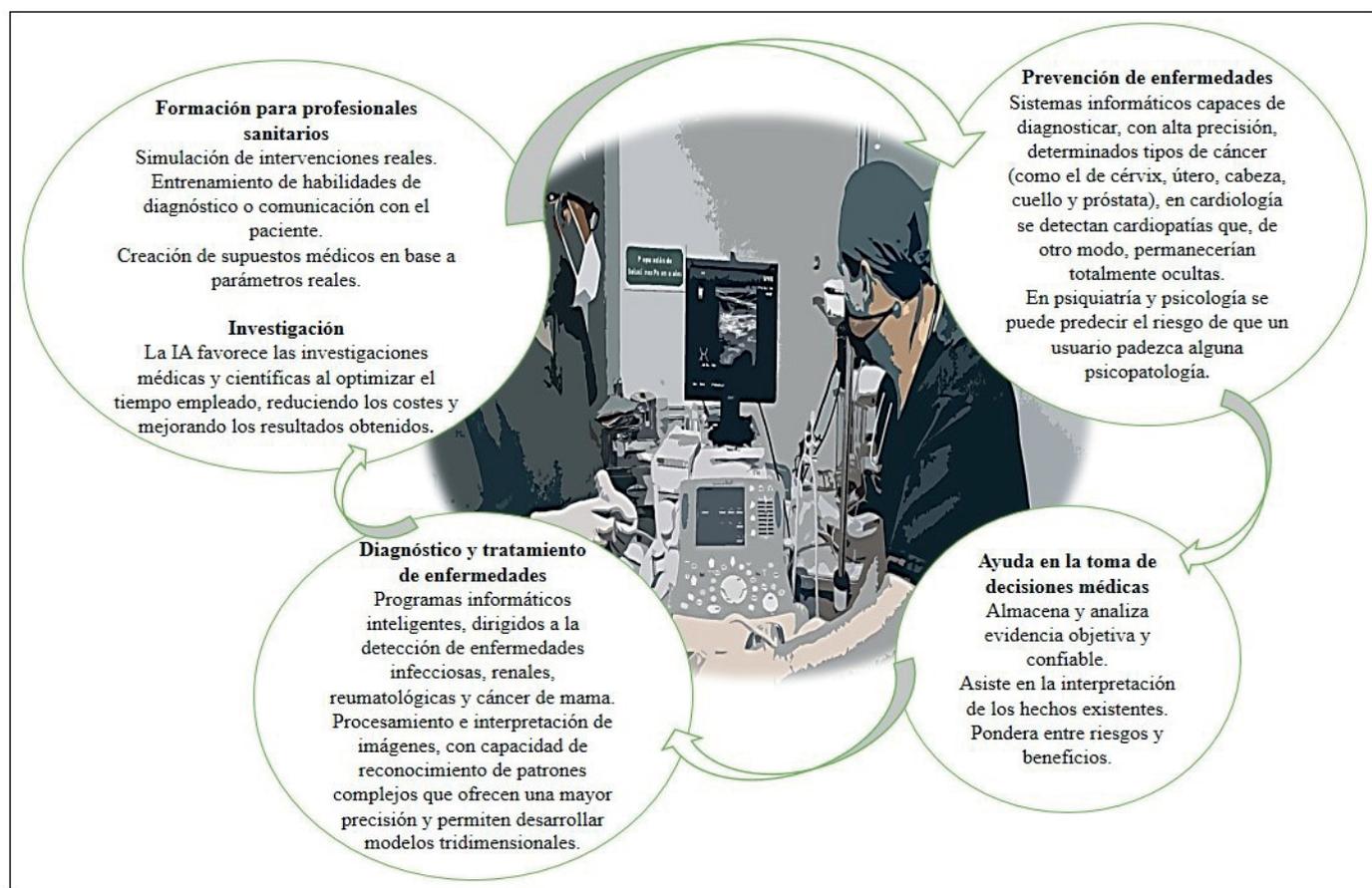


Figura 1. Aplicaciones de la IA en salud. Adaptado de Benavent-Núñez et al.<sup>(1)</sup>

## CONCLUSIONES

Los nuevos aportes en el sistema de salud, debidos a la lógica empleada por la IA, mejoran sustancialmente el estudio, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. La IA y los profesionales de la salud tienen niveles equivalentes de riesgo de error. Sin embargo, la decisión definitiva, en cuanto a la conducta a seguir con un paciente es tomada por los seres humanos, a pesar de que estas pueden ser influenciadas por sistemas autónomos o semi-automatizados. La IA es una herramienta útil en el razonamiento médico con un rápido y eficiente análisis y procesamiento de datos. Razón por lo cual, resulta de interés el conocimiento y dominio de la IA por los profesionales de la Salud y la capacitación al personal sanitario sobre su utilización instruidos éticamente. La IA sistematiza, integra y analiza constantemente información y datos, aspecto que demanda una plataforma tecnológica multidisciplinar. El aprendizaje automático se puede aplicar en todas las áreas sanitarias, transformando el manejo de los pacientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benavent-Núñez D, Colomer-Mascaró J, Quecedo-Gutiérrez L, Gol-Montserrat J, del-Llano-Señarís JE. Inteligencia artificial y decisiones clínicas: Cómo está cambiando el comportamiento del médico. Editorial Fundación Gaspar Casal. [internet]. 2020 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://fundaciongasparcasal.org/wp-content/uploads/2020/12/Decisiones-clinicas-e-inteligencia-artificial.pdf>
2. Alejandro L. ¿Qué es el almacenamiento de datos, cómo funciona y qué tipos existen? hubsSpot. [Internet]. 2023 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-almacenamiento-de-datos>
3. Thompson I. Definición de Información Conozca cuál es la definición de información desde distintos puntos de vista. [Internet]. 2008 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.merida.tecnm.mx/wp-content/uploads/2022/12/prueba3.pdf>
4. Chiavenato I editor. Introducción a la Teoría General de la Administración 7ma ed. McGraw-Hill Interamericana. 2006. Disponible en: [https://www.academia.edu/44896914/Introducci%C3%B3n\\_a\\_la\\_](https://www.academia.edu/44896914/Introducci%C3%B3n_a_la_)

teor%C3%ADa\_general\_de\_la\_administraci%C3%B3n\_7ma\_edici%C3%B3n\_idalberto\_chiavenato

5. Morejón-Palacio JL, González-Rodríguez R. Acercamiento a la historia clínica electrónica en el contexto de la informatización en salud. *Rev. Med. Electrónica* [Internet]. 2022 [consultado 16/10/2024];44(2):403-412. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242022000200403&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000200403&lng=es)

6. Medicina basada en la evidencia: un nuevo reto al profesional de la información en salud. *ACIMED* [Internet]. 2001 [consultado 16/10/2024];9(1):5-11. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352001000100001&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000100001&lng=es).

7. Santana-Pérez JL, García-Pérez RP, Álvarez-Sintes R. Ante el desafío tecnológico, defensa de la enseñanza del método clínico por asignaturas clínico-quirúrgicas. *Educación Médica Superior*. [Internet] 2023 [consultado 16/10/2024];37(2):e3919 Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en;/biblio-1528542>

8. López J, María-del-Carmen-Gómez A. El razonamiento clínico con enfoque didáctico. *InterCambios. Dilemas y transiciones de la Educación Superior* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024];7(2):16-25. Disponible en: <https://doi.org/10.2916/inter.7.2.4>

9. Franganillo J. La inteligencia artificial generativa y su impacto en la creación de contenidos mediáticos. *Methaodos: Revista de ciencias sociales* [Internet]. 2023 [consultado 16/10/2024];11(2):1-17. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9132067.pdf>

10. Cedeño-Cedeño YM, Pazmiño-Chancay MJ, D'Illo-Gil HDV, Aguirre-Tello AE. Cirugía robótica, la transición de la cirugía en la actualidad. *RECIAMUC* [Internet]. 2022 [consultado 16/10/2024];6(2):269-7. Disponible en: <https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/862>

11. Pradier SA. A propósito de Frankenstein y el autómatas de san Alberto Magno... o de por qué la belleza humana no es asunto de robots. *Cuadernos de Pensamiento*. [Internet] 2022 [consultado 16/10/2024];35:139-166. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6937/693774006005/>

12. Serna ME. Desarrollo e innovación en ingeniería. 2da ed. Principios de la Inteligencia Artificial en las Ciencias Computacionales. Editorial IAI. [Internet] 2017 [consultado 16/10/2024];161-172. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331498859\\_Principios\\_de\\_la\\_Inteligencia\\_Artificial\\_en\\_las\\_Ciencias\\_Computacionales](https://www.researchgate.net/publication/331498859_Principios_de_la_Inteligencia_Artificial_en_las_Ciencias_Computacionales)

13. El impactante robot que inventó Leonardo Da Vinci hace 500 años: ¿cómo funciona? El cronista. [Internet] 2024. [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.cronista.com/mexico/actualidad-mx/el-impactante-robot-que-invento-leonardo-da-vinci-hace-500-anos-como-funciona/>

14. Martínez-Lañez F. Leonardo, un enigma más allá de la muerte. *La vanguardia*. [Internet] 2019 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/edad-moderna/20190902/47311522426/leonardo-un-enigma-mas-alla-de-la-muerte.html>

15. La Pascalina, la primera calculadora mecánica, inventada por Blaise Pascal en 1645. [Internet] 2021 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.revistatransformaciondigital.com/2021/10/28/la-pascalina-la-primera-calculadora-mecanica-inventada-por-blaise-pascal-en-1645/>

16. Las máquinas de Babbage. Ciencia, escepticismo y humor. [Internet] 2021 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://naukas.com/2021/03/04/las-maquinas-de-babbage/>

17. Siles-González I. Cibernética y sociedad de la información: el retorno de un sueño eterno. *Signo y Pensamiento* [Internet]. 2024 [consultado 16/10/2024];50:84-99. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-48232007000100007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-48232007000100007&lng=en&tlng=es).

18. Guzik-Glantz R. Relaciones de un científico mexicano con el extranjero: el caso de Arturo Rosenblueth. *Rev mex inv edu* [Internet]. 2009 [consultado 16/10/2024];14(40):43-67. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662009000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662009000100004&lng=es&tlng=es).

19. Vidales C. Pasado y futuro cibernético en la teoría de la comunicación. *Methaodos. Revista de*

ciencias sociales [Internet]. 2023 [consultado 16/10/2024]; 11(2):m231102a02. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17502/mrcs.v11i2.614>

20. Araya-Paz C. Desafíos legales de la inteligencia artificial en Chile. *Rev chile derecho tecnología* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024];9(2):257-290. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.5354/0719-2584.2020.54489>

21. Historia de la IA: John McCarthy y el lenguaje de programación LISP. *Telefónica teach* [Internet]. 2018 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://telefonicatech.com/blog/historia-ia-john-mccarthy-lisp>

22. Soto MG. Inteligencia Artificial: historia, construcción, modelos y lenguajes. *Medium*. [Internet]. 2024 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://marvin-soto.medium.com/inteligencia-artificial-historia-construccion-modelos-y-lenguajes-664c48ec4f4e>

23. Padró LL. CHATBOTS: El reto de conversar con las máquinas. *Technology center*. [Internet] 2017 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://blog.cit.upc.edu/chatbots-el-reto-de-conversar-con-las-maquinas-reto-de-conversar-con-las-maquinas/>

24. BBC News Mundo. La sorprendente y poco conocida historia de Eliza, el primer bot conversacional de la historia. [Internet] 2018 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44290222>

25. Goldberg SB, Flemotomos N, Martinez VR, Tanana MJ, Kuo PB, Pace, BT et al. Machine learning and natural language processing in psychotherapy research: Alliance as example use case. *Journal of Counseling Psychology* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024];67(4):438-448. Disponible en: <https://doi.org/10.1037/cou0000382>

26. Bárcena ME. Traducción automática y traducción asistida por ordenador. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*. [Internet] 2018 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/323273904\\_Resumen\\_de\\_la\\_Traduccion\\_Automatica](https://www.researchgate.net/publication/323273904_Resumen_de_la_Traduccion_Automatica)

27. El Universo Prolog. Adrianistán. [Internet] 2020 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://blog.adrianistan.eu/universo-prolog/>

28. Aguilar-Tarqui JR. Sistema Experto MYCIN. [Internet] 2020. [consultado 16/10/2024]:123-125. [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rits/n1/n1a31.pdf>

29. Villa-Medina F, Gutiérrez J, Porta-Gándara MA. Vehículo robótico: autónomo y teleoperado con una PDA. *Ingeniería mecánica, tecnología y desarrollo* [Internet]. 2009 [consultado 16/10/2024];3(2):46-54. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-73812009000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-73812009000100002&lng=es&tlng=es).

30. Bermejo C. 11 de mayo de 1997: el ordenador Deep Blue vence al campeón mundial de ajedrez Garri Kaspárov. *El orden Mundial* [Internet]. [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://elordenmundial.com/hoy-en-la-historia/11-mayo/11-de-mayo-de-1997-el-ordenador-deep-blue-vence-al-campeon-mundial-de-ajedrez-garri-kasparov/>

31. RoboCup: The Robot World Cup Initiative [Internet]. [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www2.sonycl.co.jp/person/kitano/RoboCup/RoboCup-old.html>

32. Cirett-Galán F, Torres-Peralta R. El auto inteligente: evolución e impacto social más allá de un nuevo paradigma del transporte. [Internet] 2018 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: [https://investigadores.unison.mx/ws/portalfiles/portal/6126533/31d\\_3.1b\\_RUMBO\\_AL\\_AUTO\\_DEL\\_FUTURO\\_Auto\\_Inteligente.pdf](https://investigadores.unison.mx/ws/portalfiles/portal/6126533/31d_3.1b_RUMBO_AL_AUTO_DEL_FUTURO_Auto_Inteligente.pdf)

33. Suasnabas-Pacheco LS, Carrillo-Ríos S L, Castillo-Salazar DR, Medina-Correa S M, Vásquez-Fajardo CE. Inteligencia Artificial en las Ciencias. *Mawil Publicaciones de Ecuador* [Internet]. 2019 [consultado 16/10/2024]. Pp:17-89. Disponible en: <https://mawil.us/wp-content/uploads/2019/06/INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-25-06-2019.pdf>

34. de-Val-Pardo I. La inteligencia humana y la inteligencia artificial. *Anales de Psicología* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024]:186:11. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/360218729\\_La](https://www.researchgate.net/publication/360218729_La)

inteligencia\_humana\_y\_la\_inteligencia\_artificial

35. Devis L. Logic Theory Machine es considerado el primer programa computacional de IA. Computing. [Internet] 2023 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.computing.es/analytics/breve-historia-de-la-inteligencia-artificial-i/>

36. Basáez, Esteban, and Javier Mora. "Salud e inteligencia artificial: ¿cómo hemos evolucionado? Revista Médica Clínica Las Condes [Internet] (2022) [consultado 16/10/2024];33(6):556-561. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2022.11.003>

37. Mesko B. The role of artificial intelligence in precision medicine. Expert Rev Precis Med Drug Dev [Internet]. 2017 [consultado 16/10/2024];2(5):239-41. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23808993.2017.1380516>

38. Auza-Santiváñez JC, Carías Díaz JA, Vedia Cruz OA, Robles-Nina SM, Sánchez Escalante C, Apaza Huanca B. Gamification in personal health management: a focus on mobile apps. Gamification and Augmented Reality [Internet]. 2024 Jan. 31 [cited 2024 Dec. 26];2:31. Available from: <https://gr.ageditor.ar/index.php/gr/article/view/32>

39. Suzuki K, Chen Y. 019\_Artificial Intelligence in Decision Support Systems for Diagnosis in Medical Imaging. [Internet]. 2018. [consultado 16/10/2024]. Disponible en: [https://books.google.dj/books/about/Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Decision\\_Supp.html?id=vQdGDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.dj/books/about/Artificial_Intelligence_in_Decision_Supp.html?id=vQdGDwAAQBAJ&redir_esc=y)

40. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S. Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. Stroke and Vascular Neurology. [Internet]. 2017 [consultado 16/10/2024];2(4):230-243. Disponible en: DOI: 10.1136/svn-2017-000101

41. Demner-Fushman D, Chapman WW, McDonald CJ. What can natural language processing do for clinical decision support? J Biomed Inform. [Internet]. 2009. [consultado 16/10/2024];42(5):760-72. Disponible en: doi: 10.1016/j.jbi.2009.08.007

42. Pérez-Huertas P, Edo-Solsona MD, Poveda-Andrés JL. Datos de Vida Real y Macrodatos: Su incorporación a la evaluación. Fundación Gaspar Casal [Internet]. 2018 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=919090>

43. Dusenberry MW, Brown CK, Brewer KL. Artificial neural networks: Predicting head CT findings in elderly patients presenting with minor head injury after a fall. Am J Emerg Med. [Internet]. 2017 [consultado 16/10/2024];35(2):260-267 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27876174/>

44. Lee JG, Jun S, Cho YW, Lee H, Kim GB, Seo JB, et al. Deep learning in medical imaging: General overview. Korean J Radiology. [Internet]. 2017 [consultado 16/10/2024];18(4):570-584 Disponible en: doi: 10.3348/kjr.2017.18.4.570

45. Ahmadi H, Gholamzadeh M, Shahmoradi L, Nilashi M, Rashvand P. Diseases diagnosis using fuzzy logic methods: A systematic and meta-analysis ,review. Comput Methods Programs Biomed. [Internet]. 2018. [consultado 16/10/2024];161:145-172 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29852957/>

46. Van-der-Zant T, Kouw M, Schomaker L. Generative Artificial Intelligence. En: Müller 5th ed. Philosophy and Theory of Artificial Intelligence. Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics, vol 5. 2013 [consultado 16/10/2024]. Springer, Berlin, Heidelberg. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31674-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31674-6_8)

47. García-Peñalvo FG, Vázquez-Ingelmo A. What do we mean by GenAI? A systematic mapping of the evolution, trends, and techniques involved in Generative AI. International Journal of Interactive. [Internet]. 2023 [consultado 16/10/2024];8(4):7-16 Disponible en: 10.9781/ijimai.2023.07.006

48. Galvani C, Horgan S. Robots en cirugía general: presente y futuro. Rev Cir Esp [Internet]. 2005 [consultado 16/10/2024];78(3):138-147. Disponible en: DOI: 10.1016/S0009-739X(05)70907-6

49. Auza-Santivañez JC, Carías Díaz JA, Vedia Cruz OA, Robles-Nina SM, Escalante CS, Apaza Huanca B. Interactive formats: considerations for scientific publications. *Seminars in Medical Writing and Education* [Internet]. 2023 Nov. 7 [cited 2024 Dec. 26];2:27. Available from: <https://mw.ageditor.ar/index.php/mw/article/view/28>

50. Serrano-Barrera OR, Feria-Ávila H, Marcheco-Teruel B. Conocimientos sobre las tecnologías ómicas y medicina personalizada en estudiantes de Medicina. *Edumecentro* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024]; 12(2):59-75. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-28742020000200059](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742020000200059)

51. Rajkumar N. Artificial intelligence-based healthcare chatbots. [Internet]. 2023 [consultado 16/10/2024]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/artificial-intelligence-based-healthcare-chatbots-rajkumar-n>

52. Mina A. Big data e inteligencia artificial en el futuro manejo de pacientes. ¿Por dónde empezar? ¿En qué punto nos encontramos? ¿Quo tendimus? *Adv Lab Med* [Internet]. 2020 [consultado 16/10/2024];1(3):2-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/almed-2020-0014>

### FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para la aplicación del presente estudio.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

*Conceptualización:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez.

*Análisis formal:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez

*Investigación:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Jorge Luis Santana León.

*Metodología:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez; Jhossmar Cristians Auza-Santivañez

*Administración de proyecto:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Jorge Luis Santana León.

*Software:* Jorge Luis Santana León, Ariel Sosa Remón, Jhossmar Cristians Auza-Santivañez

*Supervisión:* Jorge Luis Santana Pérez, Dulvis Lianet Acosta Herrería.

*Validación:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Ariel Sosa Remón, Jhossmar Cristians Auza-Santivañez.

*Visualización:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Ariel Sosa Remón,

*Redacción-borrador original:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Ariel Sosa Remón, Jhossmar Cristians Auza-Santivañez; Iris Ingrid Carrillo-Campos

*Redacción- revisión y edición:* Dulvis Lianet Acosta Herrería, Jorge Luis Santana Pérez, Ariel Sosa Remón, Jhossmar Cristians Auza-Santivañez, Ana Esperanza Jeréz Alvarez, Iris Ingrid Carrillo-Campos.