

## Inteligencia artificial en medicina y procedimientos quirúrgicos: impacto en la toma de decisiones y la salud

Artificial Intelligence in Medicine and Surgical Procedures: Impact on Decision Making and Health

Tania María Blanchar Martínez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3226-3166>

Fernando Pio de la Hoz Restrepo<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9436-7935>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina. Departamento de Salud Pública. Epidemiología y Evaluación en Salud Pública. Colegio Colombiano de Instrumentación Quirúrgica. Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina. Departamento de Salud Pública. Epidemiología y Evaluación en Salud Pública. Bogotá, Colombia.

\* Autor para la correspondencia: [tmblanchar@gmail.com](mailto:tmblanchar@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** Las revisiones sistemáticas de la literatura constituyen una herramienta metodológica práctica para la búsqueda de información sobre investigaciones clínicas, aplicaciones tecnológicas y la toma de decisiones de impacto en la salud.

**Objetivo:** Describir cómo influye la inteligencia artificial en la toma de decisiones médicas según el grado de concordancia entre estas evidencias y los sistemas expertos aplicados en las especialidades clínicas y quirúrgicas de impacto en la salud, según reportes entre 2010 y 2019.

**Métodos:** Se realizó una revisión sistemática con el uso de un modelo de bases de datos relacional y un modelo de entidad relación para garantizar la entidad referencial de la que hacen parte las bases de datos y los artículos, así como la calidad de cada uno de los artículos mediante clasificación por grados de concordancia entre “muy concordante” o “no concordante” con la temática de interés y la toma de decisiones de impacto en la salud.

**Conclusiones:** Las aplicaciones como los sistemas expertos, los aprendizajes de máquinas y la robótica aportan innovación a las instituciones y un cambio revolucionario en lo académico, clínico y epidemiológico.

**Palabras clave:** inteligencia artificial; medicina, especialidades quirúrgicas; procedimientos quirúrgicos.

## ABSTRACT

**Introduction:** Systematic reviews of the literature constitute a practical methodological tool for the search of information on clinical research, technological applications and health impact decision-making.

**Objectives:** To describe how artificial intelligence influences medical decision-making according to the degree of agreement between this evidence and the expert systems applied in clinical and surgical specialties with an impact on health, according to reports from 2010 to 2019.

**Methods:** A systematic review was conducted with the use of a relational database model and a relationship entity model to guarantee the referential entity of which the databases and articles are part, as well as the quality of each of the articles classified by degrees of agreement between "very concordant" or "not concordant" with the topic of interest and the decision making of impact on health.

**Conclusions:** Applications such as expert systems, machine learning and robotics bring innovation to institutions and a revolutionary change in academic, clinical and epidemiological areas.

**Keywords:** artificial intelligence; medicine; surgical specialties; surgical procedures.

Recibido: 19/04/2021

Aceptado: 29/06/2022

## Introducción

Las revisiones sistemáticas de la literatura científica proporcionan con rapidez una base sólida de información y datos relevantes, en la misma medida en que resumen en un único documento la información procedente de múltiples estudios individuales para dar respuesta

a una pregunta de investigación de interés común. Así mismo ocurre en la toma de decisiones clínicas y sanitarias. En consecuencia, debido al creciente interés por estos textos científicos, las revisiones sistemáticas se han convertido en una parte esencial de la literatura biomédica.<sup>(1)</sup>

Las investigaciones científicas recientes están en plena evolución hacia el estudio e implementación de la inteligencia artificial (IA) y la *data science*. Ambas son consideradas las más avanzadas en el desarrollo de la ciencia moderna, de las cuales se pueden obtener resultados favorables de alcance impredecible y que han permitido el desarrollo de aplicaciones para facilitar las labores cotidianas de los humanos.<sup>(2)</sup>

La IA se define como el estudio de los agentes que llevan a cabo las acciones según reciben las percepciones del entorno. Cada agente implementa una función para la cual ha sido diseñado, que estructura la secuencia de dichas percepciones en acciones. Además, sintetiza y automatiza tareas intelectuales, cualidad potencialmente relevante para cualquier ámbito de la actividad intelectual humana. Los nuevos enfoques de la IA ahora dominan las propuestas de los razonamientos inciertos y de los sistemas expertos.<sup>(3)</sup>

Uno de los fundamentos de la IA es la teoría de la decisión que combina las teorías de la probabilidad y de la utilidad, y proporciona un marco completo y formal para la toma de decisiones bajo la incertidumbre.<sup>(3)</sup> En medicina ayuda a los médicos y pacientes a tener un diagnóstico más rápido y preciso, por ejemplo, en la detección del cáncer, mediante muestras de sangre de los pacientes.<sup>(4)</sup> También se han aplicado estas tecnologías en el análisis de la hipertensión, en sistemas capaces de pronosticar en pacientes infartos con cuatro horas de antelación con una mejora de más de 3 h del tiempo disponible para los cardiólogos, en las predicciones de las ventas médicas y en la educación, con la descripción del aprendizaje adaptativo.<sup>(4)</sup>

En la actualidad las aplicaciones tecnológicas se han interesado más en el sector salud con el fin de ayudar en la oportuna intervención de las enfermedades en general.<sup>(5)</sup> Sin embargo, la IA es aún insuficiente como herramienta para disminuir la morbilidad y la mortalidad, en especial de las enfermedades transmisibles y no transmisibles.<sup>(6)</sup> Por eso, se procura en gran medida la armonización y desarrollo en su aplicación con enfoque en las necesidades de la práctica médica y de los sistemas sanitarios vigentes en el ámbito de la salud pública, incluyendo el hospitalario.<sup>(7)</sup>

En todo el mundo la sociedad ya ha sido testigo de los importantes cambios laborales que han sucedido en las diferentes áreas gracias a la IA. Se habla de esta como la cuarta revolución industrial que ha despertado el interés de los profesionales y estudiantes de la salud de las diferentes carreras sanitarias, pues en este ámbito se manifestará en un avance a gran escala en el manejo y la gestión de los datos.<sup>(7)</sup>

El problema científico que motivó a esta investigación se centra en el modo en que ha influido la IA en la toma de decisiones médicas con impacto significativo en la salud de poblaciones específicas. Por eso, su objetivo fue describir cómo influye la inteligencia artificial en la toma de decisiones médicas según el grado de concordancia entre estas evidencias y los sistemas expertos aplicados en las especialidades clínicas y quirúrgicas de impacto en la salud, según reportes entre 2010 y 2019.

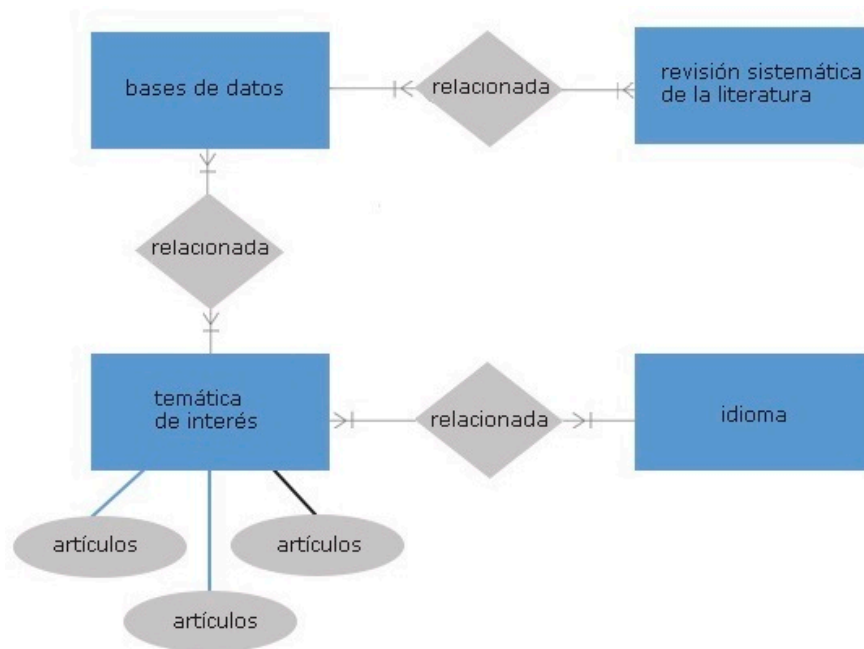
## Métodos

Se realizó una revisión sistemática en la Biblioteca Virtual en Salud y sus bases de datos (MEDLINE, LILAC, Paho, Cumed e IBECS) de los artículos publicados en los idiomas español, inglés y portugués entre los años 2010 y 2019, sobre IA aplicada a la medicina en los ámbitos clínico y quirúrgico, para determinar su rol en la toma de decisiones y su impacto en la salud. A pesar de la disponibilidad limitada, los datos fueron tratados mediante una metodología descriptiva.

Esta investigación se hizo en cuatro fases. La primera consistió en el planteamiento de la pregunta de investigación ¿de qué manera ha influido la IA en la toma de decisiones médicas clínico-quirúrgicas y su impacto en la salud entre 2010 y 2019?

La segunda fase consistió en la localización y selección de las bases de datos mediante el empleo de un modelo de bases de datos relacional y un modelo de entidad relación, para garantizar la entidad referencial de la que hacen parte las bases de datos y los artículos.<sup>(8)</sup> El modelo relacional hace referencia a las entidades y su relación con las otras, o sea, el modo en que permite la integridad referencial.<sup>(8)</sup>

El modelo entidad relación consiste en representar de manera descriptiva y a través de un diagrama, el sistema de información, de modo que formaliza toda la estructura de almacenamiento de la base de datos (Fig. 1).<sup>(8)</sup>



Fuente: Tomado y adaptado de Martínez López F, Gallegos Ruiz A. Programación bases de datos relacionales. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.

**Fig. 1** - Modelo entidad relación general de la revisión sistemática sobre la literatura de una temática en particular.

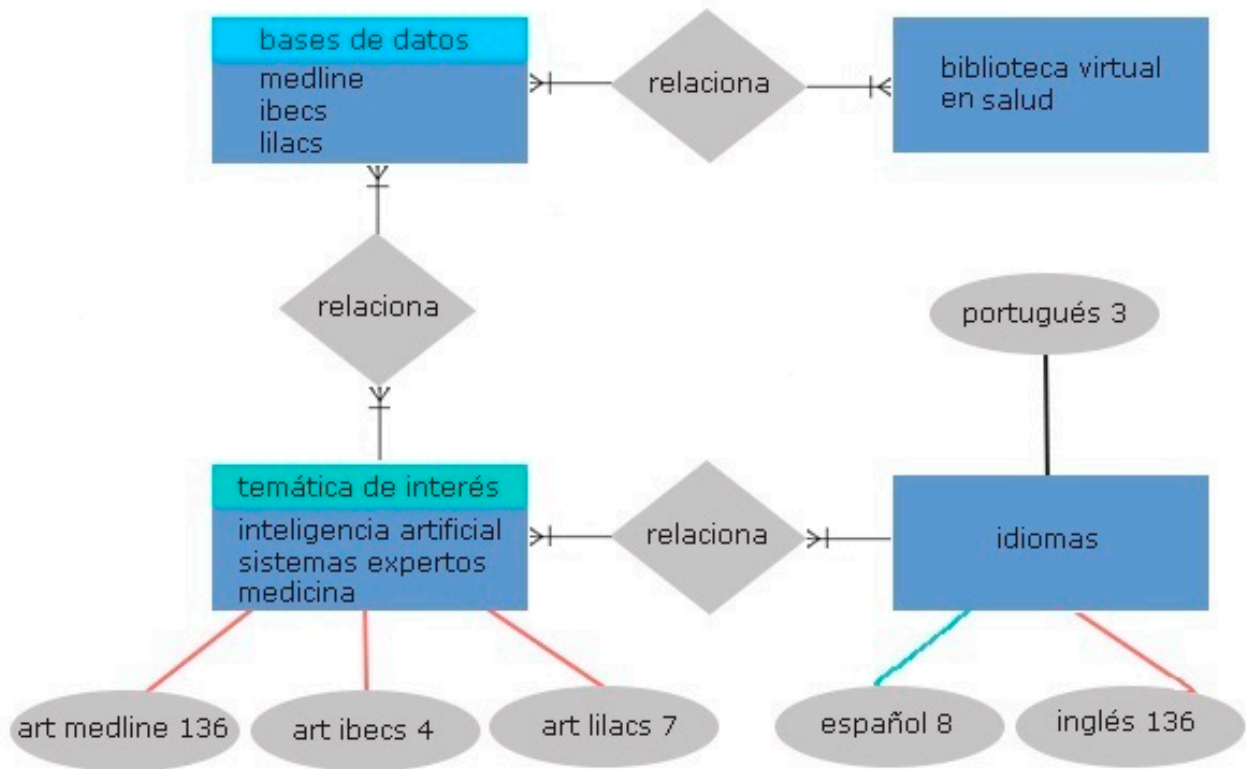
Para garantizar la correcta selección de los artículos se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión siguientes:

- Criterios de inclusión:
  - la IA y los sistemas expertos aplicados en medicina;
  - los textos escritos en los idiomas inglés, portugués y español;
  - las publicaciones electrónicas de la Biblioteca Virtual en Salud desde 2010 hasta 2019.
- Criterios de exclusión: se tuvo en cuenta la base de datos de la Biblioteca Virtual en Salud.

En la tercera fase se realizó una lista de los artículos elegibles en los idiomas de interés, para evaluar su concordancia con los usos y la toma de decisiones. Luego, esta lista se organizó

en una matriz semaforizada de acuerdo con el grado de afinidad, identificando su valor cualitativo y cuantitativo (Fig. 2):

- Muy concordante = descripción clara y objetiva del uso y la toma de decisiones.
- No concordante = no tiene una descripción clara y objetiva del uso y la toma de decisiones.

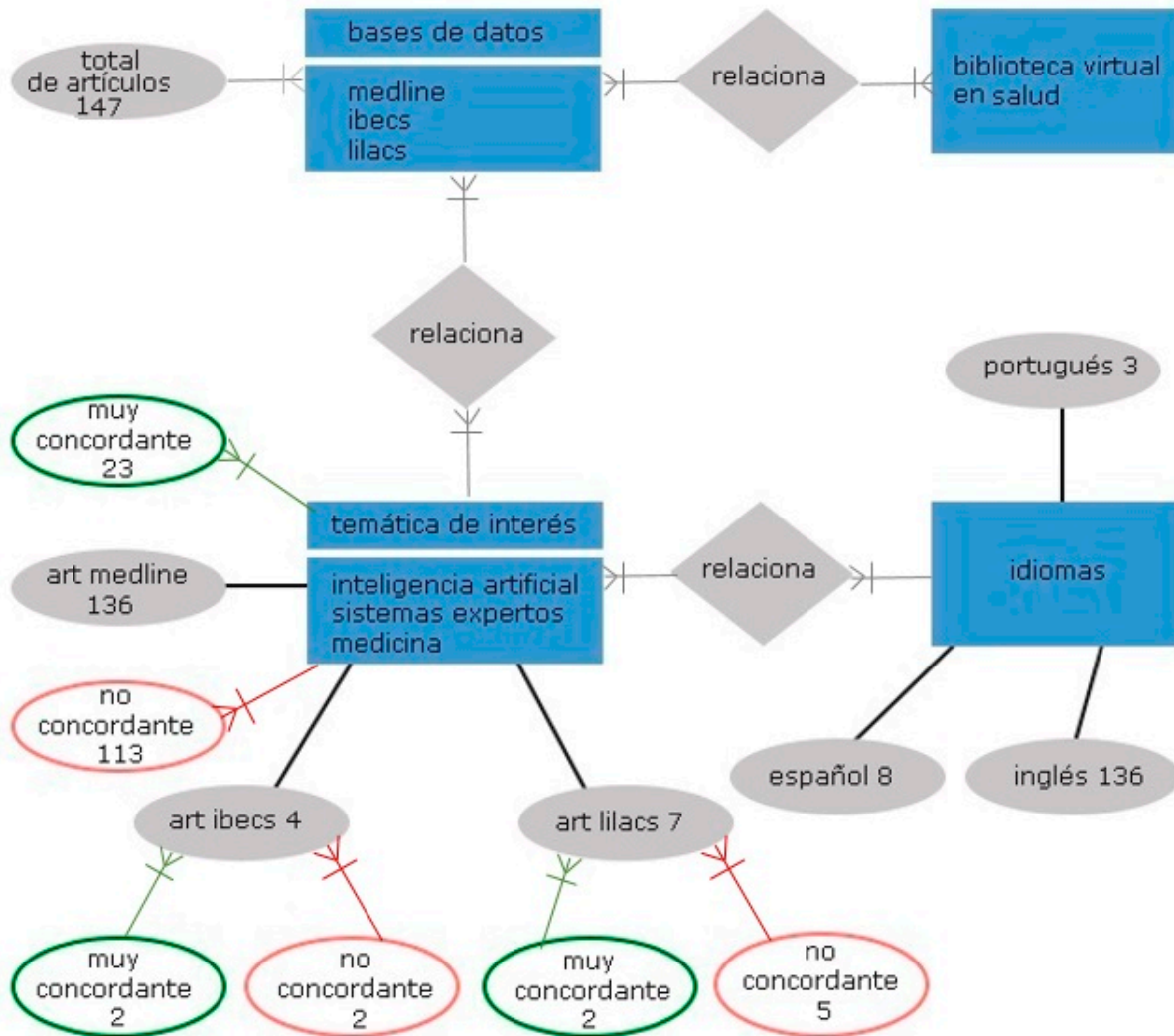


Fuente: Tomado y adaptado de Martínez López F, Gallegos Ruiz A. Programación bases de datos relacionales. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.

**Fig. 2** - Modelo entidad relación en las bases de datos de los artículos seleccionados sobre uso y toma de decisiones.

En la cuarta fase se realizó la inspección, observación y extracción del contenido. Al evaluar cómo se estableció la concordancia, los resultados indicaron cuántos artículos tuvieron o no, un impacto en la toma de decisiones (Fig. 3):

- Muy concordante = impacto en la toma de decisiones en salud.
- No concordante = no impactó en la toma de decisiones en salud.



Fuente: Tomado y adaptado de Martínez López F, Gallegos Ruiz A. Programación bases de datos relacionales. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.

**Fig. 3** - Modelo entidad relación en las bases de datos de los artículos seleccionados sobre toma de decisiones médicas e impactos en la salud.

## Resultados

La revisión sistemática consultada en la Biblioteca Virtual en Salud sobre la IA y los sistemas expertos en medicina (Tabla 1), dio como resultado un total de 8 artículos, 3 de ellos tuvieron un papel fundamental en la toma de decisiones, aplicaciones, usos e impactos en la salud de ciertas poblaciones, mientras los 5 restantes no lo tuvieron. Los tres artículos elegidos como muy concordantes fueron publicados en español: dos en la base de datos IBECS y uno en la base de datos LILACS.

**Tabla 1** - Revisión sistemática sobre la IA y los sistemas expertos en medicina

| IA y sistemas expertos en medicina |   | Idiomas     | Muy concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | No concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | Total |
|------------------------------------|---|-------------|---|--|-------|
| MEDLINE                            | 3 | Inglés (3)  | 0   | 3  | 3     |
| IBECS                              | 3 | Español (3) | 2   | 1  | 3     |
| LILACS                             | 2 | Español (2) | 1   | 1  | 2     |
| Total                              | 8 |             | ---   |  | 8     |

Por otra parte, de los 39 artículos hallados que relacionaban la IA con las especialidades médicas, 8 fueron muy concordantes con la toma de decisiones, aplicaciones y usos, e impactaron sobre la salud de las personas con enfermedades no transmisibles; siete de ellos, en inglés y uno en portugués (Tabla 2).

**Tabla 2** - Revisión sistemática de la IA y las especialidades médicas

| IA y especialidades médicas |    | Idiomas                    | Muy concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | No concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | Total |
|-----------------------------|----|----------------------------|---|--|-------|
| MEDLINE                     | 35 | Inglés                     | 7   | 28   | 35    |
| IBECS                       | 1  | Español                    | 0   | 1  | 1     |
| LILACS                      | 3  | Portugués (2)<br>Español 1 | 1   | 2  | 3     |
| Total                       | 39 |                            | ---   |  | 39    |



La búsqueda sobre IA y los procedimientos quirúrgicos (Tabla 3), dio como resultado un total de 100 artículos, 16 de ellos fueron muy concordantes con la toma de decisiones y tuvieron un impacto positivo en la salud de poblaciones específicas (Tabla 3).

**Tabla 3** - Revisión sistemática sobre IA en procedimientos quirúrgicos

| IA y procedimientos quirúrgicos |     | Idiomas | Muy concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | No concordante con la toma de decisiones e impacto en la salud | Total |
|---------------------------------|-----|---------|---|--|-------|
| MEDLINE                         | 98  | Inglés  | 16  | 82   | 98    |
| LILACS                          | 2   | Español | 0   | 2  | 2     |
| Total                           | 100 |         | ---   |  | 100   |

### **Evaluación final de los artículos de la revisión sistemática según los grados de concordancia frente a la toma de decisiones e impactos en la salud**

Del total de 147 artículos revisados, solo 29 fueron muy concordantes con la toma de decisiones y generaron un impacto favorable en la salud de las poblaciones con enfermedades no transmisibles, mientras que 118 no lo fueron. También se observó que 24 de los 29 artículos fueron de la base de datos MEDLINE y publicados en inglés, el resto en español; tres de la base de datos LILACS y 2 de la base de datos IBECS.

En la evaluación de los artículos se pudo observar las tendencias y los enfoques tecnológicos que son de aplicación actual en el campo de la medicina en general, además de los vacíos de conocimiento en la aplicación de la IA.

En “Big data and machine learning in critical care”, que se encuentra entre los más destacados, un grupo de clínicos, analistas de datos, estadísticos y expertos en seguridad informática de datos realizaron sesiones y ponencias de formación sobre *big data*, seguridad y calidad de los datos, y su aplicación en la medicina intensiva y el trabajo colaborativo en grupos, con el uso de una base de datos real anonimizada (MIMIC III), para analizar varias preguntas clínicas establecidas previamente a la reunión. Respecto a las preguntas planteadas, el trabajo colaborativo aportó resultados relevantes y esbozó varias líneas de investigación clínica a desarrollar en el futuro. Dieron el primer paso para utilizar las bases de datos de las unidades de cuidado intensivo (UCI) en España, y se estableció un calendario de trabajo para planificar futuras reuniones contando con los datos de las unidades.

El empleo de herramientas de *big data* y el trabajo colaborativo con otros profesionales puede ampliar la perspectiva en aspectos como el control de calidad, la comparación de resultados entre unidades o la elaboración de nuevas líneas de investigación clínica.<sup>(9)</sup>

Se describe también la aplicación de la IA en la pedagogía, por la importancia y factibilidad práctica de su técnica para mejorar los procesos de aprendizaje en educación médica.

Los métodos de la IA utilizados con mayor frecuencia son los sistemas expertos, las redes neuronales artificiales, los algoritmos genéticos y el razonamiento basado en casos. A su vez, se usaron herramientas informáticas como: el servidor Web Apache y el servidor PHP, los lenguajes Java Script y para la gestión de bases de datos, MySQL; todas ellas requeridas para el uso de dichos métodos en el entorno multiplataforma. Los resultados se sintetizan en relaciones de inconvenientes al emplear cada una de estas técnicas mencionadas, de las cuales, el razonamiento basado en casos es el más prometedor y de mayor perspectiva.<sup>(10)</sup>

También, se entiende que tienen altas probabilidades de aplicación clínica en el campo de la predicción de las redes neuronales en la apnea del sueño, aunque su limitación principal es la complejidad en su diseño. Por otro lado, los trastornos respiratorios del sueño han sido ampliamente utilizados en el diagnóstico y el reconocimiento de señales, destacando su aporte en los avances tecnológicos acaecidos en el diseño de la presión positiva continua en la vía aérea o (CPAP, por sus siglas en inglés).<sup>(11)</sup>

Sobre ayudas diagnósticas, la empresa Softel, perteneciente al Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), desde sus inicios desarrolló la informática médica, incluida la rama de la IA en aplicaciones como Infotoxi, encargado de controlar y diagnosticar la intoxicación por productos tóxicos en centros dedicados al mismo; Gerisoft, para la atención primaria de salud en el adulto mayor y SEAA, el sistema de ayuda diagnóstica en la asistencia primaria. Para realizar dichos sistemas se apoyaron en el conocimiento de médicos especialistas del Ministerio de Salud Pública (Minsap) en calidad de expertos. Estas fueron aplicaciones instaladas en diferentes unidades del sistema de salud.<sup>(12)</sup>

El procesamiento de imágenes a través de los métodos de segmentación basados en los algoritmos de aprendizajes automáticos se aplica para obtener datos de las resonancias magnéticas a gran escala que permitirá tener un diagnóstico y, por ende, la toma de decisiones médicas más acertadas que beneficiarán al paciente tanto en el orden clínico como el quirúrgico.<sup>(12)</sup> Otras aplicaciones tecnológicas se enfocan en ayudas diagnósticas de

lesiones cancerosas como el *learning algorithms*, un sistema de detección de cáncer de piel que evalúa dos diferentes entradas derivadas de una imagen de dermatoscopia. Por un lado, analiza las características visuales determinadas a través del aprendizaje profundo y, por el otro, la sonificación del aprendizaje profundo para mejorar la precisión del diagnóstico.<sup>(13)</sup>

El uso de *machine learning* en predicciones en salud pública mediante modelos predictivos ayuda en la estimación del riesgo de eventos o afecciones relacionadas con la salud. Estos algoritmos pueden ser utilizados como una herramienta auxiliar en la toma de decisiones por parte de académicos, directivos de las instituciones epidemiológicas, salubristas y, además, en los servicios médicos, tanto en lo clínico como en lo quirúrgico. Los algoritmos de aprendizaje automático tienen el potencial de identificar relaciones complejas y no lineales presentes en los datos, con consecuencias positivas en el rendimiento predictivo de estos modelos, y así dar respuestas de interés para la salud pública y la medicina.<sup>(14)</sup>

Otras aplicaciones enfocadas en la programación de algoritmos, como el *back propagación* (BP), utiliza para entrenar la red neuronal de avance para el reconocimiento de la actividad humana en entornos domésticos inteligentes. También se analiza y prueba el método de distancia entre clases para la selección de las características de los eventos de los sensores de movimiento observados. Luego se comparan los rendimientos del reconocimiento de la actividad humana de la red neuronal por medio del algoritmo BP que han sido evaluados frente a otros algoritmos probabilísticos: el clasificador Naïve Bayes (NB) y el Modelo Hidden Markov (HMM).

Los resultados muestran que diferentes conjuntos de datos de dichas características producen una precisión de reconocimiento de actividad diferente. La selección de conjuntos de datos inadecuados aumenta la complejidad computacional y degrada la precisión del reconocimiento de actividad. Además, la red neuronal que utiliza el algoritmo BP tiene rendimientos de reconocimiento de actividad humana relativamente mejores que los clasificadores NB y HMM.<sup>(15)</sup>

El sistema de aprendizaje automático para mejorar la asistencia a pacientes cardiacos en el análisis de personas con insuficiencia cardíaca (IC) aporta una evaluación de su gravedad y predicción, así como una interfaz de gestión que compara los diferentes seguimientos a los pacientes. Todo este sistema está compuesto por un núcleo inteligente y una herramienta de gestión de propósito especial que también proporciona la función de actuar como interfaz

para el entrenamiento y uso de IA con un enfoque de aprendizaje automático. Y como herramienta de gestión, le permite al cardiólogo llenar una "base de datos supervisada" adecuada para el aprendizaje automático durante sus consultas ambulatorias regulares.<sup>(16)</sup>

Son grandes los beneficios de los sistemas computarizados de reconocimiento de ejercicios de fisioterapia en el hogar y han generado interés entre quienes usan computadoras. Un caso especial es el de reconocimiento de movimiento. En él se emplean tres elementos principales de un ejercicio de fisioterapia (los patrones de movimiento, el conocimiento de la postura y el objeto de ejercicio). Estos componentes se encuentran separados y sobre cada uno se recopila la información de bajo nivel por medio de métodos de aprendizaje automático. Para reconocer los tipos de ejercicio, combinan la información de estas fuentes con el uso de una red bayesiana generativa en un nivel abstracto que aprovecha el conocimiento del dominio para un sistema más robusto. Por último, realiza el posprocesamiento para estimar los recuentos de repeticiones de ejercicio.<sup>(14)</sup>

La evaluación del rendimiento del sistema se lleva a cabo con un nuevo conjunto de datos que contienen RGB (rojo, verde y azul) y videos de profundidad con sesiones de ejercicios en el hogar aplicados comúnmente para hombro y rodilla. El sistema propuesto funciona sin segmentación de partes del cuerpo, con seguimiento de partes del cuerpo, detección de articulaciones y métodos de segmentación temporal. Al final, se obtienen tasas de reconocimiento de ejercicio favorables y resultados alentadores en la estimación de los recuentos de repetición.<sup>(17)</sup>

En la actualidad, algunos *softwares* ayudan a controlar la diabetes mellitus (DM) mediante un mercado embrionario centrado principalmente en el desarrollo de soluciones no computarizadas. Sin embargo, ya se considera como solución una red neuronal inteligente accesible a las personas con DM por medio de Multipanel, una interfaz gráfica de usuario que les permitirá ejecutar el *software* en dispositivos móviles, fácil de aprender y usar, en tiempo real e independientemente de su ubicación.<sup>(18)</sup>

La inexistencia de un *software* disponible que informe a las personas con DM cuánta insulina inyectarse de acuerdo con su estilo de vida e insumos individuales, conlleva a obligados ajustes en sus predicciones sobre la cantidad de insulina a inyectar. No obstante, un posible precedente de lo anterior sería las medidas tomadas para complementar el conocimiento y las habilidades de los profesionales de la salud en el control diario de los niveles de insulina

mediante un dispositivo móvil para las personas que tienen menos capacidad para controlar su enfermedad, especialmente en niños y adultos jóvenes.<sup>(18)</sup>

Un estudio tuvo como objetivo evaluar los enfoques de la IA que potencialmente se pueden utilizar en los sistemas de telemonitorización para predecir, por medio de algoritmos, los cambios crónicos de la enfermedad antes de que sucedan. Su conjunto de datos se basó en autoinformes diarios presentados por 26 pacientes adultos con asma, durante la telemonitorización domiciliaria que consta de 7001 registros. Con el empleo de dos algoritmos de clasificación para construir modelos predictivos de clasificadores bayesianos y el uso de una ventana de siete días, una máquina de vectores de soporte fue capaz de predecir la exacerbación del asma en el día 8 con una precisión de 0,80, una sensibilidad de 0,84 y una especificidad de 0,80. Así demostró que los métodos de IA, con base en sistemas de telemonitorización de enfermedades crónicas, tienen un potencial de significativo apoyo sobre la decisión individualizada.<sup>(19)</sup>

Debido a la creciente digitalización, la localización automática de neuronas y la cirugía basada en la evidencia y, con instrumentos quirúrgicos modulares, son algunos de los nuevos enfoques de la IA que, por medio de nuevas herramientas de asistencia, auguran beneficios para la sala de operaciones. Además, mediante el uso de videos capturados con cámaras endoscópicas o instaladas en el techo, mejora las habilidades y el rendimiento de los equipos quirúrgicos.<sup>(20)</sup>

La IA también es aplicada en algunos procedimientos quirúrgicos de oftalmología, neurocirugía y cirugía general, en el desarrollo de sistemas inteligentes de entrenamiento quirúrgico para la toracocentesis, y para el tratamiento de otros padecimientos quirúrgicos. Asimismo, los predictores de riesgos quirúrgicos a través de modelos de regresiones logísticas en combinación con algoritmos de minería de datos se usan para estimar los riesgos de la morbilidad quirúrgica en niños.<sup>(20)</sup> Y aún se puede profundizar para mejorar los procesos y los procedimientos en cirugía,<sup>(20)</sup> mientras en las áreas docente y clínica de la medicina está también la tendencia al aprendizaje automático para la educación médica y diagnóstica.

Todo lo anterior es apenas la punta del *iceberg* para ayudar a reducir en gran medida los eventos adversos y los riesgos quirúrgicos, aumentar la seguridad de los pacientes y mejorar las habilidades técnicas de los especialistas.<sup>(21)</sup> El uso efectivo de la IA en las unidades de

cuidados intensivos (UCI) permite reducir sustancialmente, tanto la carga de grandes volúmenes de datos complejos y heterogéneos, como el tiempo necesario que esta suele demandar, mediante la conversión de los datos en información más procesable. Así se pueden predecir resultados adversos, facilitar la toma de decisiones médicas para un mejor manejo de las situaciones altamente complejas, y una mayor disponibilidad del personal médico para la práctica clínica asistencial con la debida calidad humana.<sup>(22)</sup>

Otro aporte consistió en el diseño de una herramienta más precisa bajo la óptica de la IA para la biopsia de colon rectal, sobre todo en beneficio de la detección de células cancerígenas. La endocitoscopia asistida de este modo es una técnica recientemente desarrollada que admite la biopsia óptica con el uso de un endoscopio ultramagnificado para realizar la observación celular y analizarla en tiempo real durante la colonoscopia.

El resultado histológico de los estudios de los pólipos detectados, por ejemplo, se emite en términos de probabilidad neoplásica o no neoplásica. El algoritmo de este sistema de IA se basa en una imagen automática de extracción de características seguida de aprendizaje automático. La sensibilidad, la especificidad, la precisión, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo con este sistema fueron del 98 %.

El modelo de IA mostró una excelente sensibilidad y un valor predictivo negativo que potencialmente cumplió el umbral requerido para la biopsia óptica; aunque aún lo aconsejable es confirmar este resultado con evidencia adicional, como una prueba de evaluación del modelo de IA que funciona con un mayor número de imágenes de aprendizaje en curso.<sup>(23)</sup>

La incursión en otras áreas, como los procedimientos de entubación del paciente con maniquís de prueba, dieron como resultado una visualización adecuada de la abertura glótica, factor clave para una exitosa intubación endotraqueal (ETI, por sus siglas en inglés). Con el empleo de cuatro algoritmos diferentes de aprendizaje automático de IA, con una sensibilidad y especificidad para detectar la apertura glótica del 70 al 90 %, se analizaron cada intento y punto de tiempo, que demostraron su capacidad de identificar la apertura glótica con más del 80 % de precisión.<sup>(24)</sup>

Entre otras aplicaciones, las consistentes en las localizaciones automatizadas de neuronas a través de modelos biofísicos concernientes a la morfología del axoma neural, como el

método Neurog para localizar neuronas en varias partes del cerebro, son consideradas como nuevas tendencias en la aplicación de la IA.<sup>(25)</sup>

En cuanto a los hallazgos no concordantes con la toma de decisiones de impacto en la salud se observaron los métodos electromagnéticos y de análisis de señales electromagnéticas, las revisiones sistemáticas automatizadas, la telemedicina, las aplicaciones para encuestas, los monitoreos de signos vitales y ambulatorio, los sistemas de información clínica, los procedimientos diagnósticos y endoscópicos, además de los diseños de métodos para el control de la glucosa.

### Consideraciones finales

La revisión sistemática sobre el uso de la IA en diversas áreas de la medicina permitió recopilar la información de 29 artículos publicados entre los años 2010 y 2019, acerca de las decisiones médicas que impactaron en la salud de poblaciones específicas y, en términos generales, generaron nuevas preguntas de investigación con proyección futura.

La evaluación de la calidad del cuerpo de las evidencias obtenidas fue realizada por dos revisores de forma independiente. Las diferencias encontradas en los resultados, a propósito de cada aspecto, fueron discutidas hasta obtener un consenso que consistió en identificar, revisar y clasificar individualmente los artículos según los grados de concordancia y si estos impactaron o no en la toma de decisiones.

Durante el análisis de las aplicaciones de la IA en las diferentes áreas, tanto clínica como quirúrgica de la medicina se observó la tendencia al mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes, del manejo anticipado de la enfermedad y a la automatización de los procesos para tener respuestas más oportunas para la toma de decisiones de impacto en la salud.

La mayoría de los artículos publicados sobre IA fueron hallados en la base de datos de MEDLINE en idioma inglés. Esta tendencia muestra que los países desarrollados eran poseedores de los mayores avances en su aplicación en la medicina en general y en lo particular, incluido los procedimientos quirúrgicos, y, también los que más publicaron sobre esta temática. Mientras los menos desarrollados, entre ellos los de habla hispana, sus escasas publicaciones fueron expresión de una relación directamente proporcional con el nivel de sus avances tecnológicos sobre IA.

Se recomienda realizar el ejercicio de revisión y comparación con los revisores, con el fin de obtener buenos resultados y elegir los temas que permitan lograr las búsquedas de calidad. Se puede concluir que las aplicaciones como los sistemas expertos, los aprendizajes de máquinas y la robótica aportan innovación a las instituciones y un cambio revolucionario en lo académico, clínico y epidemiológico.

## Referencias bibliográficas

1. Jiménez Villa J, Argimon Pallás JM, Martín Zurro A, Vilardell Tarrés M. Publicación científica biomédica. Cómo escribir y publicar un artículo de investigación. 2a ed. Barcelona: Elsevier. 2015 [acceso 01/08/2019] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=580024>
2. Valbuena Castro R. IA. Investigación Científica Avanzada Centrada en Datos. 1ra edición. Venezuela: Cencal Press. 2021.
3. Russell S, Norvig P. IA. Un enfoque moderno. 2a ed. Madrid: Pearson Educación; 2004 [acceso 01/08/2019]. Disponible en: <https://luismejias21.files.wordpress.com/2017/09/inteligencia-artificial-un-enfoque-moderno-stuart-j-russell.pdf>
4. Zamarripa Franco R. Curso virtual. Introducción a la IA. México: Red de Universidades de Anáhuac; 2020 [acceso 01/08/2019] Disponible en: <https://www.edx.org/es/course/introduccion-a-la-inteligencia-artificial>
5. Ruiz Morales A, Gómez Restrepo C. Epidemiología clínica. Investigación clínica aplicada. 2a ed. Bogotá: Editorial Panamericana. 2015 [acceso 13/11/2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/43416866/Epidemiolog%C3%ADa\\_Cl%C3%ADnica\\_2\\_EDIC\\_I%C3%93N\\_a\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cl%C3%ADnica\\_Aplicada](https://www.academia.edu/43416866/Epidemiolog%C3%ADa_Cl%C3%ADnica_2_EDIC_I%C3%93N_a_Investigaci%C3%B3n_Cl%C3%ADnica_Aplicada)
6. Lasala Calleja MP. Introducción a la IA y los sistemas expertos. España: Zaragoza, Prensas Universitarias. 1994 [acceso 10/11/2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=374072>
7. Beunza Nuin J, Puertas Sanz E, Condès Moreno E. Manual Práctico de IA en Entornos Sanitarios. Editorial Elsevier. España. S.L.U. 2020 [acceso 10/11/2020]. Disponible en:



<https://www.elsevier.com/books/manual-practico-de-inteligencia-artificial-en-entornos-sanitarios/beunza-nuin/978-84-9113-801-3>

8. Martínez López F, Gallegos Ruiz A. Programación de bases de datos relacionales. Bogotá: Ediciones de la U; 2017 [acceso 10/11/2019]. Disponible en:

<https://www.worldcat.org/title/programacion-de-bases-de-datos-relacionales/oclc/1099999839>

9. Núñez Reiz A, Martínez Sagasti F, Álvarez González M, Blesa Malpica A, Martín Benítez JC, Nieto Cabrera M, *et al.* Organizing Committee of the Madrid 2017 Critical Care Datathon. Big data and machine learning in critical care: Opportunities for collaborative research. *Med Intensiva*. España. 2019;43(1):52-7. DOI: [10.1016/j.medin.2018.06.002](https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.06.002)

10. De la Cruz Figueroa L, Fernández Rodríguez R, González Rangel M. Hacia herramientas de IA en la enseñanza médica. Enfoque preliminar. *Rev cub inform méd*. 2018 [acceso 10/11/2019];10(1):68-75. Disponible en:

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-960451>

11. Campo F, Hornero R, Marcos JV, Álvarez D, Zamarrón C. Aplicaciones clínicas de las redes neuronales en el síndrome de apnea hipopnea del sueño. *Vigilia sueño*. 2013 [acceso 10/11/2019];25(1):34-43. Disponible en:

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/ibc-111436>.

12. Cabrera Hernández M, Paderni López MC, Hita Torres R, Delgado Ramos A, Tardío López M, Derivet Thureaux D, *et al.* Aplicaciones médicas como ayuda al diagnóstico en la medicina. Experiencia SOFTEL-MINSAP. *Rev. cuba. inform. méd*. 2012 [acceso 10/11/2019];4(2):199-212. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18592012000200010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592012000200010&lng=es)

13. Walker BN, Rehg JM, Kalra A, Winters RM, Drews P, Dascalu J, *et al.* Dermoscopy diagnosis of cancerous lesions utilizing dual deep learning algorithms via visual and audio (sonification) outputs: Laboratory and prospective observational studies. *EBioMedicine*. 2019(40):176-83. DOI: [10.1016/j.ebiom.2019.01.028](https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.01.028)

14. Dos Santos H. Comparação da performance de algoritmos de machine learning para a análise preditiva em saúde pública e medicina [tesis]. [São Paulo]: Universidad de São Paulo; Facultad de Saude Pública; 2018. DOI: [10.11606/T.6.2018.TDE-09102018-132826](https://doi.org/10.11606/T.6.2018.TDE-09102018-132826).

15. FangH, He L, SiH, Liu P, XieX. Human activity recognition based on feature selection in smart home using back-propagation algorithm. ISA Trans. 2014 [acceso 12/11/2019];53(5):1629-38. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-25016308>.
16. Guidi G, Pettenati MC, Melillo P, Iadanza E. A machine learning system to improve heart failure patient assistance. IEEE J Biomed Health Inform. 2014 [acceso 12/11/2019];18(6):1750-6. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-25029521>.
17. Ilktan A, Yusuf A. A computerized recognition system for the home-based physiotherapy exercises using an RGBD camera. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2014 [acceso 12/11/2019];22(6):1160-71. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-24860037>.
18. Curran K, Nichols E, Xie E, Harper R. An intensive insulin therapy mobile phone application built on artificial intelligence techniques. J Diabetes Sci Technol. 2010 [acceso 12/11/2019];4(1):209-20. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-20167186>.
19. Finkelstein J, Wood J. Predicting asthma exacerbations using artificial intelligence. Stud Health Technol Inform. 2013 [acceso 12/11/2019];190:56-8. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-23823374>.
20. Miller D, Nelson C, Oleynikov D. Shortened OR time and decreased patient risk through use of a modular surgical instrument with artificial intelligence. Surg Endosc. 2009 [acceso 13/11/2019];23(5):1099-105. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-19184205>.
21. Nakawala H, Ferrigno G, De Momi E. Development of an intelligent surgical training system for Thoracentesis. Artif Intell Med. 2018 [acceso 13/11/2019];84:50-63. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-29169646>.
22. Lovejoy C, Buch V, Maruthappu M. Artificial intelligence in the intensive care unit. Crit Care. 2019 [acceso 13/11/2019];23(1):7. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-30630492>.

23. Mori Y, Kudo S, Mori K. Potential of artificial intelligence-assisted colonoscopy using an endocytoscope (with video). *Dig Endosc.* 2018 [acceso 13/11/2019];30(1):52-3. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-29658647>.
24. Carlson J, Das, S, De la Torre F, Frisch A, Guyette F, Hodgins J, *et al.* A Novel Artificial Intelligence System for Endotracheal Intubation. *Prehosp Emerg Care.* 2016;20(5):667-71. DOI:[10.3109/10903127.2016.1139220](https://doi.org/10.3109/10903127.2016.1139220).
25. Quan T, Zheng T, Yang Z, Ding W, Li S, Li J, *et al.* NeuroGPS: automated localization of neurons for brain circuits using L1 minimization model. *SciRep.* 2013;3:1414. DOI: [10.1038/srep01414](https://doi.org/10.1038/srep01414)

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.