

Inteligencia artificial en Medicina

Edgardo N. Chouela

Inteligencia artificial en Medicina

 **Lugar**
Editorial

Chouela, Edgardo

Inteligencia artificial en Medicina / Edgardo Chouela. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Lugar Editorial, 2021.

200 p. ; 23 x 16 cm.

ISBN 978-950-892-757-6

1. Inteligencia Artificial. 2. Medicina. 3. Salud. I. Título.

CDD 610.28

Corrección de estilo: Silvia Moro

Diagramación: Lorena Blanco

Diseño de cubierta: Silvia Suárez

Coordinación editorial: Juan Carlos Ciccolella

© Edgardo N. Chouela

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro, en forma idéntica o modificada y por cualquier medio o procedimiento, sea mecánico, informático, de grabación o fotocopia, sin autorización de los editores.

ISBN: 978-950-892-757-6

© 2021 Lugar Editorial S.A.

(C1237ABN) Castro Barros 1754

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-11) 4922-3175 / (54-11) 4924-1555

WhatsApp 11-2866-1663

lugar@lugareditorial.com.ar

www.lugareditorial.com.ar

lugareditorialdigital publica la

facebook.com/Lugareditorial

instagram.com/lugareditorial

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en la Argentina – *Printed in Argentina*

A mi esposa, René

Índice

<i>Prólogo</i>	9
<i>Introducción</i>	11
Ejemplos de inteligencia artificial	17
¿Qué es la inteligencia?	23
¿Qué es la inteligencia artificial?	27
Tipos de inteligencia artificial	37
La ciencia de los datos	55
Análisis de imágenes por computación	67
Inteligencia artificial y lenguaje	75
Inteligencia artificial y anatomía patológica	81
Inteligencia artificial y diagnóstico por imágenes	85
Inteligencia artificial en dermatología	89
Inteligencia artificial en oftalmología	95
Inteligencia artificial en cardiología	99

Inteligencia artificial en gastroenterología.....	103
Inteligencia artificial y genética, genómica y otros “OMICS”	107
Inteligencia artificial en el quirófano	111
Inteligencia artificial en la terapia intensiva	113
Inteligencia artificial en neurociencias	117
Inteligencia artificial en neurología.....	121
Inteligencia artificial en psicología y psiquiatría	123
Inteligencia artificial en el diagnóstico médico.....	127
Inteligencia artificial en cáncer	133
Inteligencia artificial, farmacología y nuevos medicamentos.....	137
Los teléfonos inteligentes y la telemedicina	141
Inteligencia artificial y salud pública.....	145
Inteligencia artificial y seguridad de la información médica	151
Inteligencia artificial y los médicos: aspectos éticos, legales y laborales.....	155
Inteligencia artificial y la educación médica	161
Inteligencia artificial y COVID-19	165
Inteligencia artificial y el futuro en la medicina	167
Declaración de conflictos de interés	171
<i>Bibliografía.....</i>	173

Prólogo

Este libro tiene por objeto ser una introducción a la inteligencia artificial (IA) y sus aplicaciones actuales y posibles, en un futuro cercano, en el ámbito de las Ciencias de la Salud.

Un alumno que curse actualmente Medicina, cuando se gradúe, más temprano que tarde se encontrará trabajando con alguna forma de IA en su práctica cotidiana, cualquiera sea su especialización.

Una persona, cuando en un futuro próximo consulte en algún nivel del sistema de salud, será enfrentada a algún método diagnóstico que tenga incorporada IA; o bien, en caso de detectarse una enfermedad, su pronóstico y sus posibilidades terapéuticas estarán, por lo menos, sugeridos por la IA.

Por eso, es imperioso y urgente que estos conocimientos básicos se enseñen en forma sistematizada en las carreras de grado de Medicina, ya que los futuros médicos y otros integrantes del equipo de salud tendrán que usar o tomar decisiones basados en esta tecnología.

Estas tomas de decisión comprenden la investigación básica, la investigación clínica y las tareas asistenciales a pacientes. Otro rol del médico es el de asesorar al sistema de salud sobre la conveniencia o no del empleo de la IA en la práctica diaria de su especialidad, y ser un interlocutor calificado de los proveedores de equipamiento que emplean la IA en sus funciones.

El libro no pretende ser un texto exhaustivo en sus capítulos técnicos, sino dar una idea de cuáles son los fundamentos científicos de la IA y de sus diversas variantes.

En el texto se han recopilado las diversas posibilidades de la IA en cada una de las especialidades de la Medicina, así como sus posibles contribuciones para un mejor cuidado de los pacientes, que se han publicado hasta la fecha de la edición del libro.

Introducción

Es el año 2030, o 2040... o cualquier día de estos.

Hace una hora, Alexa me avisa que hoy tengo la cita para mi examen de salud programado por el Sistema de Control de Salud Internacional.

Un transporte autónomo me busca a la hora programada y la voz de Siri me convida con agua mineral del Valle de Punichita, mi bebida favorita.

El automóvil frena suavemente, mientras cruza la bocacalle un camión sin conductor, que ha transmitido a mi vehículo un mensaje de paso preferencial coordinado por el cerebro del Sistema Único de Transporte Ciudadano.

Pregunto a “OK Google” cuánto tiempo falta para arribar a destino, aunque no estoy ansioso como cuando era joven y tenía que enfrentarme al chequeo tradicional de tiempos pasados y esperar los resultados que certifiquen o no mi salud.

Ya he llegado y la puerta del hospital se abre de inmediato, ya que una cámara ha reconocido automáticamente mi rostro, pese a que nadie me conoce, ya que nunca había estado antes en él, porque este es el primer chequeo con este nuevo método.

Ingreso a la sala de examen y un robot me solicita, en primer lugar, mi credencial del seguro médico, luego me indica que me despoje de mis ropas y me acueste en una camilla, para después proceder a conectarme algunos sensores.

De inmediato comienza el examen clínico. En simultáneo, un sistema de diagnóstico por imágenes comienza su trabajo.

En apenas pocos minutos me realizan una tomografía computarizada (TC) de alta resolución, una resonancia magnética (RM) y un ultrasonido de todo mi cuerpo.

Además, y simultáneamente, se toman imágenes de mis expresiones faciales y del fondo de ojo para detectar posibles alteraciones en la visión, se realiza una videodermatoscopia de toda la superficie cutánea, así como un análisis de mis metabolitos, de mi genoma y de mi microbioma cutáneo, pulmonar e intestinal.

En pocos minutos ya se ha obtenido un diagnóstico integral de todas mis afecciones, incluidas las psicológicas, y comienza la etapa de reparación.

Las imágenes de la superficie cutánea generadas por la videodermatoscopia de alta resolución, combinadas con las originadas por ultrasonido de precisión a nivel celular, han detectado una lesión sospechosa de carcinoma cutáneo.

El robot ha tomado una muestra de esta con un láser de precisión, que procesa la muestra en el momento y envía las imágenes histológicas a una base de datos internacional que confirma este diagnóstico con una especificidad y sensibilidad mayores que las del promedio de patólogos especializados.

La proteómica circulante muestra alteraciones compatibles con un carcinoma gastrointestinal incipiente no detectado. Inmediatamente, mediante la técnica CRISPR se sintetiza ADN modificado que neutralizará al ADN responsable de esa proliferación celular anómala (terapia génica).

También, las imágenes han diagnosticado un pequeño desvío de las vértebras del cuello que podría ocasionar la compresión de algún filete nervioso, para lo cual una impresora 3D de alta precisión produce microcuñas que son inyectadas entre el disco y las vértebras para liberar el nervio afectado.

Lo antes mencionado parece ser ciencia ficción, pero no lo es... Mediante la inteligencia artificial (IA) aplicada a la medicina todo esto ya es posible.

Cada una de las aplicaciones médicas mencionadas existen actualmente o están en un grado avanzado de desarrollo;

asimismo, el conocimiento y la tecnología que implican ya son empleados en otras actividades no médicas.

La IA puede lograr la integración de todos los sistemas de diagnóstico existentes, la acumulación de datos en bases extensas (*Big Data*), el almacenamiento y procesamiento de estos en la “nube”, y la conexión de las máquinas sin intervención humana (Internet de las Cosas).

Esta tecnología, aplicada a la medicina, ha dado lugar al concepto de *salud inteligente*, que consiste en la provisión de servicios de salud para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y seguimiento clínico, en cualquier momento y en cualquier centro de salud equipado convenientemente con plataformas de monitoreo clínico adecuadas para tal fin.

Esto permite, mediante IA, elaborar una propuesta diagnóstica, pronóstica, terapéutica, o todas ellas en conjunto, para el caso estudiado.

Detrás de este concepto se encuentra el impacto de la hiperconectividad, la IA y la convergencia entre ciencia y tecnología con el sistema de salud.

El desarrollo de sensores no invasivos conectados mediante Internet de las Cosas a las bases de datos de salud y de aplicaciones médicas de teléfonos celulares permite controlar, en tiempo real, diversos biomarcadores tales como parámetros sanguíneos, cardiológicos, respiratorios y de movimientos corporales.

Esta información puede ser transmitida al médico responsable para una intervención inmediata, en caso de ser necesaria, y a un centro de salud para citar al paciente a una consulta o intervención, mientras se registra toda la información de la historia clínica electrónica (HCE) en una base de datos en forma segura, manteniendo la privacidad de esta.¹

Además de la IA, que desarrollaremos con más profundidad en las páginas siguientes, otras tecnologías de punta como la telemedicina, la nanotecnología, la realidad virtual y la realidad aumentada, la impresión 3D con nuevos materiales biocompatibles y las computadoras cuánticas, agregarán más

posibilidades de aplicaciones médicas para el cuidado de la salud de las personas.

Esta irrupción de la tecnología de la IA y de otras innovaciones trae aparejado un cambio en las relaciones y los intereses de los distintos actores del sector salud, tales como los prestadores de salud estatales y privados, los laboratorios farmacéuticos, las cadenas de distribución de medicamentos, las empresas proveedoras de tecnología médica y, por supuesto, los pacientes. Todos ellos se enfrentan a los cambios de paradigma que ofrecen las grandes compañías tecnológicas, como IBM, Google, Microsoft, Apple, Baidu, Alibaba, Tencent, General Electric, Siemens y Philips, y los fabricantes de teléfonos inteligentes que, en conjunto con los desarrolladores de aplicaciones médicas, producirán un cambio en la distribución de la masa de dinero disponible en el sector salud.

En algunos casos, se traducirán en un ahorro del gasto en algunos ítems, mientras que en otros surgirá la necesidad de mayor inversión en tecnología.

Las HCE son la base de esta renovación de la atención médica, aunque todavía ofrecen dificultades en su implementación generalizada.

La interconectividad de estas a grandes bases de datos manejadas por la IA, permitirá el desarrollo de HCE inteligentes, como se discutirá más adelante en el capítulo correspondiente.

Luego del éxito del programa de IA de IBM que logra vencer a los campeones de ajedrez y a los campeones de un programa de televisión basado en el conocimiento general, esta empresa puso en el mercado, en conjunto con un hospital especializado en cáncer, un sistema de IA denominado Watson, para ser utilizado en medicina como un complemento del médico en la asistencia a pacientes oncológicos.

El programa sistematiza toda la información disponible en las publicaciones científicas relacionadas con distintos tipos de cáncer y en las guías de tratamiento vigentes, la correlaciona con los datos clínicos del paciente volcados en la historia clínica, procesa dichos datos y, luego, sugiere cursos de acción diagnóstica.²

Uno de los grandes problemas para generar bases de datos de los pacientes con suficiente poder estadístico de análisis, es la incompatibilidad de los sistemas de HCE entre sí y su conectividad en la web.

Este año, Google, asociado con la Universidad de Stanford, anunció una nueva aplicación en la “nube” que permite extraer datos de las historias clínicas y utilizar la información obtenida para alimentar un sistema de IA y, así, lograr predecir o sacar conclusiones antes que sucedan eventos de riesgo.³

Accenture publicó un estudio en el que demuestra que el mercado de la IA en salud puede llegar a 6,6 mil millones de dólares en 2021, con la generación de un ahorro potencial de 150 mil millones de dólares anuales en los costos del sistema de salud de Estados Unidos en 2026.^{4,5}

La IA imita la inteligencia humana, y hasta puede llegar a ser indistinguible de ella. Sus aplicaciones concretas crecen aceleradamente en variedad e impactan en casi todos los aspectos de nuestras vidas, aunque todavía no somos plenamente conscientes de ello.

Si comparamos el crecimiento de la tecnología con el del ser humano, vemos que este último no ha cambiado sustancialmente en miles de años, mientras que la movilidad alcanzada permite movernos 100 veces más rápido y comunicarnos 10 millones de veces más y mejor, al tiempo que la transmisión de la información se multiplicó por 10.000 millones (del chasqui o la carta por barco al correo electrónico, Whatsapp, Instagram, Facebook, Twitter, etc).⁶

Ante este desafío tecnológico, no cabe otra respuesta que asimilar el cambio y adecuar nuestras vidas a él.

Obviamente, la medicina no está exenta del impacto de la tecnología en general, y de la IA en particular.

En los próximos capítulos veremos que empleamos la IA varias veces al día en nuestra vida cotidiana, sin necesidad de comprender las bases de esta. Pero, en medicina, un error de decisión sugerido por alguna tecnología basada en IA puede llevar a riesgos importantes.

Por eso, es necesario comprender con mayor profundidad los distintos tipos de IA disponibles y la ciencia de los datos que la sustentan.

En medicina ya están disponibles muchas aplicaciones basadas en IA en diferentes especialidades médicas y en el sistema de salud, que veremos con mayor detalle en los próximos capítulos.

También, la IA genera nuevos problemas, en especial referidos a la seguridad y privacidad de los datos de los pacientes, así como su impacto en la esfera laboral, en la discusión ética de sus consecuencias y en sus aspectos económicos.

Finalmente, debemos preparar a las futuras generaciones de los equipos de salud en el empleo adecuado de la IA en la práctica médica, e instarlas a participar en el desarrollo de futuras aplicaciones de esta, para poder llegar al concepto de *salud inteligente*.