



LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU INTERCONEXIÓN CON LA MEDICINA

Dr. Israel Montes de Oca.¹

¹Profesor de Clínica Médica. Facultad de Medicina. Escuela "Luis Razetti".

Universidad Central de Venezuela

Correo: israelmontes33@gmail.com.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es identificar todos los principios, bases técnicas y aportes que la inteligencia artificial (IA) puede brindar como campo de la computación inteligente y establecer su interconexión con los avances de la medicina y sus especialidades y también comprender si algunos de las características propias del medicamento; como: el razonamiento clínico, la heurística y el acto médico propio; han sido impactados, de forma importante, por los imparables avances de la alta tecnología (IA). estos eventos originan preguntas, dirigida a saber si existen riesgos en el futuro, de la sustitución de la ciencia clínica y del cerebro humano por un cerebro artificial. los argumentos para pensar en estas posibilidades están descritos en el desarrollo del artículo y esto podría contribuir a estudios más extensivos de la filosofía de las ciencias aplicadas a la medicina. **RCM 2022. 61;154(2): 58-72.**

ABSTRACT

The objective of this article is to identify all the principles, technical bases and contributions the artificial intelligence (AI) can provide as a field of the intelligent computing and to establish its interconnection with the medicine advances and its specialties and also to understand if some of the own characteristics of the medicine; like: the clinical reasoning, the heuristic and the medical act itself; have being impacted, importantly, by the unstoppable advances of high technology (AI). these events originate questions, directed to know if there are risks in the future, of the substitution of clinical science and the human brain by an artificial brain. the arguments to think about in these possibilities are described in the development of the article and this could contribute to more extensive studies of the philosophy of the sciences applied to the medicine. **RCM 2022. 61;154(2): 58-72.**

INTRODUCCIÓN

Como un exordio de este artículo se establece una inquietud e interés en expresar que el autor no es un conocedor profundo y en detalle de las ciencias de la computación inteligentes y menos aún de una derivación del prolífico avance de ella, como es la inteligencia artificial (IA). la aplicación de esta rama, con sus diferentes variantes tecnológicas, en todas las especialidades y profesiones, ha tenido y tiene una repercusión e impacto tan extraordinario, que nos obliga a obtener la información bibliográfica y los conocimientos de cuál era su conexión con los diversos aspectos y desarrollos contemporáneos de la medicina y esto constituyó la idea del título de este artículo.

El contenido responde a diversas y principales preguntas y cómo serán respondidas por la información que se obtuvo de tan comprometedor materia, como es la alta tecnología y la medicina y si esos avances representados por la IA tienen objetivos y beneficios para La medicina en general y para el paciente-persona en particular. el desarrollo del tema tendrá los siguientes puntos de análisis: origen, historia, definiciones, conceptos, aplicaciones y características de la tecnología en específico, y en sus sistemas, métodos, modelos, ventajas, desventajas, limitaciones, errores, aprendizaje - enseñanza y, finalmente, el futuro tanto de dicha tecnología como de la medicina y sus especialidades.



Para entender los avances de la computación inteligente, creada en su esencia por los ingenieros y los progresos y crecimientos de la medicina, tanto en su arte y humanismo y en su ciencia realizada por científicos e investigadores de esa profesión, es necesario hacer referencia a los dos grandes pensamientos de la filosofía de las ciencias: el hipotético-deductivo o positivismo y al empirismo-inductivo originado por la observación y la experimentación. el objetivo de esas ramas de las ciencias es lograr conocimientos, que en su conjunto, es denominada epistemología y esta es definida como la doctrina que estudia los fundamentos y métodos de los conocimientos científicos (ciencia cognitiva). la epistemología es el santuario tanto de la computación como de la medicina científica; pero, de manera comparativa, lo es muy débilmente para el humanismo científico.

La ciencia cognitiva es una disciplina que ilustra cómo funciona la mente humana y está representada por una serie de componentes constituidos como mapas mentales, y algunos de ellos como la facilidad de aprendizaje, el uso de palabras claves y la estructuración de la información, son herramientas cognitivas útiles para la solución de complejos problemas clínicos, porque éstas almacenan, memorizan, recuperan, transforman y transmiten esa información, o sea, el fundamental aporte que proporciona el conocimiento.

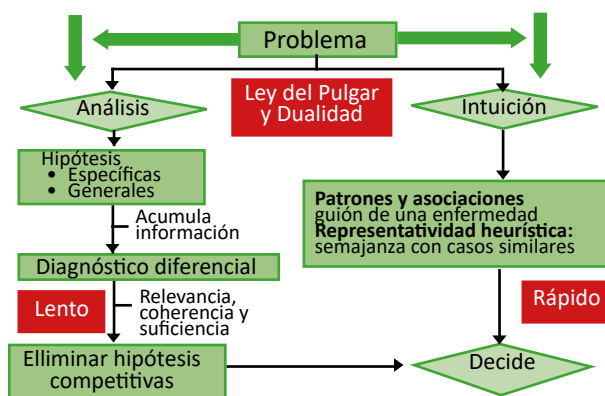
Los preceptos anteriores han permitido en medicina, la definición y aplicación del razonamiento clínico como uno de los fundamentos del análisis clínico y que se adquiere a través de la ciencia cognitiva.

Al querer aplicar ese concepto de razonamiento clínico para la solución de cualquier situación o problema de decisiones clínicas, el médico recurre a un guión que tiene dos tipos de pensamientos y razonamientos: uno rápido, donde predomina la intuición y otro lento, con el cual se piensa a través de un análisis y establecer hipótesis para llegar a una solución. lo anterior es lo que se denomina la ley de la dualidad y del pulgar y que definen las consideraciones objetivas que caracterizan el problema.

DEFINICIÓN DE RAZONAMIENTO CLÍNICO

Es el proceso intelectual por el cual el médico dirige y hace el diagnóstico siendo una mezcla de un patrón de reconocimiento por memoria, razonamiento hipotético inductivo y dependiente del conocimiento, evidencia y la observación que posee sobre las propiedades de las enfermedades en cada paciente

RAZONAMIENTO CLÍNICO Y GUIÓN PARA DECISIONES



El razonamiento clínico (rc) posee ciertas características teóricas y prácticas como las que siguen a continuación. su naturaleza humana y científica, tiene información, conocimientos, sabiduría sobre los datos, y éste proporciona el mayor beneficio a la persona al concluir con las mejores hipótesis y decisiones. el rc se aplica en las diferentes historias clínicas, y se revisan diferentes disciplinas como son las decisiones, ciencias psicológicas, ciencias de la computación, comportamiento organizado del médico. se recurre al rc en situaciones difíciles de resolver utilizando la ley de las probabilidades (bayer), el cuadro 2x2 de la estadística y el umbral de decisiones, para que de esa forma se precisen elementos (certitud-incertitud) acerca de la enfermedad, pruebas diagnósticas o tratamientos específicos.



“el rc es un arte y una ciencia lleno de percepción humana”

El médico para poder ser un excelso diagnosticador requiere formarse en 2 sistemas: el sistema-soporte de rc (ssrc) y el sistema-soporte de decisiones-clinicas (ssdc).

Además, debe completar con éxito un óptimo acto médico, con entrenamiento en rc, heurística e inteligencia artificial aplicada a la medicina.

Podemos expresar entonces: “el conocimiento sin razonamiento es tan estéril, como lo es un juicio sin la verdad”. para los interesados en profundizar en este tema, recomendamos la lectura del libro: “learning clinical reasoning” cuyo autor es jerome kassirer (1932)

Se suma al rc otra forma de pensamiento del médico en sus tareas esenciales como lo es la de realizar diagnósticos, suministrar tratamientos así como el despliegue de humanismo en su acto médico, y de esa forma se constituyen los fundamentos epistemológicos de la heurística, los cuales se basan primordialmente en una de las ideas de descartes y ésta fue la siguiente:

“hacer un todo, unos recuentos tan integrales y unas revisiones tan generales que se asegure no omitir nada”.

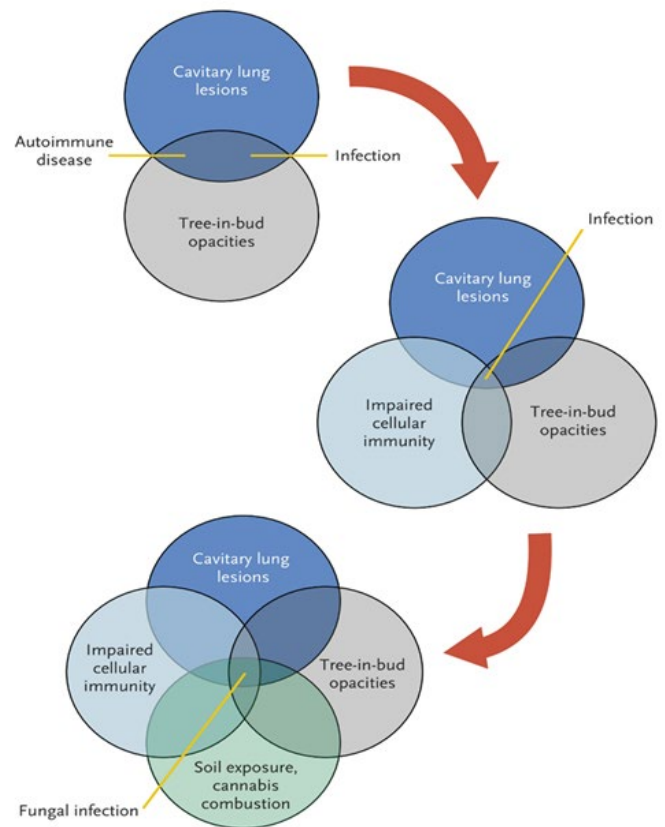
De acuerdo con este pensamiento surge la siguiente definición de heurística:

Es el arte y habilidad intelectual de inventar, crear, descubrir hechos; empleando hipotesis y resolver problemas con el pensamiento divergente, realizando esquemas de soluciones. la heurística está orientada a la generación de conocimientos y al avance de la ciencia.

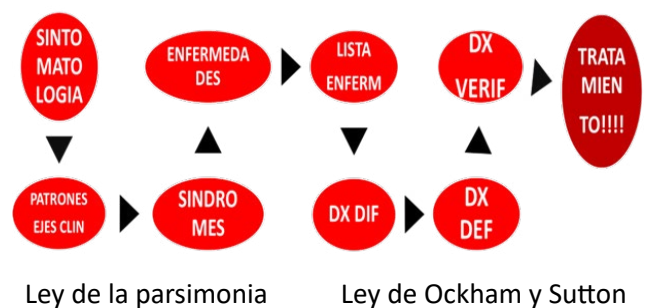
El principal método de la heurística aplicada por el médico es agrupar ejes o patrones clínicos como herramienta para precisar el diagnóstico utilizando los diagramas de venn y también por el sistema de análisis completo de la historia clínica y donde se requiere hacer diagnósticos diferenciales a través de los llamados ejes

o patrones clínicos mencionados y aplicar las leyes de epidemiología clínica como son: la ley de la parsimonia, y las leyes de ockham y sutton (ver figuras).

Diagramas de Venn aplicados al diagnóstico por heurística



Sistemas, métodos, modelos heurísticos (por patrones o ejes clínico)





La Inteligencia Artificial y su interconexión con la medicina

Las características teóricas y prácticas de la heurística tienen como objetivos en medicina: usar libretos de enfermedades y el reconocimiento de patrones con ejemplos de atajos intuitivos en la estrategia de la toma de decisiones.

Con las premisas mencionadas haremos las interconexiones que existen entre la medicina y los conceptos actuales de los componentes y definiciones de la inteligencia artificial (IA) y también con los avances y progresos de la ciencia de la computación inteligente'

Para referirnos en forma más sencilla al origen, desarrollo, progreso y aplicación de esta alta tecnología se dividió la explicación a través de 2 etapas: 1ª etapa relativa a la creación de los robots y la 2ª que denominaremos post-robot.

La etapa robot y su historia y orígenes se muestran en la siguiente cronología:

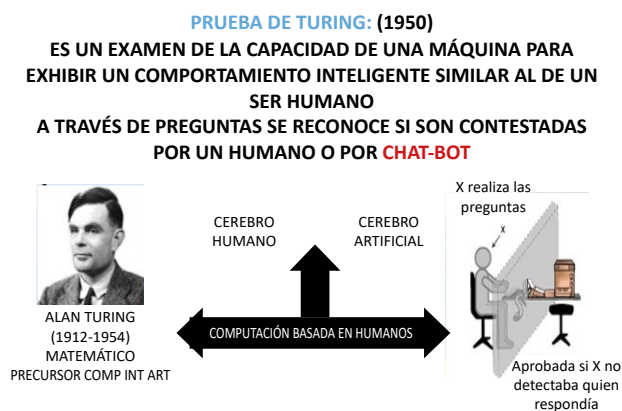
1. 3ra centuria. Yan Shi (china), creó una figura humana con maderas y órganos artificiales.
2. 12ra centuria. Al-Jazari, ingeniero mecánico creó un robot humanoide, capaz de golpear platillos.
3. 1495. (renacimiento) Leonardo Da Vinci(1452-1519) diseñó su robot humanoide, capaz de hacer movimientos y tener posiciones. sus libros sirvieron para la investigación de la nasa lo cual sirvió también a issac asimov para inmortalizarlo en sus libros de ciencia- ficción.
4. 1746. se construyen robots que ejecutan la flauta por Jacques De Vaucanson.
5. 1948. William Gray Water, inventa el robot electrónico autónomo (máquina especulativa) y con ella demostraba cómo funciona el cerebro y su conexión con células cerebrales. igualmente, con la invención inicial de los robots se explicó que la palabra robot es de origen checka que significa esclavo (Karel Capek 1921). también se conceptúa la maquina biosintética, útil como fuerza de trabajo como lo es la máquina da vinci, herramienta utilizada por los cirujanos en la actualidad.

6. Antes de hacer simples comentarios de la 2ª etapa de la IA, es necesario aportar un preámbulo con la definición de la misma.

Definición de IA: término general que emplea el computador, para originar modelos de comportamientos inteligentes con mínima intervención humana para llegar a sustituirla

Esta definición, representa un concepto inicial, que luego se modificará después de exponer los objetivos de esa ciencia tecnológica y su impacto sobre la medicina.

Desde el punto histórico las verdaderas bases, características, avances y conceptos de la IA se inician con alan turing en 1950, cuando introduce la llamada "prueba de turing" para confirmar o no si una persona x sostiene o no una conversación con un robot o no. realizada esta prueba a través de una máquina de IA y comprobar que el cerebro artificial es similar al cerebro humano, se observa ello en la figura siguiente:



El verdadero pionero y quien introduce el término con su significado y definición de IA fue John Mccarthy, en la conferencia darmuth, en 1959. Los cuadros siguientes precisan sus conceptos sobre esta avanzada tecnología



JOHN MCCARTHY
(1927 - 2011)



PARTE DEL DISCURSO DE McCARTHY EN LA
CONFERENCIA DE DARTMOUTH SOBRE IA
1956

“Este estudio (IA) procederá sobre la base de que todos los aspectos del aprendizaje o de rasgos de la inteligencia pueden, en principio, ser descritos en una forma tan precisa que se pueda crear una máquina que los simule”

John McCarthy introdujo el término “inteligencia artificial” en la conferencia de Dartmouth en 1956. y él definió la IA como la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes con especial orientación para realizar programas en computación inteligente. Estos avances y criterios de la nueva ciencia de la computación inteligente, originaron múltiples definiciones como las siguientes, añadiendo su aplicación en medicina:

DEFINICIONES INTELIGENCIA ARTIFICIAL MEDICINA

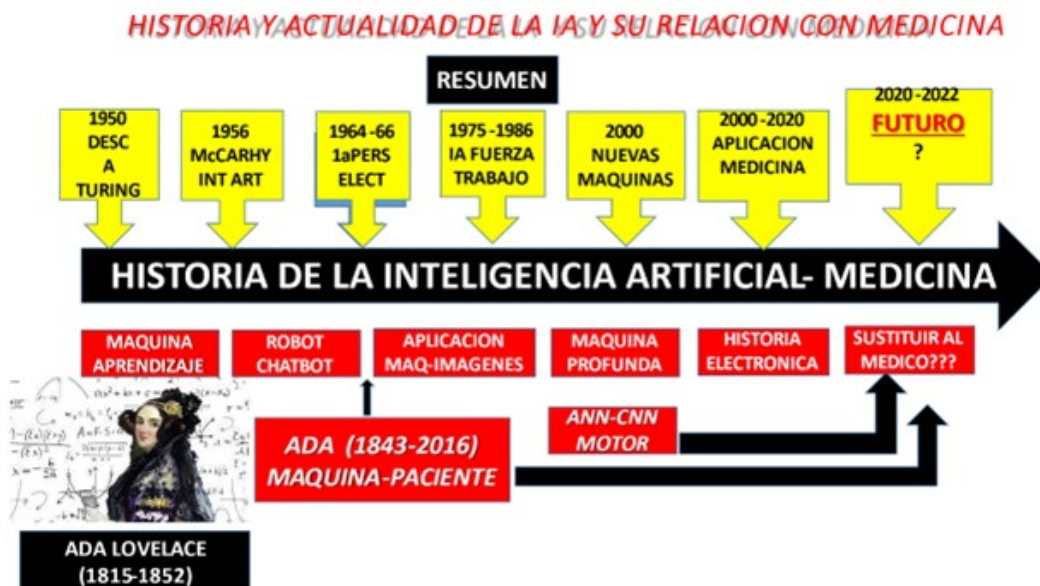
- Es una ciencia de la ingeniería para hacer máquinas inteligentes a través de algoritmos y reglas que sirven para imitar las funciones cognitivas y los componentes análogos del cerebro humano.
- Es un sistema de computación con la capacidad para interpretar correctamente datos médicos externos, procesarlos, aprenderlos, memorizarlos y lograr tareas y metas concretas.
- Aplicado en medicina tiene como objetivos, mejorar toda la atención de salud y tratar de bajar los costos aun con las mejores decisiones médicas, incluyendo los diagnósticos simples y complejos.

Debido a esas variadas definiciones y después de su análisis, nos parece que la siguiente definición es la más completa y la que recurriremos en el resto de este artículo.

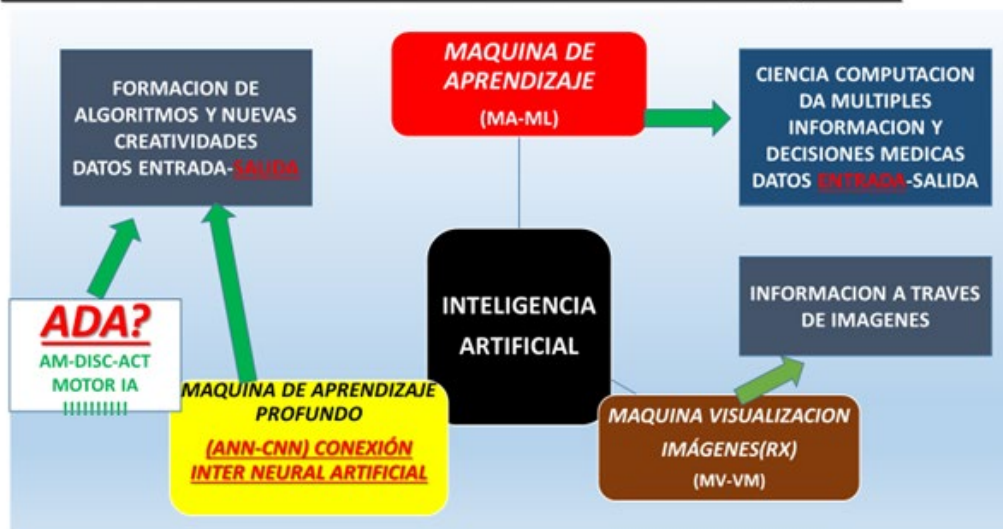
*Inteligencia Artificial es un sistema de computación inteligente, con la capacidad para interpretar correctamente **datos externos**; aprender de dichos datos y recurrir y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas; simples o complejas y realizar las **decisiones concretas como las haría un cerebro humano.***

El desarrollo indetenible de esta ciencia de la computación, ha dado como resultado la síntesis y construcciones de diversas máquinas inteligentes. no obstante, es indispensable un paréntesis y hacer mención de un hecho histórico de gran interés científico. en 1832, una mujer matemática genial, Ada Lovelace, propuso y concretó en la práctica, junto a otros matemáticos de esa época, que los números binarios deberían utilizarse para ser aplicados a la formación de los algoritmos. con base en este aporte, un grupo de ingenieros de Inglaterra en 1946, construyeron una máquina denominada *Ada* que ha sido utilizada en medicina para que los pacientes puedan hacer diagnósticos de sus quejas en forma más directa y sin intervención del médico. luego, gracias a los aportes suprainteligentes de Turing, McCarthy y otros se construyeron en forma inobjetable y sorprendente diversas máquinas como las siguientes: máquina de aprendizaje que se encarga, esencialmente, de hacer posible las entradas de todos los datos y procesarlos, almacenarlos, y analizarlos. luego la máquina denominada de imágenes que tiene funciones fundamentales como las de proporcionar los diagnósticos por imágenes de distintas especialidades tales como oftalmología, dermatología, gastroenterología, radiología, patología y muchas otras. ésta ha sido de las primeras de las máquinas más solicitadas y desarrolladas en medicina.

Entre 1986 y 2000, se crea la denominada máquina profunda constituyéndose como una de las más útiles en medicina porque posibilita en forma rápida y precisa procesar los datos de salida a través de la síntesis de los algoritmos, recurriendo a los diversos métodos matemáticos y así emitir conclusiones y recomendaciones sobre diagnósticos, tratamientos, pronósticos, complicaciones y la solución a los problemas más simples como a los complejos. asociada a esta máquina, se encuentra la de motor profundo, identificada como CNN, por sus siglas en inglés que significa conexiones de la red interneurales. tal vez, éste es el avance más importante por relacionarse con todas las especialidades médicas y no médicas y que anexa la historia electrónica, hace prever el riesgo que existe de la sustitución del médico en el futuro por todas las máquinas mencionadas. las figuras siguientes resumen los comentarios anteriores y complementan



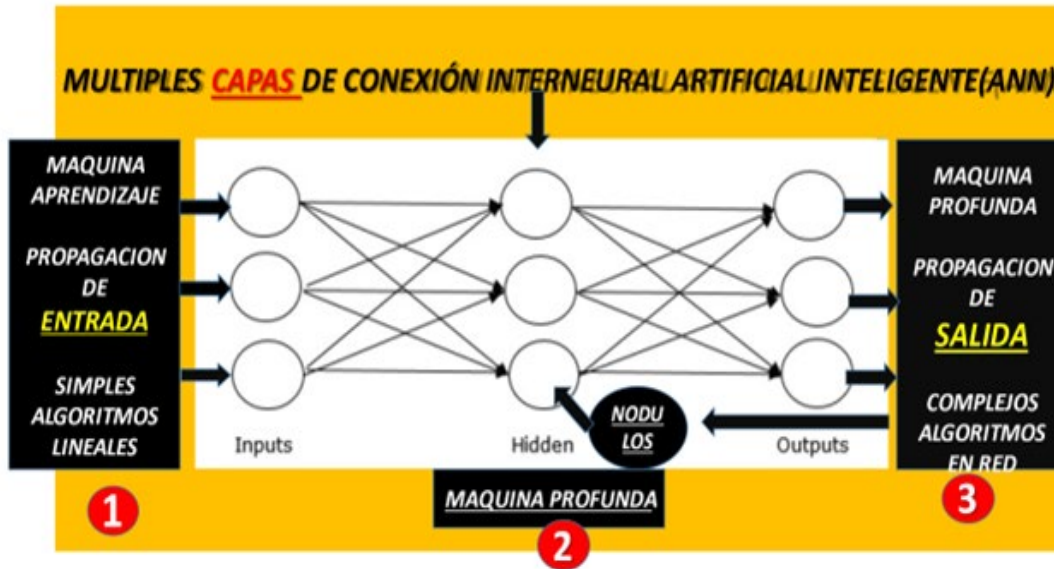
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y FUNCION DE SUS MAQUINAS



la información sobre las diferentes funciones de las estructuras tecnológicas mencionadas.

La explicación del funcionamiento de las máquinas se basa en la teoría de las redes de las conexiones interneurales artificiales que se identifican en la siguiente figura. estas conexiones se efectúan a través de 3 capas: la primera corresponde a la máquina de aprendizaje que propaga los datos de entrada y forma simples de algoritmos. luego ésta hace conexión con

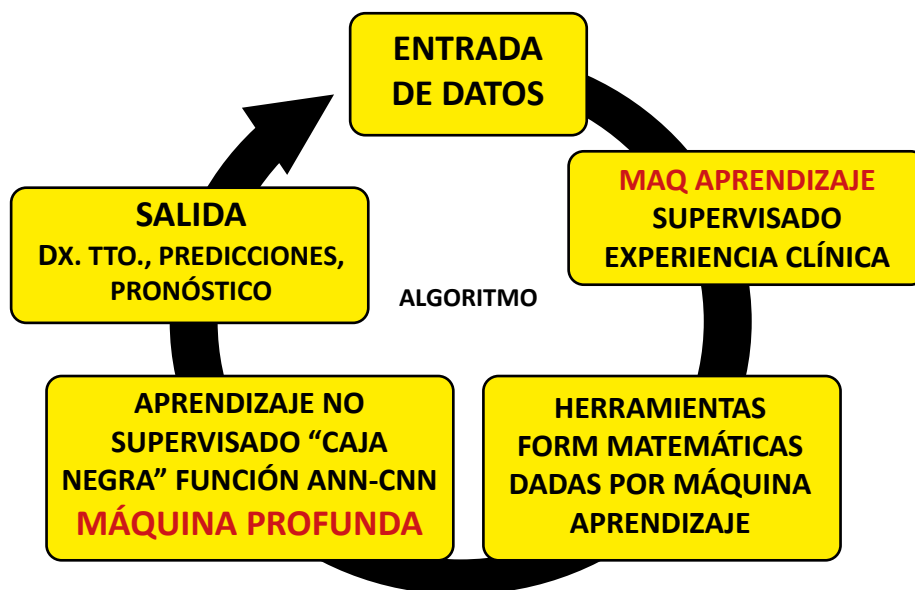
la segunda capa, usando las conexiones denominadas “profundas” y llamadas también “ocultas” que se componen de nódulos, como un complejo de células cerebrales. estas últimas se conectan con la tercera capa dominada por la máquina profunda que tiene como funciones la elaboración y construcción de complejos algoritmos e informa la salida de los datos solicitados, y soluciona problemas médicos simples o complejos, mediante métodos matemáticos, sistemas bayesianos o análisis estadísticos. en casos de errores,



esta máquina es capaz de regresar a la segunda capa y emitir luego la información correcta.

Las funciones internas de las máquinas inteligentes para el desarrollo y formación de un algoritmo existen en 2 formas; consignadas como supervisadas y no supervisadas y se caracterizan, porque una es alimentada por la máquina de aprendizaje y tiene su

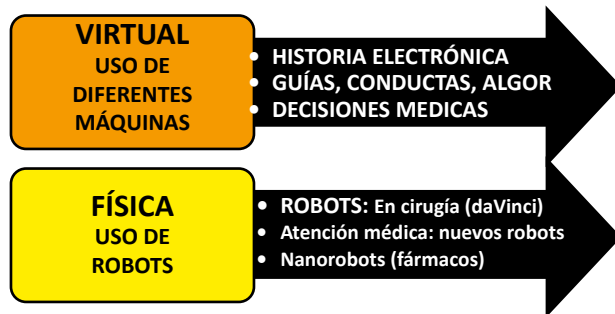
base en los datos proporcionados por los profesionales de la medicina y la no supervisada, cuyos datos son procesados por la máquina profunda para informar sobre resultados de diagnóstico, tratamientos, pronóstico, complicaciones y evolución de las condiciones consultadas, es el proceso de salida tal como se observa en la figura.



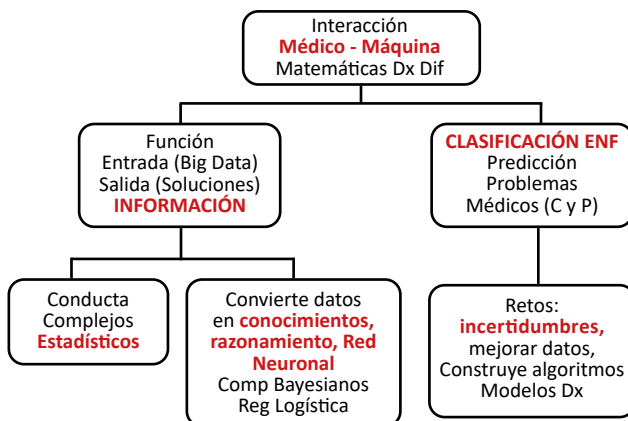


Desarrollo de un algoritmo en IA

De acuerdo a su nacimiento y aplicaciones hasta ahora en medicina, las máquinas de la IA se dividen también en 2 grandes ramas como observamos en la siguiente figura: una de ellas citada como virtual, donde se incluye el uso de las diferentes máquinas en la elaboración de la historia electrónica, las guías, las conductas médicas a seguir, la producción de los algoritmos y las grandes decisiones médicas. la otra llamada rama física que se refiere al uso en la práctica de las especialidades como son en cirugía (robot Da Vinci) y el uso de los nuevos robots, como el nano-robot útil en la indicación de diferentes fármacos (quimioterapia).



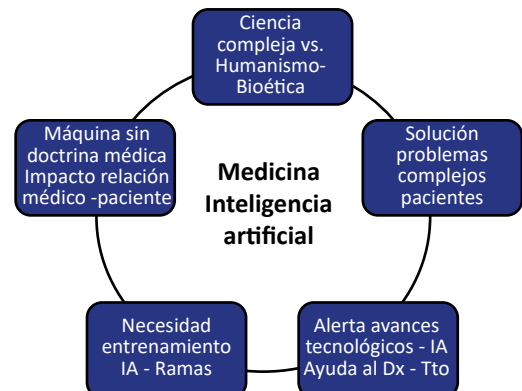
Las aplicaciones de las ramas y los dominios de la IA en medicina son múltiples, como se demuestra en la figura siguiente, donde las máquinas pueden tener interacción con el profesional, clasificar las enfermedades, convertir los actos médicos en conocimientos y en razonamientos, establecer nuevas redes interneurales, aplicar la estadística y dar completa información sobre los problemas más complejos, incluyendo, la descripción y diagnóstico de nuevas y raras enfermedades.



Otras características, propiedades, avances, aplicaciones, objetivos y conceptos de la IA son:

- Realiza múltiples decisiones médicas en minutos
- Máquina de aprendizaje (MA), más útil en medicina, hace decisiones de problemas complejos}
- **Hace interconexiones neuronales igual al cerebro humano. ANN-CNN (Conexiones neuronales de la red)**
- **No tiene límites para entrada de datos (Big Data)** precisa sobre las indicaciones de pruebas y procedimientos y la FDA (2009) aprobó las máquinas robor y existen mas de 5000 unidades

Las máquinas de la IA recurren al aprendizaje, planificación, creatividad y razonamiento y se encargan de resolver los problemas más difíciles de la medicina al reconocer y automatizar los conocimientos subjetiva y objetivamente y a pensar y aprender como los humanos, trabajar y planificar a través de los algoritmos, procesar los lenguajes de los diferentes modelos matemáticos y ser más inteligente que el humano y tener percepción como lo hacen los sentidos humanos, hacer las observaciones de fallas y errores, poseer un comportamiento inteligente similar al humano e incrementar el beneficio de la tele-salud, en medicina, soluciona problemas complejos de la persona enferma y ayuda al profesional a tener como necesidad hacer entrenamientos y poder realizar consultas efectivas a las máquinas. Esta alta tecnología, sin embargo, carece y no contempla los problemas de doctrina, bioética y humanismo. estos últimos componentes mencionados que son las limitaciones de la IA, producen así gran impacto en la relación médico-paciente y que serán comentados luego. la interrelación de la IA y la medicina se muestran en la figura siguiente:

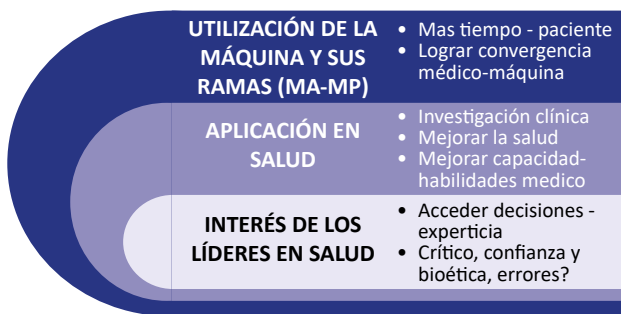




El profesional médico tiene siempre la oportunidad de planificar y entrenarse para las consultas a las máquinas, para lo cual debe considerar los siguientes factores y aprovechar las estructuras tecnológicas avanzadas.

- Procesar con **Bioética** y acceder responsablemente a los datos
- Acceder al **dominio de la experticia** y generar perspectivas
- Acceder al poder de la computación para producir y **obtener grandes decisiones**
- **Investigar en forma crítica un algoritmo** y aplicarlo en la práctica con confianza e incorporarlo apropiadamente al flujo de los objetivos del médico

La utilidad de las máquinas y sus ramas para los médicos reside a su aplicación en salud y analizar los intereses de los líderes en salud así como representar con profesionalismo sus actos médicos y ser paradigma por dedicar más tiempo a los pacientes, mejorar sus capacidades y habilidades, convertirse en un crítico del sistema, proceder con bioética, y, por último reconocer los errores y así lograr progreso en sus conocimientos. todos estos comentarios se resumen en la siguiente figura



Se debe recordar que las máquinas de la IA se alimentan de la inteligencia del médico y se puede expresar, de acuerdo a los componentes del profesionalismo médico, que está actuando en equilibrio con la tecnología, siempre y cuando no pierda su esencia humanística.

Igualmente, se debe interpretar con mucha profundidad, que la información que aporta esta tecnología inteligente, recurre, para sus procesamientos,

al razonamiento y a la heurística basadas en los modelos matemáticos, la estadística, los clasificadores bayesianos y las regresiones logísticas. no esperamos que el médico conozca de las ciencias de la ingeniería, pero sí que él no debe olvidar el carácter holístico del sufrimiento de las personas.

Las máquinas son muy precisas en su información y diagnóstico, sobre todo las de imagen. la búsqueda de un asunto puntual o complejo es la mayor de sus ventajas y en esta situación el diagnóstico diferencial es de gran importancia en beneficio de la persona enferma. además, se puede ir de la maquina al médico o del médico a la máquina.

Se ha mencionado que algunas de las limitaciones de esta tecnología, como la de establecer nexos bien sea con el médico o con la persona de forma independiente, con la pérdida de la relación médico-persona. la única situación formal es el empleo de lo que se denomina la triada, donde interviene tanto la persona con sus datos clínicos, el médico acompañándola, y, ambos, en forma conjunta con la máquina. ellos son receptores de los resultados, y los datos emergen de las máquinas, y así se obtiene el máximo de información y el beneficio de la persona enferma y en la solución solicitada. la figura siguiente demuestra esta gran oportunidad máxima de sus aplicaciones



Casi todas las especialidades médicas recurren a la IA como un auxilio a la actividad de los diferentes especialistas a la que pertenecen, sobre todo, las 4 primeras de la siguiente lista donde también se observan sus aplicaciones



ESPECIALIDADES	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Radiología (Imagenología) • Oftalmología • Dermatología • Neurología (Neurociencia) • Cardiología • Gastroenterología • Cirugía-Patología • Ginecología - Obstetricia • Infectología • Oncología, Psiquiatría • Medicina interna 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanomedicina (Nano robot) • (Fármacos) Farmacología • Dx. enfermedades raras • Perioperatorio, cuidados intensivos, investigación clínica • Pruebas legales (errores Dx y Tto.), control epidemias • Tratamiento del dolor • Predicción, prevención • Solución de problemas médicos complejos

Las ventajas y desventajas del uso de la IA son las siguientes:

- Proporciona conocimientos de salud y cómo mejorarla
- No contempla los derechos de pacientes y médicos
- IA ha progresado por ir de la teoría a la práctica y su tecnología puede aumentar las habilidades y el profesionalismo del médico mas que reemplazarlo de sus responsabilidades
- Pueden reemplazar la función intelectual del médico
- Utiliza un gran número de datos (Big Data). Concepto de "Caja negra" solucionar la incertidumbre
- Da información sobre riesgos, errores, daños, pronóstico, técnicas médicas, prevención, automatización y soluciones definitivas en diagnóstico y tratamientos y pronósticos

Los grandes retos de la IA ante cualquier sistema de salud

RETOS PARA ADOPTAR LA IA EN EL SISTEMA DE SALUD



- V= Aporta innumerable información médica
- Solo una fracción de la IA es entendida y analizada, se requiere de entrenamiento
- D= Dificulta la relación psicosomática del médico-persona. Hace interferencia en relación médico-persona y limita la visita al médico
- D= No se desarrolla lo óptimo de la parte humanística y el periscopio de las 4C y las 4A y se desconocen. No se cumplen los 4 principios básicos bioéticos y la privacidad

Indudablemente ante estas limitaciones y retos de la IA; el médico debe estar alerta con su comportamiento y que consignamos como el cumplimiento de las 4c y las 4a.

COMPORTAMIENTO DEL MÉDICO ANTE LA ENFERMEDAD Y LAS PERSONAS

LAS 4 C	LAS 4 A
CONOCIMIENTO	ALTRUISMO
COMPENSIÓN	AMISTAD
COMPARTIR	AMOR
	AUTONOMÍA

El cuadro siguiente es un resumen de la interrelación entre los problemas de salud, el medico como su ejecutor, la bioética, la existencia de la historia electrónica y sobre todo la preocupación por el futuro de la profesión y considerando en sus fundamentos las limitaciones y retos de esta progresiva e indetenible tecnología, consolidada como es la computación científica.

LIMITACIONES Y RETOS DE IA EN MEDICINA



Existe, ante el avance de la computación inteligente y sus progresos espectaculares, una gran incertidumbre por el futuro de las especialidades médicas, no así en otras profesiones y especialidades donde su aplicación no tiene mayor impacto de sustitución, como pudiera ocurrir con el ejercicio de la medicina. anteriormente ya se ha expresado en la parte humanística y en el abordaje holístico; que no ha existido lamentablemente



un progreso similar a lo ocurrido con cualquier tecnología y ese componente humano de análisis de cuerpo y mente básico en las ciencias clínicas ha quedado rezagado, por no incluirse en la formación y desarrollo profesional del médico, lo que se clasifica hoy día como las ciencias humanísticas

Sin embargo existe un abordaje tecnológico con características transdisciplinarias como es la cibernética, concepto creado por el matemático norber weinert, aplicable a todas las tecnologías y profesiones y que tiene funciones de control de la computación avanzada. se puede concluir en este punto, que en el futuro exista una vía para lograr un equilibrio entre la ciencia-ficción y la realidad.

FUTURO DE LA IA Y LA REALIDAD DE LA MEDICINA



Entonces, ¿será sustituido el médico por las máquinas de la IA?. Esta pregunta hace que surjan múltiples preguntas más, como las siguientes; estigmatizadas por el dilema de la sustitución.

¿Podrá la historia electrónica aportar completa información a través de la IA para concluir con decisiones de diagnósticos y tratamientos y proporcionar otras grandes decisiones?

¿Podrá la IA procesar datos en medicina preventiva, intensiva, curativa y paliativa en forma conjunta o individual?

La Inteligencia Artificial y su interconexión con la medicina

¿Podrá ayudar en cuidados primarios y en emergencias de todas las especialidades? y preservar la privacidad?

¿Mejorará la relación médico - persona y máquina-médico en problemas humanísticos complejos?

¿Considerará IA la parte física de la HC, los componentes psico-sociales de la persona, y las recomendaciones de la bioética como núcleos esenciales del acto médico?

La respuesta a estas preguntas se constituyen en una gran dificultad debido a los recientes avances de la ciencia de la IA, liderizada por Yann Andre Lecun quien con sus nuevas tecnologías, trata de concretar todos los criterios de los investigadores, denominados “padrinos” de las interconexiones interneurales para lograr que las máquinas sustituyan al cerebro humano . Lecun, como lo muestra la figura, predice que habrá una sola ciencia que sustituirá al cerebro humano y a la cual el denomina inteligencia artificial general; pero, lo más preocupante es el contenido de su libro hacia una nueva etapa de la evolución. sus puntos álgidos y más sobresalientes son los siguientes:

1. el-trabajo esencial del cnn (conexión interneural inteligente en la red) es estructurar en las máquinas la función de cada parte del cerebro humano.

2.- objetivo: construir máquinas con habilidad para razonar y planificar como los humanos (inteligencia artificial general) los humanos tendrán en sus bolsillos teléfonos inteligentes que guiarán todas las actividades del día.

PADRINOS (GODFATHERS) Y FUTURO DE LA IA



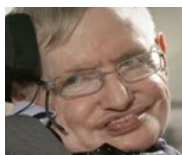


Afortunadamente, tenemos criterios y opiniones de grandes investigadores y sabios como son Stephen Hawking, Bill Gates y Albert Einstein, quienes con sus contundentes expresiones y pensamientos, demuestran sus grandes inquietudes humanísticas sobre el problema que representa sobre todo la sustitución del pensamiento del hombre, el cerebro humano, por los avances en el futuro de las máquinas artificiales, hasta ahora desconocidas y que sólo el tiempo cercano lo definirá.

A continuación, los criterios de la máxima inteligencia humana.

La inteligencia artificial ha tenido tal desarrollo que en un foro de davos 2015 Stephen Hawking, el gran genio del estudio físico del universo expresó:

“temo que la inteligencia artificial pueda algún día eliminar la humanidad”



STEPHEN HAWKING
(1942 - 2018)

Bill Gates, creador del software y del sistema operativo para computadoras, piensa:

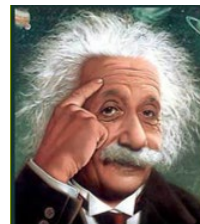
“si tuviéramos que apostar por lo que constituye nuestra mayor amenaza a la existencia, serían precisamente ciertas aplicaciones sofisticadas del citado asunto (IA?), que pudieran tener derivaciones por completo impensadas”

BILL GATES
1955



“temo el día en que la tecnología, sobrepase nuestra humanidad. el mundo tendrá una generación de idiotas” Albert Einstein

ALBERT EINSTEIN
1879 - 1955



“lo único constante en medicina es el cambio”

Dr. Henrique Benaim Pinto

“los cambios inevitables de la ciencia, la tecnología y de lo humano, reforzarán la misión holística de la medicina ya que por sus vertientes de permanencia en el tiempo, permitirá a su ejecutor, el médico, ayudar con indivisible sabiduría, eficiencia y amor al individuo y a la colectividad”

Dr. Israel Montes de Oca.

“la medicina no desaparecerá; porque es una especialidad de servicio público y la esencia de lo humano la preservará”

Dr. Gustavo H Machado

¡salvemos la historia clínica y el acto médico y evitaremos las generaciones médicas de la ignorancia!

CONCLUSIONES

1. El razonamiento clínico, la heurística y la inteligencia artificial fueron analizados brevemente en sus múltiples componentes. se analizo de manera parcial, su interrelacion con medicina y se trato de contestar preguntas en sus conexiones intrínsecas para proporcionar en forma conjunta,



difíciles soluciones del diagnóstico de complejas enfermedades-persona.

2. Todas ellas, rc, heurística e IA, son herramientas útiles al médico para las soluciones en problemas integrales de salud; pero tienen limitaciones, errores y retos. la IA no ha contemplado en sus análisis y estructuras, 3 aspectos fundamentales como retos que son: examen físico completo, factor humanístico y psico-social de la persona y cumplir con los 4 principios de la bioética.
3. El futuro de la medicina en su impostergable misión a través del acto médico inteligente y presencial, es incierto. puede ser sustituido ese acto médico por las máquinas inteligentes de la IA? la medicina seguira siendo arte y ciencia ensombrecida por la incertitud

El futuro es el presente y el presente se inscribió en la historia.

Nota: A nuestro conocimiento e información no hay publicación alguna en Venezuela sobre el tema. el empleo y la aplicación de la inteligencia artificial y medicina se realiza sólo en imagenología y en forma muy puntual geográficamente.

REFERENCIAS

1. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017 Apr;69S:S36-S40.
2. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan AHA. Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We Now? *Acad Radiol*. 2020 Jan;27(1):62-70.
3. Avila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. *Aten Primaria*. 2020 Dec;52(10):778-784.
4. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas. *Aten Primaria*. 2021 Jan;53(1):81-88.
5. Stoeklé HC, Charlier P, Hervé C, Deleuze JF, Vogt G. Artificial intelligence in internal medicine: Between science and pseudoscience. *Eur J Intern Med*. 2018 May;51:e33-e34.
6. Craft JA 3rd. Artificial Intelligence and the Softer Side of Medicine. *Mo Med*. 2018 Sep-Oct;115(5):406-409.
7. Arnold MH. Teasing out Artificial Intelligence in Medicine: An Ethical Critique of Artificial Intelligence and Machine Learning in Medicine. *J Bioeth Inq*. 2021 Mar;18(1):121-139.
8. Buch VH, Ahmed I, Maruthappu M. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities. *Br J Gen Pract*. 2018 Mar;68(668):143-144.
9. Noorbakhsh-Sabet N, Zand R, Zhang Y, Abedi V. Artificial Intelligence Transforms the Future of Health Care. *Am J Med*. 2019 Jul;132(7):795-801.
10. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med*. 2019 Apr 4;380(14):1347-1358.
11. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, Wang Y, Dong Q, Shen H, Wang Y. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017 Jun 21;2(4):230-243.
12. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care*. 2019 Jul;8(7):2328-2331.
13. Assen M, Lee SJ, De Cecco CN. Artificial intelligence from A to Z: From neural network to legal framework. *Eur J Radiol*. 2020 Aug;129:109083.
14. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J*. 2019 Jun;6(2):94-98.
15. Pashkov VM, Harkusha AO, Harkusha YO. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICAL PRACTICE: REGULATIVE ISSUES AND PERSPECTIVES. *Wiad Lek*. 2020;73(12 cz 2):2722-2727.
16. Sunarti S, Fadzul Rahman F, Naufal M, Risky M, Febriyanto K, Masnina R. Artificial intelligence in healthcare: opportunities and risk for future. *Gac Sanit*. 2021;35 Suppl 1:S67-S70.
17. Becker A. Artificial intelligence in medicine: What is it doing for us today? *Health Policy and Technology* 2019 Jun;8(2):198-205.
18. Bajwa J, Munir U, Nori A, Williams B. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthc J*. 2021 Jul;8(2):e188-e194.
19. Miller DD, Brown EW. Artificial Intelligence in Medical Practice: The Question to the Answer? *Am J Med*. 2018 Feb;131(2):129-133.



20. Bohr A, Memarzadeh K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. *Artificial Intelligence in Healthcare*. 2020;25–60.
21. Briganti G, Le Moine O. Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow. *Front Med (Lausanne)*. 2020 Feb 5;7:27.
22. Meskó B, Görög M. A short guide for medical professionals in the era of artificial intelligence. *npj Digit. Med*. 2020;3,126.
23. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointest Endosc*. 2020 Oct;92(4):807-812.
24. Liub R, Rongb Y, Pengc Z. A review of medical artificial intelligence. *Global Health Journal* 2020 Jun; 4(2):42-45.
25. Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng* 2018;2:719–731.
26. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2019 Apr;28(2):73-81.
27. Lugo-Reyes SO, Maldonado-Colín G, Murata C. Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina. *Rev Alerg Mex*. 2014 Apr-Jun;61(2):110-20.
28. Jakhar D, Kaur I. Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences. *Clin Exp Dermatol*. 2020 Jan;45(1):131-132.
29. Guerra Á, García-Mayor R. Retos éticos que plantea el uso de la inteligencia artificial en el diagnóstico y tratamiento clínico. *Cuad Bioet*. 2018 Sep-Dec;29(97):303-304.
30. Lorkowski J, Grzegorowska O, Pokorski M. Artificial Intelligence in the Healthcare System: An Overview. In: Pokorski M. (eds) *Best Practice in Health Care. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1335. Springer, Cham. 2021.
31. Tekkeşin Aİ. Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future. *Anatol J Cardiol*. 2019 Oct;22(Suppl 2):8-9.
32. Summerton N, Cansdale M. Artificial intelligence and diagnosis in general practice. *Br J Gen Pract*. 2019 Jul;69(684):324-325.
33. Amann J, Blasimme A, Vayena E, Frey D, Madai VI; Precise4Q consortium. Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2020 Nov 30;20(1):310.
34. Ramkumar PN, Kunze KN, Haeberle HS, Karnuta JM, Luu BC, Nwachukwu BU, Williams RJ. Clinical and Research Medical Applications of Artificial Intelligence. *Arthroscopy*. 2021 May;37(5):1694-1697.
35. Poon AIF, Sung JY. Opening the black box of AI-Medicine. *J Gastroenterol Hepatol*. 2021 Mar;36(3):581-584.
36. Rajpurkar P, Chen E, Banerjee O, Topol EJ. AI in health and medicine. *Nat Med*. 2022 Jan;28(1):31-38.
37. Watson X, D'Souza J, Cooper D, Markham R. Artificial intelligence in cardiology: fundamentals and applications. *Intern Med J*. 2022 Jun;52(6):912-920.
38. Deshmukh R, Rathi P. Artificial Intelligence in Medicine. *J Assoc Physicians India*. 2022 Mar;70(3):11-12.
39. Balsano C, Alisi A, Brunetto MR, Invernizzi P, Burra P, Piscaglia F; Special Interest Group (SIG) Artificial Intelligence and Liver Diseases; Italian Association for the Study of the Liver (AISF). The application of artificial intelligence in hepatology: A systematic review. *Dig Liver Dis*. 2022 Mar;54(3):299-308.
40. London AJ. Artificial intelligence in medicine: Overcoming or recapitulating structural challenges to improving patient care? *Cell Rep Med*. 2022 May 17;3(5):100622.
41. Albalawi U, Mustafa M. Current Artificial Intelligence (AI) Techniques, Challenges, and Approaches in Controlling and Fighting COVID-19: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 May 12;19(10):5901.
42. Van de Sande D, Van Genderen ME, Smit JM, Huiskens J, Visser JJ, Veen RER, van Unen E, Ba OH, Gommers D, Bommel JV. Developing, implementing and governing artificial intelligence in medicine: a step-by-step approach to prevent an artificial intelligence winter. *BMJ Health Care Inform*. 2022 Feb;29(1):e100495
43. Syrowatka A, Song W, Amato MG, Foer D, Edrees H, Co Z, Kuznetsova M, Dulgarian S, Seger DL, Simona A, Bain PA, Purcell Jackson G, Rhee K, Bates DW. Key use cases for artificial intelligence to reduce the frequency of adverse drug events: a scoping review. *Lancet Digit Health*. 2022 Feb;4(2):e137-e148.
44. De Corte T, Van Hoecke S, De Waele J. Artificial Intelligence in Infection Management in the ICU. *Crit Care*. 2022 Mar 22;26(1):79.
45. Yoon JH, Pinsky MR, Clermont G. Artificial Intelligence in Critical Care Medicine. *Crit Care*. 2022 Mar 22;26(1):75.
46. Quinn TP, Jacobs S, Senadeera M, Le V, Coghlan S. The three ghosts of medical AI: Can the black-box present deliver? *Artif Intell Med*. 2022 Feb;124:102158.
47. Luchini C, Pea A, Scarpa A. Artificial intelligence in oncology: current applications and future perspectives. *Br J Cancer*. 2022 Jan;126(1):4-9.
48. Moldoveanu AC, Fierbinteanu-Braticevici C. A Primer into the Current State of Artificial Intelligence in



- Gastroenterology. *J Gastrointest Liver Dis.* 2022 Jun 12;31(2):244-253.
49. Yoon HK, Yang HL, Jung CW, Lee HC. Artificial intelligence in perioperative medicine: a narrative review. *Korean J Anesthesiol.* 2022 Jun;75(3):202-215.
 50. Dhombres F, Bonnard J, Bailly K, Maurice P, Papageorghiou AT, Jouannic JM. Contributions of Artificial Intelligence Reported in Obstetrics and Gynecology Journals: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2022 Apr 20;24(4):e35465.
 51. Vobugari N, Raja V, Sethi U, Gandhi K, Raja K, Surani SR. Advancements in Oncology with Artificial Intelligence-A Review Article. *Cancers (Basel).* 2022 Mar 6;14(5):1349.
 52. Nassif AB, Talib MA, Nasir Q, Afadar Y, Elgendy O. Breast cancer detection using artificial intelligence techniques: A systematic literature review. *Artif Intell Med.* 2022 May;127:102276.
 53. Mezrich JL. Is Artificial Intelligence (AI) a Pipe Dream? Why Legal Issues Present Significant Hurdles to AI Autonomy. *AJR Am J Roentgenol.* 2022 Jul;219(1):152-156.
 54. Serov N, Vinogradov V. Artificial intelligence to bring nanomedicine to life. *Adv Drug Deliv Rev.* 2022 May;184:114194.
 55. Ossowska A, Kusiak A, Świetlik D. Artificial Intelligence in Dentistry-Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Mar 15;19(6):3449.
 56. Kwok TC, Henry C, Saffaran S, Meeus M, Bates D, Van Laere D, Boylan G, Boardman JP, Sharkey D. Application and potential of artificial intelligence in neonatal medicine. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2022 Apr 18:101346.
 57. Ray A, Bhardwaj A, Malik YK, Singh S, Gupta R. Artificial intelligence and Psychiatry: An overview. *Asian J Psychiatr.* 2022 Apr;70:103021.
 58. Benet D, Pellicer-Valero OJ. Artificial intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. *Surv Ophthalmol.* 2022 Jan-Feb;67(1):252-270.
 59. Kumar Y, Koul A, Singla R, Ijaz MF. Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. *J Ambient Intell Humaniz Comput.* 2022 Jan 13:1-28.
 60. Chen AB, Haque T, Roberts S, Rambhatla S, Cacciamani G, Dasgupta P, Hung AJ. Artificial Intelligence Applications in Urology: Reporting Standards to Achieve Fluency for Urologists. *Urol Clin North Am.* 2022 Feb;49(1):65-117.
 61. Abuelezz I, Hassan A, Jaber BA, Sharique M, Abd-Alrazaq A, Househ M, Alam T, Shah Z. Contribution of Artificial Intelligence in Pregnancy: A Scoping Review. *Stud Health Technol Inform.* 2022 Jan 14;289:333-336.
 62. Saw SN, Ng KH. Current challenges of implementing artificial intelligence in medical imaging. *Phys Med.* 2022 Jun 14;100:12-17.
 63. Martorell A, Martin-Gorgojo A, Ríos-Viñuela E, Rueda-Carnero JM, Alfageme F, Taberner R. Inteligencia artificial en dermatología: ¿amenaza u oportunidad? *Actas Dermosifiliogr.* 2022 Jan;113(1):30-46.
 64. Gupta A, Singla T, Chennatt JJ, David LE, Ahmed SS, Rajput D. Artificial intelligence: A new tool in surgeon's hand. *J Educ Health Promot.* 2022 Mar 23;11:93.
 65. Hasani N, Farhadi F, Morris MA, Nikpanah M, Rhamim A, Xu Y, Pariser A, Collins MT, Summers RM, Jones E, Siegel E, Saboury B. Artificial Intelligence in Medical Imaging and its Impact on the Rare Disease Community: Threats, Challenges and Opportunities. *PET Clin.* 2022 Jan;17(1):13-29.
 66. Nagireddi JN, Vyas AK, Sanapati MR, Soim A, Manchikanti L. The Analysis of Pain Research through the Lens of Artificial Intelligence and Machine Learning. *Pain Physician.* 2022 Mar;25(2):E211-E243.
 67. Nakamura T, Sasano T. Artificial intelligence and cardiology: Current status and perspective. *J Cardiol.* 2022 Mar;79(3):326-333.
 68. Paixão GMM, Santos BC, Araujo RM, Ribeiro MH, Moraes JL, Ribeiro AL. Machine Learning in Medicine: Review and Applicability. *Arq Bras Cardiol.* 2022 Jan;118(1):95-102.
 69. Kassirer J. *Learning Clinical Reasoning (TEXTO)* 1964.