



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA CAPACIDAD
PREDICTIVA Y DIAGNÓSTICA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

MIGUITAMA OCHOA RUTH ANABEL
MÉDICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA CAPACIDAD
PREDICTIVA Y DIAGNÓSTICA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

MIGUITAMA OCHOA RUTH ANABEL
MÉDICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA CAPACIDAD PREDICTIVA Y
DIAGNÓSTICA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

MIGUITAMA OCHOA RUTH ANABEL
MÉDICA

OJEDA CRESPO ALEXANDER OSWALDO

MACHALA, 23 DE OCTUBRE DE 2023

MACHALA
23 de octubre de 2023

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA CAPACIDAD PREDICTIVA Y DIAGNÓSTICA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

por Ruth Anabel Miguitama Ochoa

Fecha de entrega: 12-oct-2023 04:02p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2193808098

Nombre del archivo: CAPACIDAD_PREDICTIVA_Y_DIAGN_STICA_DE_ENFERMEDADES_CR_NICAS.docx
(30.77K)

Total de palabras: 4895

Total de caracteres: 25960

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MIGUITAMA OCHOA RUTH ANABEL, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA CAPACIDAD PREDICTIVA Y DIAGNÓSTICA DE ENFERMEDADES CRÓNICAS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 23 de octubre de 2023



MIGUITAMA OCHOA RUTH ANABEL
0705457729

Resumen

Introducción: La inteligencia artificial (IA) es el fundamento sobre el cual se replican los procesos de inteligencia humana, a partir de la creación y el uso de algoritmos con grandes datos. La IA se ha convertido en un aspecto esencial en la medicina, siendo este uno de los campos más influyentes para la protección de la salud humana, esto con el fin de mejorar la atención agilizando los procesos y precisión diagnóstica para la mejoría de la salud. **Objetivo:** Explorar como la inteligencia artificial es capaz de mejorar la capacidad predictiva y diagnóstica de enfermedades crónicas, mediante la revisión de bibliografía actualizada. **Métodos:** Se realizó una búsqueda y selección de artículos científicos de alto impacto de los últimos 5 años, a través de buscadores como PubMed, Up ToDate, Google académico. **Desarrollo:** La medicina ha experimentado avances tecnológicos que han permitido descubrimientos médicos, tanto en términos de diagnóstico como tratamiento, esto ha llevado a una mejora significativa en la calidad de vida de los pacientes y ha aumentado por mucho las oportunidades de recuperación. Mediante los sistemas de la IA, es posible anticipar entidades patológicas en un individuo y plantearse soluciones que podrían ser empleadas para abordar cuestiones de salud, de esta forma ser capaz de prever situaciones futuras, evitando posibles complicaciones e iniciar tratamiento en etapas tempranas de la enfermedad. **Conclusiones:** En esta revisión hemos podido evidenciar que son innumerables las implicaciones que tiene la IA en favor de la salud en cuanto a predicción y diagnóstico de enfermedades.

Palabras clave

Inteligencia artificial, aprendizaje profundo, aprendizaje automático, predicción, diagnóstico, enfermedad crónica

Abstract

Introduction: Artificial intelligence (AI) is the foundation on which human intelligence processes are replicated, based on the creation and use of algorithms with big data. AI has become an essential aspect in medicine, this being one of the most influential fields for the protection of human health, in order to improve care by streamlining processes and diagnostic precision for improving health. **Objective:** Explore how artificial intelligence is capable of improving the predictive and diagnostic capacity of chronic diseases, through the review of updated scientific literature. **Methods:** A search and selection of high-impact scientific articles from the last 5 years was carried out through search engines such as Pubmed, UpToDate, and Google Scholar. **Development:** Medicine has experienced technological advances that have allowed medical discoveries, both in terms of diagnosis and treatment, this has led to a significant improvement in the quality of life of patients and has greatly increased the opportunities for recovery. Through AI systems, it is possible to anticipate pathological entities in an individual and consider solutions that could be used to address health issues, in this way being able to foresee future situations, avoiding possible complications and starting treatment in the early stages of the disease. **Conclusions:** In this review we have been able to show that the implications that AI has in favor of health in terms of prediction and diagnosis of diseases are innumerable.

Keywords

Artificial intelligence, deep learning, machine learning, prediction, diagnosis, chronic disease.

INDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	6
Desarrollo.....	8
2.1 Inteligencia artificial.....	8
2.2 Inteligencia artificial aplicada a la medicina.....	9
2.3 Inteligencia artificial y enfermedades crónicas.....	11
2.4 Aplicabilidad de la Inteligencia artificial.....	19
Conclusión.....	20
Referencias.....	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagnóstico por imágenes usando Aprendizaje Profundo (Machine Learning) en diferentes especialidades.....	18
---	----

Introducción

La ilusión de construir objetos sin vida, en seres con inteligencia otorgándoles vida, durante siglos ha fascinado a la mente humana. Es así como los relatos de la Inteligencia Artificial (IA) se extienden desde civilizaciones antiguas como las egipcias y chinas, ellos construían máquinas que trataban de imitar movimientos y apariencia de un ser animado. Sin embargo, no es hasta el año de 1956 que se establece el campo de IA, siendo Alan Turing uno de las personas con las teorías más destacadas y visionarias (1).

La IA sienta las bases para tratar de imitar los procesos del pensamiento humano mediante el desarrollo y aplicación de los algoritmos concebidos en un entorno computacional en constante evolución. La IA se ha convertido en un aspecto esencial en la medicina, siendo este uno de los campos más influyentes y que más uso hace de la tecnología para su desarrollo, afianzándose como una disciplina crucial para el cuidado del bienestar humano. En las últimas décadas, la tecnología y la medicina han seguido una trayectoria interconectada. Siendo así que los progresos tecnológicos están transformando la noción de salud, al mismo tiempo que las demandas de atención médica están impulsando el avance tecnológico (2)

La aspiración de fabricar un cerebro artificial que se asemeje al del ser humano aún se encuentra en un horizonte distante, no obstante la inteligencia artificial (IA) ha permitido la creación de sistemas y dispositivos con cierto grado de inteligencia, es así como la aplicación de distintas técnicas y herramientas de IA en la investigación de la vida ha mejorado significativamente nuestra comprensión de la realidad, la IA se ha incorporado a la medicina, con el fin de mejorar la atención agilizando los procesos y precisión diagnóstica con el fin de la mejoría de la salud humana (3).

Es así como la IA ha intervenido en la predicción y diagnóstico de las enfermedades crónicas, pues son estas las que mayor prevalencia e índice de morbimortalidad tienen a nivel del mundo, motivo por el cual una identificación precoz brindaría a la población de tener un tratamiento eficaz y oportuno. Se estima que aproximadamente 41 millones de habitantes mueren a causa de alguna enfermedad

crónica entre ellas Diabetes Mellitus (DM), Cáncer, Enfermedad renales y cardiovasculares (4). En América Latina estas enfermedades son la primera causa de muertes prematura e incluso de discapacidad, representando el 44% de las muertes en la población menor de 70 años. En Ecuador según la INEC se ha registrado en el año 2012 aproximadamente un 70% de población ha fallecido a causa de una enfermedad crónica, aumentado a un 87.5% para el 2017. Se estima que para el 2030 el 69% de las muertes en el mundo sean causadas por enfermedades crónicas (5).

En el área médica la IA representa una importante herramienta, está sirve de sostén al personal médico, por lo tanto, el propósito de esta revisión es divulgar la relevancia y el impacto de la aplicación de la IA en el área médica, tanto para una identificación temprana y diagnóstico preciso de las enfermedades, que permitan un tratamiento óptimo y seguro en los pacientes.

Desarrollo

2.1 Inteligencia artificial

Al indagar a los profesionales de salud sobre los elementos importantes para proporcionar cuidados efectivos a los pacientes, estos mencionan dos aspectos: acumulación de la experiencia y dominio de conocimiento, pues mientras mayor conocimiento adquieran y traten a mayor número de pacientes durante su profesión, mejor atención brindara a sus pacientes. Este proceso suele suceder con el tiempo, de esta forma el personal de salud cultiva sabiduría y pericia a medida que interactúa con los pacientes, aumentando conocimientos a través de una educación constante. Conocer este concepto es crucial para entender la IA y cuáles son los alcances en la medicina (6).

La inteligencia humana no posee como tal una definición precisa, además que no se conoce por completo el funcionamiento del cerebro, sin embargo se menciona que la inteligencia hace referencia a la capacidad mental que engloba la habilidad de planear, solucionar problemas, razonar de forma abstracta, entender conceptos complejos, asimilar información rápidamente y sobre todo aprender de la experiencia, este tiene una capacidad profunda para el análisis de su alrededor y a la vez de entender el significado de las diferentes situaciones y darles sentido o encontrar la manera de saber, que acciones tomar en una situación dada (7).

Por otra parte, a la inteligencia artificial, definirla resulta complicado, pues existen numerosos paradigmas en su desarrollo, sin embargo, muchos autores la consideran como la capacidad y habilidad que poseen los ordenadores de realizar determinadas tareas que se consideran propias de la mente humana (6). Si bien es cierto la IA es muy amplia, sin embargo, en medicina podemos centrarnos en los siguientes puntos:

Redes neuronales artificiales (ANN) red que intenta emular las conexiones neuronales de la mente humana, mediante programaciones de entradas y salidas, creando así patrones que se usan para posterior toma de decisiones a través de estas redes. Aprendizaje automático (ML) se encuentra dentro de la IA y se caracteriza por una serie

de algoritmos que permite aprender de los datos, experiencia y exposición repetida, realizando a partir de ellos cálculos. En contraste, el aprendizaje profundo (DL) se apoya en un sistema de redes neuronales artificiales que simula la organización funcional del sistema nervioso central, es decir que “aprenda” tal como lo haría el cerebro del ser humano (9)(6).

El DL es una red neuronal profunda que no solo recopila datos, sino que también aprende a identificar características relevantes para una tarea de clasificación específica y las categoriza posteriormente. Por consiguiente, la distinción clave entre el ML y el DL radica en que el primero se refiere a computadoras que aprenden a partir de datos mediante algoritmos, sin requerir una programación explícita, mientras que el DL adopta una estructura compleja de algoritmos inspirados en el cerebro humano (9).

Hablar de la IA es remontar a civilizaciones antiguas como la antigua Grecia donde se intentaba crear humanos artificiales, de este modo fue como empezó el avance de la IA, siendo así, que en el año de 1943 se dio una publicación de los científicos McCullough y Pitts sobre la invención del primer modelo matemático para construir la primera red neuronal (6). Sin embargo, fue hasta el año de 1956 que se dio oficialmente el surgimiento de la IA como un campo de investigación, en una conferencia en el Dartmouth College, durante este tiempo se introdujeron las primeras utilidades de la inteligencia artificial, alrededor de los años 80 es donde se comenzó a utilizar la IA en diferentes proyectos, adaptándose para dar solución a diferentes situaciones de la vida real (10).

2.2 Inteligencia artificial aplicada a la medicina

Durante más de cien años la medicina ha experimentado avances tecnológicos que han permitido los descubrimientos médicos, tanto en términos de diagnóstico como tratamiento, esto ha llevado a mejorar las condiciones de vida de los pacientes y ha aumentado significativamente las oportunidades de recuperación. Una de las primeras menciones de usos médicos en el ámbito de las ciencias de la tecnología es (Enzyme-linked immunosorbent assay) ELISA que forma parte de otra de las aplicaciones que fueron creadas alrededor de 1964, permitiendo la posibilidad de diagnosticar algunas

enfermedades (10).

La evolución continua de la tecnología ha sido de vital importancia durante los últimos años, siendo la IA una de las disciplinas de mayor impacto a nivel mundial, tanto así que, mediante sus sistemas virtuales, es posible anticipar entidades patológicas en un individuo y plantearse soluciones que podrían ser empleadas para abordar cuestiones de salud, de esta forma ser capaz de prever situaciones futuras. Las aplicaciones de la IA en la asistencia médica se categorizan de la siguiente manera (2):

- Soluciones algorítmicas: las mismas que conforman grandes algoritmos con datos extensos de historias clínicas todo esto permite conocer diferentes opciones terapéuticas y cuál sería la opción más adecuada para el paciente.
- Tratamiento de imágenes: el potencial de proveer de forma automática, allí donde la capacidad visual humana presenta deficiencias, incluso en los profesionales de salud con mayor experiencia. Este software con capacidad visual tiene la capacidad de reconocimiento, es capaz de comparar gran cantidad de imágenes, llegando a superar la capacidad de precisión del médico.
- Herramienta de soporte en la práctica médica: gracias al software que procesa historias clínicas, es capaz de analizar miles de registros médicos extraer datos sobre patologías, tratamiento, ser capaz de identificar errores.

Es así como la IA y sus aplicaciones en la medicina provocan gran interés por todos los avances en el área médica, en los sistemas de salud y sobre todo por el beneficio que brinda a las personas (11). Actualmente la medicina se ha relacionado e integrado con la IA permitiendo colaborar en diferentes procesos, analizando datos, proporcionando ayuda en el diagnóstico y tratamientos. Muchos proyectos están en marcha en diferentes áreas de la salud dirigidos a contribuir de forma positiva al diagnóstico o terapéutica de diferentes enfermedades, se pondrá a disposición diferentes entidades y los beneficios que le brinda la IA.

2.3 Inteligencia artificial y enfermedades crónicas

A pesar del creciente uso de la IA en la asistencia médica, las investigaciones se han enfocado principalmente en entidades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y renales, debido a que estas son enfermedades que causan un gran número de discapacidad y morbilidad a nivel mundial, por tal razón el diagnóstico temprano de estas entidades es un punto de investigación de gran importancia, pues permiten incrementar la supervivencia y mejorar el bienestar de los pacientes (12).

El diagnóstico a partir de la IA en enfermedades crónicas es un área de investigación de gran importancia, pues un diagnóstico temprano es beneficioso para evitar posibles complicaciones e iniciar tratamiento en etapas tempranas de la enfermedad, o en el mejor de los casos incentivar a los pacientes a mejorar sus estilos de vida para precaver el desarrollo de la patología. La IA mediante los algoritmos ha demostrado tener capacidad para brindar ayuda a los profesionales para tomar decisiones correctas (4).

Actualmente existe la facilidad de obtener datos de una manera simple y rápida, a partir de información que ha sido guardada previamente utilizando técnicas de IA, ahora se genera datos sobre los pacientes gracias a la tecnología, cierta información como edad, uso de drogas, índice de masa corporal, tensión arterial, forma de vida y el sexo del paciente son factores que ayudan a la predicción de las entidades crónicas más frecuentes como lo son diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y renales e incluso el cáncer. Esta información es analizada mediante sistemas predictivos de la IA para la predicción temprana de patologías (13) (14).

Según Dankwa-Mullan (2019) estima que aproximadamente 41 millones de habitantes mueren debido a enfermedades crónicas, esto supondría alrededor del 71% del total de fallecimientos cada año y que aproximadamente 425 de millones de habitantes a nivel mundial padecen diabetes mellitus, sin embargo una de cada dos habitantes continúa sin ser diagnosticada ni mucho menos tratada, además que representan alrededor del 12% del gasto en salud a nivel mundial, además 1 de cada 3 pacientes con DM termina desarrollando enfermedad renal, según estudio alrededor de 750 millones de personas a

nivel mundial en el año 2015 ha padecido enfermedad renal , las causas son múltiples sin embargo las enfermedades primarias más frecuentes son DM, hipertensión arterial, las mismas que representan más o menos del 70% al 90% del total de las causas (15) (16).

Las entidades cardíacas son otras de las patologías que constituyen una de los principales factores de mortalidad en edades tempranas de la vida, según datos se estiman 17.9 millones de muertes. A ello se suma el cáncer, siendo el más frecuente el cáncer de mama, su estadística ha ido aumentando exponencialmente, provocando una tasa de mortalidad increíble en las mujeres llegando a un 15%, la predicción del cáncer de mama es esencial este permitirá brindar la atención médica precisa y oportuna, ayudando a disminuir la mortalidad, disminuir gastos sanitarios (17) (18).

Los avances en cuanto a genética y tecnología han sido de gran importancia, a pesar de ello el diagnóstico en personas con cáncer se diagnostica en etapas tardías, esto representa que estas personas reciban resultados ambiguos, tratamientos inciertos y aumenten los costos médicos. Es así que, gracias a la IA, se han realizado estudios en el que se presentaron 1634 imágenes de tejido pulmonar sano y otros con cáncer, sistemas inteligentes como lo son los algoritmos lograron determinar aquellos casos sanos y distinguir, entre las clases más frecuentes de neoplasia de pulmón con una precisión comparable a la de tres patólogos (19).

Actualmente se han creado varios tipos de IA en la práctica de la detección de Cáncer de mama, Gastounioti (17) menciona que la mamografía se ha comprobado en estudios controlados aleatorios ha demostrado disminuir la tasa de mortalidad asociada al cáncer de mama, además de considerarse prueba estándar para su detección, sin embargo Bae y Kin (20) considera que la sensibilidad de este estudio depende de factores tales como el dimensión del tumor, visibilidad y composición del tejido mamario. Por lo que cada vez se reconoce más la importancia de llevar a cabo pruebas adicionales en ciertos grupos de mujeres en los que la mamografía no puede ser menos efectiva. La adición de otros estudios como ecografía, resonancia magnética, pueden llegar aumentar la detección de esta entidad en comparación con utilizar la mamografía sola.

El potencial de padecer cáncer de mama difiere de una persona a otra y es posible anticipar este riesgo mediante el empleo de herramientas de evaluación ya establecidas, tales como el modelo de Tyrer-Cuzick y Gail. Estos modelos incorporan la probabilidad de mutación en los genes BRAC1 Y BRAC2, junto con el riesgo individual basándose en factores que abarcan la edad, primera menstruación, número de embarazos, primer hijo, menopausia, peso, índice de masa corporal y origen étnico. Según La Porta y Zapeperi (21) los científicos han evidenciado que los modelos de DL basados en mamografía mejoran la capacidad de evaluar la probabilidad de desarrollar neoplasia de mama, en donde según estudio se encontró que un modelo de DL que emplea imágenes mamográficas superó el modelo Tyrer-Cuzick, además que combinar estas imágenes con factores de riesgo tradicionales mostró un mejor rendimiento

Por otra parte, Bae y Kim, (20) en un estudio indican que las imágenes mamográficas brindan señales que pueden indicar posibilidad de desarrollar cáncer de mama y que la IA puede ser útil en la evaluación de este riesgo. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas que se centran en modelos de riesgo de CA de mama basado en aprendizaje profundo. Estos modelos que utilizan mamografías aprovechan la abundante información presente en las imágenes más allá de simplemente medir la densidad mamaria, información que podría estar fuera del alcance de la percepción humana. El estudio también proporcionó evidencia interesante de que estos modelos de DL basados en las mamografías pueden clasificar la predicción de riesgo de cánceres detectados tanto en exámenes de detección como en los de seguimiento

La investigación sobre el CA de mama y la eficacia en la detección precoz es de crucial importancia, es por ello que Conner-Simons y Rachel (22) (23) hace referencia al desarrollo de un innovador un modelo de aprendizaje profundo el mismo que puede ser capaz de anticipar, a partir de imágenes de mamografías, la posibilidad de que una paciente llegue a desarrollar cáncer de mama, esta IA ha sido capacitada con mamografías y resultados de sesenta mil hospitalizados, como resultado la IA estudio aquellos patrones sutiles que se presentaban en el tejido de la mama que son iniciadores de tumores con capacidad maligna. Se espera que, con la IA, el profesional de salud pueda adoptar programas de detección y prevención de forma personalizada para cada paciente, de esta forma se pueda erradicar la metodología diagnóstica antigua y se brinde mejores esperanza

de vida en la población (24).

El afán por diagnosticar la DM ha llevado a la crear algoritmo de IA, el mismo que es procedente de las particularidades de los impulsos cardíacos que son capturados en el electrocardiograma (ECG). Kulkari y colaboradores (25) según investigaciones sugieren que este puede pronosticar con precisión la diabetes, descubrir la enfermedad en etapas tempranas es de gran importancia pues permitirá evitar a largo plazo graves problemas de salud. En esta investigación se plantea un enfoque en el que se utiliza ECG basado en ML, este es un algoritmo llamado DiaBets entrenado para identificar DM, este se basa en que durante el transcurso de la enfermedad se producen cambios a nivel estructural y funcional en el corazón por lo que estos podrían llegar a detectarse de forma temprana, durante este estudio los pacientes con diabetes y prediabetes presentaron en el ECG ondas S profundas que fueron detectables en derivación III, en las derivaciones aVF-V2 y V3 ondas R altas y finalmente anomalías en onda T en V2,V3 y V5 , además de una frecuencia cardíaca elevada, en comparación con aquellas personas sin diabetes. Sin embargo, aún es necesario que se planteen estudios a futuro, para pronosticar el rendimiento del algoritmo, de ser adoptado este sería una elección precisa que podría utilizarse como guardián que permitirá identificar y estratificar de una forma eficaz la diabetes.

El crecimiento de la IA basada en métodos de aprendizaje automático con el fin de identificar prediabetes, Bent B y colaboradores (26) se han basado en la creación de un dispositivo portátil que logra fusionar un reloj con la tecnología inteligente , que se integra con el aprendizaje automático y vigilar de manera remota valores de hemoglobina glicosilada y valores de glucosa intersticial, pues se ha mencionado que evidenciar los valores de glucosa por parte de los pacientes mejora la conducta en la alimentación y actividad física, motivo por el cual podría orientar de forma positiva a los pacientes, sin embargo se recomienda en extender el estudio, se integre el DL y se personalice así se pueda predecir con mayor eficacia niveles de glucosa

Dentro del área de la oftalmología, la DL ha probado ser una herramienta beneficiosa para la detección y vigilancia de muchas enfermedades, entre ellas las afecciones oculares relacionadas con la diabetes como la retinopatía diabética (RD). Esta

entidad es una de las causas principales de ceguera, se calcula que para 2040, alrededor de 600 millones tendrán Diabetes Mellitus y al menos un tercio de esta población tendrá RD (27). Por este motivo la detección en etapas tempranas puede disminuir el riesgo de perder la capacidad visual hasta en un 57% de igual manera reducir los gastos de tratamiento. En la actualidad para mejorar el diagnóstico temprano de la RD, la IA y el cribado telerretiniano, ha ganado relevancia como una opción cada vez más viable para agilizar la identificación temprana de esta enfermedad ocular.

Tras la creación muchos dispositivos para la medicina basados en tecnología, entre ellos instrumentos médicos que permiten el control de la Diabetes Mellitus (DM), la IA la ha clasificado en algunas áreas como lo son el examen de retina automático, instrumento de autocuidado del paciente y estratificación de riesgo, Nomura (28) hace referencia al examen de retina, una instrumento de la IA que permite analizar de manera automática la ausencia o presencia de retinopatía diabética, todo esto a partir de fotografías de fondo de ojo, un modelo de ello es el dispositivo IDx-DR que fue elaborado por Digital Diagnostics, el mismo que ha tenido un gran rendimiento en los ensayos clínicos, este dispositivo permite que los pacientes, que tengan retinopatía diabética puedan ser identificados sin la necesidad de ir con un especialista. La importancia de este dispositivo es que puede ser utilizado por un médico en atención primaria, identificar al paciente y posterior a ello derivar con certeza a un oftalmólogo e incluso realizar control en 1 año, este cribado y diagnóstico de la RD sería de gran importancia en los sitios rurales, lugares donde es difícil acceder a un oftalmólogo.

Verbraak (29) en su estudio cuyo propósito fue establecer cuál es la precisión diagnóstica del dispositivo híbrido con aprendizaje profundo, también concuerda que este permite identificar la RD leve o aquella que ponga en riesgo la visión del paciente, el estudio llevado a cabo en centro de atención primaria logró un precisión diagnóstica alta, este estudio plantea que el utilizar este dispositivo en lugares donde se atienden de manera continua a ,los pacientes con enfermedades crónicas como lo es DM, podría mejorar la cantidad de pacientes examinados y la precisión diagnóstica, además menciona que estas imágenes pueden ser evaluadas por médico general y remitidas posteriormente al especialista.

Por otro lado Tan Ch y colaboradores (30) plantean el uso de celulares inteligentes con la capacidad de identificar la RD, estos serán más prácticos, menos costosos, pueden ser operados por médicos rurales, compartirse de forma fácil y rápida con personal especializado, esto será de gran utilidad en lugares de atención primaria en salud, sobre todo en aquellas zonas rurales donde el acceso es difícil, áreas con recursos limitados, países en vías de desarrollo que carecen personal capacitado o equipos médicos. La utilización de celulares inteligentes para llevar a cabo la oftalmoscopia podría desempeñar una función significativa y sería valiosa para detectar en pacientes con DM la RD de una forma oportuna.

La implementación de la nueva tecnología respaldada por IA, que posibilita la aplicación de detección en un nivel amplio y la creación de nuevos modelos predictivos adaptados a las necesidades individuales está transformando las estrategias de detección y aumentando la eficiencia en la detección. Las mejoras en las tecnologías de diagnóstico asistido por ordenador (CAD) en la oftalmología actual han sido eficientes para ahorrar recursos, tiempo y presentan menores errores diagnósticos, además las distintas técnicas no invasivas como lo son fondo de ojo ultraancho, angiografía por OCT, tomografía de coherencia óptica y la imagen de fondo de ojo estándar 45° incluida la cámara equipada con los celulares inteligentes al rastreo de RD en etapas tempranas (27).

Los algoritmos ML y especialmente los DL, no sólo son eficaces para identificar, ubicar y medir características patológicas que imitan la forma en que el cerebro humano reconoce objetivos en la RD, sino que también pueden realizar diagnósticos o clasificar etapas de RD basándose en patrones reconocidos de manera independiente a través de redes neuronales convolucionales. A pesar que los diferentes métodos varían ampliamente en su confiabilidad, aplicabilidad e interpretación de las entidades patológicas, se han elaborado aún más sistemas automatizados basados en la IA y se han aprobado para la detección de RD (9).

Según Sandhiya y Palani (31) la IA propone modelos de predicción de patologías como DM, cáncer y corazón, este aplica algoritmos y la red neuronal convolucional para predecir mencionadas enfermedades. Las enfermedades cardíacas como lo es la fibrilación auricular (FA) sobre todo la paroxística que muchas veces no presenta

síntomas y complica el diagnóstico, por lo tanto, estos pacientes presentan en un electrocardiograma (ECG) un ritmo sinusal dentro de parámetros normales, lo que lleva a un diagnóstico erróneo. Es aquí donde la IA con una red neuronal convolucional apropiadamente entrenada identifica en el ECG cambios sutiles, logrando predecir una FA, en estudios realizados se ha logrado una precisión mejorada del 88%, por lo que tras ser evaluado sugieren que este puede ser utilizado a futuro para evaluar riesgo de FA.

La insuficiencia cardíaca es otra de las entidades cardiovasculares en las que interviene la IA. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), es clave para el correcto funcionamiento del ventrículo izquierdo, este suele identificarse mediante ECG, durante el inicio de la enfermedad los pacientes no suelen presentar sintomatología de disfunción ventricular izquierda (ALVD), debido a que solo se presenta una mínima disminución del FEVI, recibir tratamiento mejoraría sus funciones, disminuye daño al corazón, mejora la calidad de vida y supervivencia.(32) (33) .

Sin embargo, Yao (34) menciona que ECG no podría ser de práctico debido a su costo y sobre todo no es útil en pacientes sin sintomatología. Attia (35) crearon una red neuronal que permite identificar ALVD y además de eso identificar ECG anormal antes de que se presente sintomatología de ALVD.

La IA ha permitido evolucionar a la nefrología, gracias a la capacidad que posee de analizar inmensas cantidades de datos de una forma exacta y rápida, ha permitido evolucionar la capacidad predictiva, diagnóstica y terapéutica de enfermedades renales, esta conlleva a mejores resultados para el sistema de salud y los pacientes. Podríamos decir que la IA ha revolucionado la nefrología gracias a la detección y tratamiento de las enfermedades a nivel renal, generalmente el diagnóstico se lo lleva a cabo basado en exámenes de sangre y orina, que muchas de las veces tardan tiempo y muchas de las veces no siempre proporcionan el estado correcto del paciente, los algoritmos impulsados por la IA son capaces de analizar cantidades inmensas de datos, tales como laboratorios, imágenes, patrones y factores de riesgo que puedan ayudar a identificar la presencia de enfermedad renal y retrasar e intervenir lo antes posible la progresión de la enfermedad (36)

La tecnología ha logrado desarrollar un tamizaje preventivo todo esto a partir de datos clínicos, el DL es de gran importancia en la ERC pues tiene gran eficiencia para identificarla en etapas tempranas, de igual forma los modelos de ANN presenta opciones prometedoras en cuanto a la predicción de ERC.

Se han planteado según Sanmarchi (16) aplicaciones de la IA con el propósito de alertar sobre la presencia de Enfermedad Renal Crónica (ERC). En países europeos se realizó programas piloto en el que se utilizaba tecnología con el fin de detectar ERC, este algoritmo entrenado se basada en identificar pacientes con riesgo. De igual forma Kazemi y Mirroshandel (37) plantea sobre litiasis renal la misma que se encuentra asociada a una elevada tasa de morbilidad, siendo esta una de los malestares del sistema de salud, debido a ello se ha creado un modelo que permite la identificación precoz del tipo de cálculo renal y ciertos parámetros que permitirían la posibilidad de aplicarse de forma confiable para pronosticar las posibilidades de un paciente de desarrollar nefrolitiasis

Se espera que la IA desarrolle herramientas prometedoras que permitan el diagnóstico preciso oportuno y tratamiento en el campo de la nefrología, pues según Layton menciona que existen pocos estudios basados en DL y las afecciones renales, en comparación con otras enfermedades.

Tabla 1 Diagnóstico por imágenes usando Aprendizaje Profundo (Machine Learning) en diferentes especialidades

Oftalmología	<i>Aprendizaje profundo (DL)</i>	<i>Detección temprana de retinopatía diabética (28)</i>
Oncología	<i>Aprendizaje profundo (DL) Redes convolucionales (ANN)</i>	<i>Detección precoz de anticipación del cáncer de mama.(12)</i>
Radiología	<i>Aprendizaje profundo</i>	<i>Detección de nódulos pulmonares malignos en radiografías (38)</i>

Cardiología	<i>Aprendizaje profundo (DL) Redes convolucionales (ANN)</i>	<i>Detección de FA a partir ECG (30)</i>
-------------	--	--

NOTA: Esta tabla muestra la aplicación del aprendizaje profundo para la identificación de patologías en diferentes especialidades.

2.4 Aplicabilidad de la Inteligencia artificial.

El sistema de salud es uno de los campos donde más beneficios tiene la aplicación de la IA, debido a que maneja grandes y diversas cantidades de información que se generan a diario de los pacientes, la IA tiene la capacidad de detallar y representar estos datos, aprender de los mismos y aplicar algoritmos inteligentes para plantear las posibles soluciones, permite la identificación precoz de enfermedades o incluso el monitoreo en tiempo real. Todos estos sistemas brindarán una atención personalizada ayudando a mejorar la calidad, eficiencia y eficacia de atención a la población (3)

A pesar de los grandes beneficios que presenta la IA y sus aportes con la medicina, se presentan retos tanto éticos como prácticos, siendo los primeros la protección de datos médicos de los pacientes, la necesidad de garantizar a toda la población de manera equitativa el acceso a las tecnologías y sobre todo el compromiso de la parte legal en el caso de presentarse desaciertos médicos. Por todo ello cuando decimos que el sistema de salud es uno de los de mayor beneficio también es uno de los más complejos al momento de implantarla. Es de gran importancia abordar estos retos para poder garantizar que la IA sea utilizada responsablemente y de manera efectiva por el bien de la salud y la población (39).

Conclusión

Es más que evidente que la IA desempeña un papel de gran importancia en la predicción y diagnóstico de enfermedades, los seres humanos han presenciado cómo la práctica médica ha evolucionado desde lo empírico hasta la medicina basada en la evidencia, llegando al diagnóstico inteligente a través de la IA. En esta revisión hemos podido evidenciar que son innumerables las implicaciones que tiene la IA en favor de la medicina, al igual que su implementación y beneficio para la humanidad son innegables. Gracias a la tecnología e investigación de la salud y enfermedad, ha mejorado significativamente nuestra expectativa de vida, la IA se ha incorporado a la medicina, con el fin de mejorar la atención, con diagnósticos precoces y precisos con el fin de mejorar la salud.

El ser humano debe comprender que la IA no podría reemplazar a un profesional de salud en su práctica médica, más bien al ser bien utilizada llegaría a potenciarlo, al permitir que la IA realice ciertas tareas que no podría hacerlo con rapidez la mente humana, el profesional sanitario enfatizará su tiempo en realizar aquellas cosas que no desarrollaría la IA como la interacción médico-paciente, de esta forma la IA sería vista como un instrumento de asistencia en las decisiones médicas, pero donde la responsabilidad de decidir sea exclusiva de los humanos.

Si bien es cierto la IA brinda un apoyo innegable a la predicción y diagnóstico de enfermedades, sin embargo, a pesar de ofrecernos muchas oportunidades y un futuro alentador, aún presenta diversas situaciones que superar entre ellas los costos, la privacidad y seguridad de datos de los pacientes. A pesar de ello se espera que la IA desarrolle avances prometedores sobre todo con aquellas entidades patológicas que son causantes de la mayor parte de mortalidad en el mundo

Referencias

1. Kaul V, Enslin S, Gross SA. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointest Endosc* [Internet]. 2020 Oct;92(4):807–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
2. Karina Ingrid Medinaceli Díaz MMSC. Impacto y regulación de la Inteligencia Artificial en el ámbito sanitario. *REVISTA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS JURÍDICAS DE PUEBLA* [Internet]. 2021;15:77–113. Available from: <https://medinform.jmir.org/2016/4/e38/pdf>
3. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. [Artificial intelligence and its applications in medicine II: Current importance and practical applications]. *Aten Primaria* [Internet]. 2021 Jan;53(1):81–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.014>
4. Rashid J, Batool S, Kim J, Wasif Nisar M, Hussain A, Juneja S, et al. An Augmented Artificial Intelligence Approach for Chronic Diseases Prediction. *Front Public Health* [Internet]. 2022 Mar 31;10:860396. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.860396>
5. Londoño Agudelo E. Las enfermedades crónicas y la ineludible transformación de los sistemas de salud en América Latina. *Rev Cubana Adm Salud* [Internet]. 2017 Mar [cited 2023 Oct 8];43(1):68–74. Available from: <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2017.v43n1/68-74/>
6. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol* [Internet]. 2019 Apr;28(2):73–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/13645706.2019.1575882>
7. Camilo Macías Bestard, Aidé Fernández Cantillo, Víctor Manuel Méndez Torres, Jacqueline Poch Soto. Inteligencia humana. Un acercamiento teórico desde dimensiones filosóficas y psicológicas. *Revista Información científica* [Internet]. 2015;91:577–92. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/5517/551757249018.pdf>

8. Arias Gallegos WL. Teoría de la Inteligencia: una aproximación neuropsicológica desde el punto de vista de Lev Vigotsky. *Panamerican Journal of Neuropsychology* [Internet]. 2013;7:22–37. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4396/439643140002.pdf>
9. Ferro Desideri L, Rutigliani C, Corazza P, Nastasi A, Roda M, Nicolo M, et al. The upcoming role of Artificial Intelligence (AI) for retinal and glaucomatous diseases. *J Optom* [Internet]. 2022 Oct 8;15 Suppl 1(Suppl 1):S50–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2022.08.001>
10. Mijwel MM. History of Artificial Intelligence [Internet]. 2015 [cited 2023 Sep 22]. p. 1–8. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322234922_History_of_Artificial_Intelligence
11. Mayer MA. [Artificial intelligence in primary care: A scenario of opportunities and challenges]. *Aten Primaria* [Internet]. 2023 Sep 5;55(11):102744. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102744>
12. 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* [Internet]. 2023;14(7):8459–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12652-021-03612-z>
13. Hegde S, Mundada MR. Early prediction of chronic disease using an efficient machine learning algorithm through adaptive probabilistic divergence based feature selection approach. *Int J Pervasive Comput Commun* [Internet]. 2020 Jan 1;17(1):20–36. Available from: <https://doi.org/10.1108/IJPCC-04-2020-0018>
14. Latha CBC, Jeeva SC. Improving the accuracy of prediction of heart disease risk based on ensemble classification techniques. *Informatics in Medicine Unlocked* [Internet]. 2019 Jan 1;16:100203. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235291481830217X>
15. Dankwa-Mullan I, Rivo M, Sepulveda M, Park Y, Snowdon J, Rhee K. Transforming Diabetes Care Through Artificial Intelligence: The Future Is Here. *Popul*

Health Manag [Internet]. 2019 Jun;22(3):229–42. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1089/pop.2018.0129>

16. Sanmarchi F, Fanconi C, Golinelli D, Gori D, Hernandez-Boussard T, Capodici A. Predict, diagnose, and treat chronic kidney disease with machine learning: a systematic literature review. *J Nephrol* [Internet]. 2023 May;36(4):1101–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40620-023-01573-4>

17. Gastounioti A, Desai S, Ahluwalia VS, Conant EF, Kontos D. Artificial intelligence in mammographic phenotyping of breast cancer risk: a narrative review. *Breast Cancer Res* [Internet]. 2022 Feb 20;24(1):14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13058-022-01509-z>

18. Kanimozhi U, Ganapathy S, Manjula D, Kannan A. An Intelligent Risk Prediction System for Breast Cancer Using Fuzzy Temporal Rules. *Natl Acad Sci Lett* [Internet]. 2019 Jun 1;42(3):227–32. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40009-018-0732-0>

19. Noorbakhsh-Sabet N, Zand R, Zhang Y, Abedi V. Artificial Intelligence Transforms the Future of Health Care. *Am J Med* [Internet]. 2019 Jul;132(7):795–801. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.01.017>

20. Bae MS, Kim HG. Breast Cancer Risk Prediction Using Deep Learning. *Radiology* [Internet]. 2021 Dec;301(3):559–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2021211446>

21. La Porta CA, Zapperi S. Artificial intelligence in breast cancer diagnostics. *Cell Rep Med* [Internet]. 2022 Dec 20;3(12):100851. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.xcrm.2022.100851>

23. Bi WL, Hosny A, Schabath MB, Giger ML, Birkbak NJ, Mehrtash A, et al. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. *CA Cancer J Clin* [Internet]. 2019 Mar;69(2):127–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.3322/caac.21552>

24. Conti A, Duggento A, Indovina I, Guerrisi M, Toschi N. Radiomics in

breast cancer classification and prediction. *Semin Cancer Biol* [Internet]. 2021 Jul;72:238–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.semcancer.2020.04.002>

25. Kulkarni AR, Patel AA, Pipal KV, Jaiswal SG, Jaisinghani MT, Thulkar V, et al. Machine-learning algorithm to non-invasively detect diabetes and pre-diabetes from electrocardiogram. *BMJ Innovations* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 Sep 28];9(1). Available from: <https://innovations.bmj.com/content/9/1/32>

26. Bent B, Cho PJ, Henriquez M, Wittmann A, Thacker C, Feinglos M, et al. Engineering digital biomarkers of interstitial glucose from noninvasive smartwatches. *npj Digital Medicine* [Internet]. 2021 Jun 2 [cited 2023 Sep 30];4(1):1–11. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41746-021-00465-w>

27. Huang X, Wang H, She C, Feng J, Liu X, Hu X, et al. Artificial intelligence promotes the diagnosis and screening of diabetic retinopathy. *Front Endocrinol* [Internet]. 2022 Sep 29;13:946915. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2022.946915>

28. Nomura A, Noguchi M, Kometani M, Furukawa K, Yoneda T. Artificial Intelligence in Current Diabetes Management and Prediction. *Curr Diab Rep* [Internet]. 2021 Dec 13;21(12):61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11892-021-01423-2>

29. Verbraak FD, Abramoff MD, Bausch GCF, Klaver C, Nijpels G, Schlingemann RO, et al. Diagnostic Accuracy of a Device for the Automated Detection of Diabetic Retinopathy in a Primary Care Setting. *Diabetes Care* [Internet]. 2019 Apr;42(4):651–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.2337/dc18-0148>

30. Tan CH, Kyaw BM, Smith H, Tan CS, Tudor Car L. Use of Smartphones to Detect Diabetic Retinopathy: Scoping Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies. *J Med Internet Res* [Internet]. 2020 May 15;22(5):e16658. Available from: <http://dx.doi.org/10.2196/16658>

31. Sandhiya S, Palani U. An effective disease prediction system using incremental feature selection and temporal convolutional neural network. *J Ambient Intell Humaniz Comput* [Internet]. 2020 Nov 1;11(11):5547–60. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01910-6>

32. Vaid A, Johnson KW, Badgeley MA, Somani SS, Bicak M, Landi I, et al. Using Deep-Learning Algorithms to Simultaneously Identify Right and Left Ventricular Dysfunction From the Electrocardiogram. *JACC Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2022 Mar;15(3):395–410. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2021.08.004>
33. Sun X, Yin Y, Yang Q, Huo T. Artificial intelligence in cardiovascular diseases: diagnostic and therapeutic perspectives. *Eur J Med Res* [Internet]. 2023 Jul 21;28(1):242. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40001-023-01065-y>
34. Yao X, Rushlow D, Inselman J, McCoy R, Thacher T, Behnken E, et al. Artificial intelligence-enhanced ECG identification of low ejection fraction: A pragmatic, cluster-randomized clinical trial. *Health Serv Res* [Internet]. 2021 Sep;56(S2):28–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1475-6773.13757>
35. Attia ZI, Kapa S, Lopez-Jimenez F, McKie PM, Ladewig DJ, Satam G, et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nat Med* [Internet]. 2019 Jan;25(1):70–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-018-0240-2>
36. Niel O, Bastard P. Artificial Intelligence in Nephrology: Core Concepts, Clinical Applications, and Perspectives. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2019 Dec;74(6):803–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2019.05.020>
37. Kazemi Y, Mirroshandel SA. A novel method for predicting kidney stone type using ensemble learning. *Artif Intell Med* [Internet]. 2018 Jan;84:117–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.artmed.2017.12.001>
38. Nam JG, Park S, Hwang EJ, Lee JH, Jin KN, Lim KY, et al. Development and Validation of Deep Learning-based Automatic Detection Algorithm for Malignant Pulmonary Nodules on Chest Radiographs. *Radiology* [Internet]. 2019 Jan;290(1):218–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2018180237>
39. Liyanage H, Liaw ST, Jonnagaddala J, Schreiber R, Kuziemy C, Terry AL, et al. Artificial Intelligence in Primary Health Care: Perceptions, Issues, and

Challenges. Yearb Med Inform [Internet]. 2019 Aug;28(1):41–6. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1677901>