

Beneficios y Riesgos de la Implementación de Inteligencia Artificial en los Procesos de Diagnóstico Médico en el Ecuador

Katherine Xeomara Galarza Medina¹

kgalarza@umet.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-3105-1232>

Universidad Metropolitana de Ecuador
Ecuador

Mónica Silvana Herrera Guanopatin

vacunas.salcedo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-4833-5662>

Universidad Internacional del Ecuador
Ecuador

Katherine Maldonado Coronel

kattyp9@yahoo.com

<https://orcid.org/0002-0463-3468>

Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador

RESUMEN

La inteligencia artificial aplicada en la medicina es una de los avances tecnológicos que ha tenido mayor importancia en los últimos años. Se han realizado varias investigaciones en búsqueda de mejorar los procesos diagnósticos, los cuales son importantes en la práctica clínica y determinan la ruta que debe seguir el paciente en búsqueda del alivio. Se ha realizado una revisión de la bibliografía con la finalidad de determinar los beneficios y riesgos de la implementación de la inteligencia artificial en los procesos diagnósticos y verificar la viabilidad de instaurarla en los sistemas de salud ecuatorianos. Se revisó la literatura en fuentes bibliográficas confiables como PubMed, Scopus, Google Scholar, Nature, entre otros, publicadas en los últimos 5 años. La inteligencia artificial como sistema algorítmico con capacidad de analizar, clasificar y tomar decisiones es capaz de mejorar los procesos diagnósticos en distintas áreas de la medicina. La IA tiene la capacidad de disminuir el tiempo que toma analizar los resultados de exámenes complementarios, identificar factores de riesgo, realizar un seguimiento con asesorías personalizadas y en conjunto con los equipos de diagnóstico permite determinar la gravedad, clasificar el tipo y estadios, y pronosticar la condición de la patología que padece el paciente. Sin embargo, aún está pendiente determinar con certeza las políticas éticas del uso de la IA en el campo de la medicina con la finalidad de garantizar la integralidad del paciente.

Palabras clave: inteligencia artificial; diagnóstico médico; riesgos; beneficios

¹ Autor principal

Correspondencia: kgalarza@umet.edu.ec

Benefits and Risks of the Implementation of Artificial Intelligence in Medical Diagnosis Processes in Ecuador

ABSTRACT

Artificial intelligence applied in medicine is one of the technological advances that has been of greatest importance in recent years. Several investigations have been carried out in search of improving diagnostic processes, which are important in clinical practice and determine the route that the patient must follow in search of relief. A search of the literature has been carried out in order to determine the benefits and risks of the implementation of artificial intelligence in diagnostic processes and to verify the viability of establishing it in Ecuadorian health systems. The literature was reviewed in reliable bibliographic sources such as PubMed, Scopus, Google Scholar, Nature, among others, published in the last 5 years. It was obtained that artificial intelligence as an algorithmic system with the capacity to analyze, classify and make decisions is capable of improving diagnostic processes in different areas of medicine. AI has the ability to reduce the time it takes to analyze the results of complementary examinations, identify risk factors, follow up with personalized advice and, together with diagnostic equipment, allows us to determine severity, classify type and stages, and forecast the condition of the pathology that the patient suffers from. However, it is still pending to determine with certainty the ethical policies for the use of AI in the field of medicine in order to guarantee the integrity of the patient.

Keywords: artificial intelligence; medical diagnosis; risks; benefits

Artículo recibido 20 noviembre 2023

Aceptado para publicación: 30 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y la medicina van de la mano desde hace varias décadas y de forma intermitente, la definición de salud y los menesteres de la población mundial van modificándose según la evolución tecnológica (1). Actualmente, el desarrollo tecnológico apunta a la producción de sistemas informáticos capaces de analizar, criticar, aprender y tomar decisiones, cualidades que son atribuidas a la famosa inteligencia artificial (IA) (2).

La IA es uno de los avances tecnológicos más grandes en la historia de la humanidad y ha ido tomando un papel protagónico sobre varios aspectos en las distintas ramas de la medicina (3). En los últimos 10 años, se han dedicado más investigaciones sobre la IA adaptada al área de salud que en otras áreas (4) descubriendo nuevas utilidades enlazadas al servicio sanitario con la finalidad de incorporar equipos diagnósticos médicos sofisticados y sistemas informáticos ágiles que facilitan la atención de los pacientes (5). Los avances tecnológicos son evidentes en las áreas de diagnóstico imagenológico, oncología, medicina interna, cirugía general, entre otras especialidades (6–9).

El trabajo en conjunto de los profesionales de la salud con la IA apenas inicia. Algunos factores como las largas jornadas laborales, cantidad excesiva de insumos desechados, diagnósticos y tratamientos erróneos, atenciones médicas inapropiadas por tiempos limitados y desigualdades han motivado a la investigación para reducir estos contratiempos (10). En Ecuador, estos problemas no son ajenos a la realidad, a pesar de que, en los últimos años ha tenido un avance importante en el campo de la salud con el incremento del número de profesionales en las instituciones de salud pública, además de implementar y adecuar la infraestructura de los hospitales y centros médicos, los datos informan altas demandas de casos por morbilidad, falta de abordaje en el área comunitaria y una pobre promoción y prevención de enfermedades (11). En este sentido, es un ambiente parcialmente distinto en algunos países que gozan de la IA. Los sistemas de salud tienen índices notables de brevedad, efectividad, dinamismo e integralidad en la atención de los pacientes (12).

La IA aplicada en el resto del mundo es la meta que se pretende conseguir en el futuro (13) y a nivel local, la implementación de la IA podría resolver las falencias y llenar los vacíos del sistema sanitario (14). Sin embargo, existen cuestiones que involucran la ética médica y la confiabilidad de la IA para realizar funciones de forma eficiente y con calidad (15). Los consensos internacionales aún no tienen

claro cómo actuar frente a la implementación de la IA en el ámbito médico legal, y peor, determinar las políticas del marco ético con respecto al manejo de la información personal de los pacientes(16,17).

De esta forma, se ha propuesto realizar una revisión exhaustiva de la literatura con la finalidad de identificar los beneficios y riesgos que conlleva la incorporación de la inteligencia artificial en los procesos de diagnóstico médico en el Ecuador, aportando un análisis equilibrado sobre las nuevas tecnologías que revolucionan la atención de salud en la actualidad.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación minuciosa de la literatura existente en las siguientes bases de datos: ScienDirect, PubMed, Scopus, Google Scholar, Nature, y repositorios universitarios importantes a nivel nacional. Se utilizaron términos clave de búsqueda como “inteligencia artificial”, “diagnóstico médico”, “riesgos” y “beneficios”. Además, se tomaron en cuenta únicamente las investigaciones publicadas a partir del 2018 con la finalidad de obtener información reciente.

Los estudios seleccionados están basados en la relevancia de aporte para la investigación y la utilidad de datos asociados con la implementación de la inteligencia artificial en los procesos de diagnóstico médico. Se analizó los contenidos de los estudios haciendo hincapié en la utilidad, ventajas y adaptaciones en el área de salud, de igual forma, se puso interés en las incongruencias, faltas éticas y riesgos potenciales.

Los datos obtenidos se organizaron de forma estructurada siguiendo el objetivo de la investigación, incluye un resumen, introducción, metodología, resultados y discusión, conclusiones y un apartado con las referencias bibliográficas utilizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La IA rige y complementa el desarrollo de nuevas tecnologías. Esta aplicada tanto en aparatos electrónicos cotidianos y al alcance de todos, así como también en mecanismos mucho más complejos de uso profesional (4).

Definiendo de la forma más sencilla, la IA puede ser conceptualizada como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones (18). Se encarga del estudio y desarrollo de sistemas y algoritmos dependientes de bases de datos masivas. Éstos son verificados mediante procesos delicados de análisis y comprobación de resultados finales (19). Al mismo tiempo, la información contenida en

la base de datos debe ser lo más fiable posible para disminuir la brecha de error. Debido a que, mientras mayor sea la información procesada, más complejo es el algoritmo, equivalente a la capacidad para enfrentarse y resolver los acontecimientos asignados. En otras palabras, el rendimiento depende de la experiencia que obtiene la IA, caso contrario, no reflejaran los resultados esperados para un acontecimiento determinado (4)

Aprendizaje Automatizado (AA)

La IA es un campo en desarrollo, y es gracias al descubrimiento del aprendizaje automatizado que toma importancia en los últimos años. El AA es una rama de la IA, frecuentemente utilizada en la actualidad por su capacidad de ajustarse de forma autónoma sin la necesidad de reprogramación manifiesta, encargada de analizar enormes bases de datos mediante un sistema de algoritmos dispuestos en capas, proporcionando resultados fidedignos (3). Existen 4 métodos por los cuales la IA adquiere conocimiento. Son denominados tipos de aprendizaje inherentes a su modalidad. 1) Aprendizaje vigilado: a partir de una base de datos previamente analizados, se lanza la información a la IA con la finalidad de que adquiera conocimiento y formule algoritmos, estos se comprueban antes de ser validados y aplicados en la vida real. 2) Aprendizaje no vigilado: similar a la anterior, sin embargo, se identifican patrones desconocidos en sus algoritmos. 3) Reforzado: se ejecutan pruebas de ensayo y fallo con la finalidad de energizar la eficiencia de la experiencia. 4) Aprendizaje de profundidad: se lanzan bases de datos compuestos que son analizados por procesos estratificados (4,20).

Aprendizaje de Profundidad

También denominada Red Neuronal Convolucionada (RNC), es el tipo de AA que ha revolucionado la IA y es la razón principal por la cual numerosas industrias han optado por introducirla al campo laboral debido a que tiene una infinidad de aplicaciones (21).

La RNC trabaja con algoritmos interconectados dependientes de un conjunto de información jerarquizada, de acuerdo al resultado esperado, deben llegar al estrato cúspide de los datos analizados. Este sistema se asemeja a la función del sistema neuronal de las personas, en la capacidad de tomar decisiones dependiendo de las variables de forma no lineal. Aparentemente, es un sistema de fácil adquisición y no requiere capital considerable. En el campo de la medicina, es el sistema más utilizado para el procesamiento de imágenes (3).

Aprendizaje Automatizado Aplicado a la Medicina

El principal objetivo de la medicina es la prevención de enfermedades, sin embargo, en la mayoría de las situaciones no sucede. La prevención se ve solapada por la propia enfermedad porque simplemente los pacientes acuden a consulta médica cuando tienen una patología establecida (22).

La consulta médica consiste en el registro de los datos obtenidos mediante la anamnesis, examen físico y los resultados de los exámenes complementarios que se solicitan. Estos registros se almacenan en una base de datos muy extensa que limita la oportunidad de discernir e interpretar de forma individualizada cada uno de ellos. Por este motivo, los investigadores se han centrado en la implementación del AA como mecanismo encargado de filtrar e interpretar los signos, síntomas, resultados de exámenes complementarios y diagnósticos médicos previos, para que posteriormente revele estadísticamente el riesgo de padecer morbilidades en cada uno de los pacientes (23).

En el primer nivel de atención, los profesionales se benefician de las funciones que es capaz de realizar, brindando mayor tiempo para interactuar con el paciente y dejando que la IA se encargue del papeleo. Una investigación reciente expone las funciones que se pueden llevar a cabo: asesoría sobre las patologías diagnosticadas, agendamiento de citas y prescribir órdenes médicas de seguimiento. Dentro del propio sistema institucional, puede adecuarse para la coordinación de acciones y eventos programados, deberes administrativos y la dirección de bases de datos masivos (13). Por éstas y muchas más ventajas que ofrece, los médicos del primer nivel de atención están conscientes de la IA en el medio y se sienten aptos para incorporar en la práctica clínica diaria (24).

La IA Diseñada para el Diagnóstico Médico

En gran medida, los inicios de la IA aplicada a la medicina han sido direccionadas al diagnóstico de patologías por medio del análisis de resultados imagenológicos. Dentro de las cuales se encuentran: patologías mamarias, retinopatía diabética mediante fotos del fondo de ojo y detección de cáncer de piel. Del mismo modo, aparecieron patrones probabilísticos del manejo, mortalidad y pronóstico de pacientes oncológicos (25).

Existen investigaciones que avalan la calidad de esta herramienta para modernizar las técnicas de diagnóstico y manejo de las patologías del sistema respiratorio, debido que, permiten mayor brevedad en el análisis de signos clínicos y exámenes radiológicos para diagnosticar con seguridad y calidad (26).

Una investigación dirigida a determinar si el VGG19 (un tipo de AA) podría detectar pacientes que presentan covid-19 mediante placas de rayos X, en el que se procesó 2532 imágenes, reveló que pudo clasificar las imágenes de forma eficiente, identificando las imágenes de rayos X de pacientes que efectivamente presentaban neumonía por covid-19, otro tipo de neumonía o si el paciente se encontraba normal (4). Complementario a este estudio, otros investigadores incorporaron el AA con la finalidad de determinar si el paciente con neumonía por covid-19 necesita apoyo con ventilación mecánica asistida. Los resultados fueron asombrosos, pues, en menos de 30 segundos puede identificar al paciente que lo requiere, incluso, determina el número de campos pulmonares afectados (27).

El diagnóstico de las enfermedades respiratorias mediante el uso de los algoritmos inteligentes, va más allá de sólo analizar los resultados imagenológicos. Se comparó la experiencia de neumólogos expertos con un sistema basado en IA para determinar el nivel de precisión en el diagnóstico de enfermedades pulmonares del tipo restrictivas, obstructivas o si el paciente se encontraba normal. Tomando en cuenta los antecedentes y los exámenes de la función pulmonar y basados en los criterios de diagnóstico, de los 50 casos propuestos, el sistema informático diagnosticó con precisión el 100%, mientras que los neumólogos acertaron el 74.4% (28). Las enfermedades respiratorias como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica también pueden ser detectadas a tiempo con la tecnología automática, brindando además, un manejo individualizado con predicciones pronósticas futuras de la efectividad del tratamiento (20).

La adaptación de IA a las pruebas de función respiratoria en pacientes con esclerosis múltiple ha obtenido resultados beneficiosos en las investigaciones. Exponen que los índices de precisión superan a la experiencia de los neumólogos entrenados, debido a que simplifican los análisis y brindan datos relativamente fidedignos sobre la oscilometría respiratoria en pacientes afectados (29).

En el mismo camino, la modernización del proceso diagnóstico de patologías del área de traumatología mediante imágenes soportadas por sistemas inteligentes, los estudios indican que tiene la capacidad de determinar y clasificar el tipo de fractura y predecir el manejo posterior. Se realizó un estudio para determinar el nivel de predicción de la IA dedicada a determinar y clasificar las fracturas por medio de placas radiológicas. La calidad de predicción del programa informático fue sobresaliente que incluso, sobrepasó el desempeño de los profesionales especialistas (25).

En gastroenterología, se han visto implicados varias investigaciones en donde aplican la IA para el proceso de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de pacientes (30). El nivel de detalle que implica el diagnóstico endoscópico de las patologías del tracto gastrointestinal, ha despertado la necesidad de desarrollar modelos algorítmicos con capacidades específicas y minuciosas. Las investigaciones hasta el momento, han desarrollado algoritmos capaces de identificar de forma exhaustiva fotograma por fotograma las imágenes capturadas de los procedimientos endoscópicos, para no pasar por alto pequeños detalles que al ojo humano pudiera escapar (31), así mismo, están diseñadas para identificar objetos en regiones críticas donde predominan la aparición de patologías (8), también están diseñadas para clasificar las lesiones identificadas mediante funciones binarias o más complejas, persiguiendo la meta de optar por el manejo que más se adecue a la etapa actual de la patología o a la condición del paciente (7), la identificación de características de las lesiones mediante la examinación minuciosa de cada una de las particularidades de la lesión observada (32) y otras en la que integran en una sola función todas las misiones anteriores (33). En este sentido, es capaz de identificar desde pólipos intestinales hasta adenocarcinomas invasores, por lo que se proclama como una herramienta eficiente y de calidad (34).

Las patologías oncológicas también se benefician de la capacidad de los sistemas informáticos basados en IA para el diagnóstico y seguimiento. En el diagnóstico de cáncer de mama, los nuevos métodos diagnósticos basados en IA frente a los programas especializados en detección de cáncer convencionales (por ejemplo, el diagnóstico generado por computadora), superan la especificidad y sensibilidad de acuerdo a los resultados obtenidos, incluso clasifican las mamografías de acuerdo a la probabilidad de padecer cáncer (35,36). Un estudio demuestra que mejora el cribado de cáncer de mama en los programas de detección temprana, descartando automáticamente las imágenes mamográficas que se encuentran normales. Se basa en la discriminación de las imágenes indicando lesiones benignas, lesiones indeterminadas que requieren verificación por el especialista o si no presentan signos radiológicos visibles. Otra de las ventajas que se determinó es que el número de biopsias diagnósticas de las lesiones se ven reducidas por la propia especificidad y sensibilidad del sistema diagnóstico automático (37).

El diagnóstico del cáncer de páncreas por tomografía computarizada no es un trabajo fácil, se toma en cuenta las características, diseminación, tamaño y localización del tumor. Algunos de los tumores son identificados cuando han comprometido el estado general del paciente. Estos dilemas han motivado las investigaciones para mejorar y facilitar el diagnóstico mediante la aplicación de RNC. Los resultados, como en los anteriores métodos, son beneficiosos, pues permiten identificar con precisión los tumores localizados en el páncreas, desde los tumores más irregulares hasta los más pequeños que podrían simular normalidad, sin embargo, requieren mejoras y actualización constante de las etiquetas en las bases de datos (38).

En el campo de la dermatología, un estudio que compara la lectura de imágenes obtenidas por dermatoscopia de lesiones cutáneas entre los especialistas y un sistema basado en AA, revela que existe una ligera superioridad de la IA sobre los profesionales para determinar el tipo de lesiones que presenta el paciente y si éstas corresponden a cáncer de piel (39). Además, se están desarrollando sistemas de detección de cáncer de piel automatizados que prometen tener resultados confiables y una captación temprana de las lesiones (40).

Otro estudio sobre la aplicación de sistemas automatizados como método diagnóstico en dermatología, específicamente, dedicado a la identificación y clasificación de la urticaria crónica mediante el AA del tipo de aprendizaje no vigilado, revela la eficacia para identificar los distintos grupos de urticaria y por ende el tratamiento indicado para cada uno. Proporciona indicios para el desarrollo de nuevas investigaciones con la finalidad de afinar el método y conseguir mejores resultados (41).

En el campo de la cirugía, el AA se ha visto probado bajo un régimen estricto de factores que podrían provocar daños irreversibles, en este sentido, luego de un análisis exhaustivo se determinó que en la etapa preoperatoria tiene la facilidad de identificar los factores de riesgo, optimizar el tiempo desde la captación del paciente, incrementar la decisión de resolución quirúrgica previniendo las complicaciones (6,9), mejorar las estrategias invasivas definiendo el mejor sitio para realizar los cortes o cuando se requieren de implementación de dispositivos internos (colocación de stents, válvulas protésicas y ajustar el tamaño de las prótesis según el paciente) (42). Mientras se realiza la cirugía de diversa índole, el profesional puede verse obligado a tomar decisiones difíciles de forma ágil, procurando ser lo más rápido posible, debido a que compromete la integridad del paciente. Por este motivo se ha creado la

ciencia de los datos quirúrgicos, un campo de la IA encargada de escudriñar y señalar datos importantes, como por ejemplo la variabilidad de los signos vitales o los resultados de los exámenes complementarios realizados previamente, durante el proceso quirúrgico cuando se necesite de una importante decisión. Posterior a la cirugía, los sistemas inteligentes tienen la función de identificar de forma oportuna las posibles complicaciones y dictar el tratamiento (43).

En el área de cardiología, las investigaciones apuntan hacia la identificación de ritmos cardiacos irregulares con una sola derivación electrocardiográfica, pronostican el riesgo de padecer hipertensión arterial primaria según los factores de riesgo modificables y no modificables y determinan la gravedad de estenosis aórtica mediante el análisis de los índices de la mecánica del corazón con aparatos móviles. La IA incorporada en el área de neurología, ha tenido participación en la identificación de la viabilidad del manejo quirúrgico en los pacientes que presentan epilepsia drogo resistente, en el pronóstico de la aparición de enfermedades neurológicas como los accidentes cerebrovasculares por isquemia, Parkinson y Alzheimer (44).

La administración de alimentos y medicamentos (FDA) autorizó el uso del primer sistema inteligente encargado del diagnóstico de patologías oftalmológicas. Este sistema es capaz de identificar retinopatía diabética, glaucoma, condensaciones fibrinosas intraoculares, patologías oftalmológicas del recién nacido prematuro, obliteración de la macula y deformación de la córnea. En el primer nivel de atención ha tenido resultados positivos y beneficiosos para los pacientes (45).

No cabe duda que las aplicaciones de la IA en las distintas ramas de la medicina van a estar integradas en los sistemas de salud del futuro. Sin embargo se requiere más investigaciones para afinar los detalles y reparar errores (1).

Implicaciones Éticas

La aplicación de la IA en el campo de la medicina conlleva a la reflexión en varios puntos dentro del ámbito ético. Es sabido que la ética médica conlleva un número enorme de reglamentos y estatutos que obligan al médico a realizar su ejercicio profesional con estándares de calidad potencialmente altos. La ética médica habla de la buena praxis, el consentimiento informado, la seguridad del paciente entre otras, que supone un reto cuando se requiere de la implementación de sistemas inteligentes computarizados a la práctica médica, debido a que, la tecnología es un mundo que avanza en el tiempo

y requiere constantes adecuaciones, y si hablamos de la IA, necesita ajustarse a medida que cada día consigue un nivel mayor de autonomía (46).

Se deben tener en cuenta los aspectos fundamentales para diseñar una IA con permanencia ética. En primer lugar, a) responsabilidad: debe estar basado en un modelo común de responsabilidad, sea éste ético o no. b) Concordancia con los valores de la sociedad, pues, es con los individuos con los que se va a relacionar. c) ser entendible: la información que se ofrece es sumamente importante, de manera que el mensaje que se ofrezca debe ser lo más comprensible posible, explicando las razones y acercándose al contexto. El logro de informar adecuadamente el resultado, facilita la toma de decisiones fomentando la participación equitativa. d) Complejidad: capaz de afrontar los problemas, cuidar la información personal y brindar resultados confiables. e) Limpidez: dar a entender la funcionalidad del sistema, tanto los alcances como las limitaciones. De igual forma, explicar el procesamiento de los datos personales (47,48).

IA en Ecuador

La IA es considerada como la cuarta revolución industrial a nivel mundial. Las potencias mundiales como China, la Unión Europea y los Estados Unidos, se encuentran en los primeros lugares de países que aprovechan y compiten por liderar esta industria. En América Latina, Brasil, Chile, Uruguay, Argentina y México, son los países que lideran el ranking. Por otro lado, Ecuador permanece en una etapa inicial y carece de políticas que incentiven el uso del avance tecnológico (49). A pesar de esto, algunas universidades reconocidas a nivel nacional están encaminadas a la investigación de la IA en diversos campos del conocimiento (50). De igual forma, algunas de las aplicaciones en Ecuador se ven reflejados en las empresas comerciales, sistemas bancarios, ciberseguridad y en la medicina. Un proyecto que fue galardonado internacionalmente fue acerca de la asociación de la IA y la ecoendoscopia para reconocer estructuras anatómicas en vivo (51). De igual forma, y a raíz de la pandemia por Covid-19, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), aplicó un sistema automático al proceso de diagnóstico médico, consagrándose como el primer país de América del sur en disponer y ejecutar una herramienta mediado por IA (52).

Es importante tomar en cuenta que en el país no existen patentes registradas sobre el uso de esta tecnología, favoreciendo al investigador por no tener que pagar derechos de autoría (50).

¿Se puede Implementar la IA en los Sistemas de Salud del Ecuador?

El gobierno ecuatoriano garantiza el derecho a la salud a todas las personas dentro de los límites del país. No obstante, el alcance del sistema de salud es limitado, y presenta falencias en el sistema gubernamental (53). Para implementar la herramienta se requiere un sondeo global de la población, conocer el estrato social y el estado de salud de cada uno de los individuos, y con mayor importancia, identificar la capacidad del sistema nacional de salud para responder a las necesidades a nivel individual, familiar y comunitario. En suma, se requiere de una base de registros amplia, jerarquizada, con información de primera mano, exacta y efectiva que brinden datos necesarios para decidir el camino a seguir, para exponer lineamientos, incorporar y calificar acciones dirigidas al fortalecimiento y evolución automatizada del sistema sanitario. En este aspecto, perseguir esta meta, significa lidiar con una nueva forma de segregación comunitaria. Las zonas sin conectividad o la dificultad para conseguir la cobertura indicada traduce a inequidades de distinta índole: económica, colectiva y cultural. Es importante que las personas vulnerables, ya sea por el idioma, ubicación, sexo, extremos de la edad y/o discapacidades sean los más beneficiados (48).

El empoderamiento y la evolución del sistema de salud requiere de un salto hacia un nuevo marco conceptual, direccionado a cubrir las demandas de salud de todas las personas, poniendo énfasis en metodologías que faciliten la incorporación justa y en iguales condiciones, pluralidad, intervención en las decisiones tomadas, eficacia y eficiencia (48).

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta para implementar el sistema automatizado es la información captada. Depende de la confiabilidad, categorización, homogeneidad y la jaeza de la información registrada para asegurar que la selección, agregación y conversión de los datos sea factible y revele resultados en consonancia con lo esperado. En ese marco, fomenta la digitalización, interoperabilidad en los distintos niveles jerárquicos y moderniza el sistema de salud en beneficio de los usuarios. Tomar en cuenta también la diversidad de la población, pues hay que garantizar un sistema de salud inclusivo, sin prejuicio ni marginación (48).

Constituye un verdadero reto implementar nuevas tecnologías a un sistema que no cuente con los recursos necesarios.

Beneficios y Riesgos de la Implementación de la IA en los Sistemas de Salud

De tantas investigaciones realizadas, los resultados han sido prometedores, que incluso se puede comunicar que la atención médica integral se ha visto revolucionada por la escrupulosidad para diagnosticar patologías, la brevedad para realizar procedimientos y la disponibilidad inmediata para obtener datos informativos a partir de las historias clínicas (54,55).

Con el apoyo de la IA, es posible prevenir patologías de forma temprana, indicar el diagnóstico y tratamiento de forma óptima, así como también, poner en marcha intervenciones médicas anticipadas, mediante el procesamiento de datos registrados en los registros electrónicos institucionales. La identificación de los patrones por medio de la IA es una forma más rápida y efectiva de brindar atención en salud (4).

La adhesión de base de datos masiva, es una de las funciones que tiene mayor relevancia y que logran con facilidad los aparatos diseñados a partir de RNC. Mediante el uso de los registros electrónicos de los sistemas institucionales de salud de distintas áreas como del servicio de imagenología, laboratorio clínico, farmacia, consulta externa, la información contenida puede ser filtrada, traducida e interpretada de la forma más sencilla para finalmente presentar al médico o al profesional que necesite el resultado para empezar a encaminar hacia la integralidad de la condición del paciente (56).

Los datos estadísticos mencionan que el médico interactúa con el paciente aproximadamente el 12% del tiempo total cuando los pacientes se encuentran ingresados en el hospital. Las razones se deben a que deben cumplir con obligaciones de tipo burocráticas que llevan más tiempo, reduciendo en este sentido el contacto con los pacientes. No obstante, esto puede tener un cambio significativo. Las herramientas automatizadas pueden relevar de esas funciones a los médicos porque tienen la capacidad para realizar tareas reincidentes, dentro de estas se prevé, la redacción de los informes de evolución en los registros digitales, realizar los pedidos de los exámenes complementarios, diseñar la prescripción y las pautas que deben seguir los pacientes para la toma de sus medicinas. Las tareas que se pueden realizar mediante algoritmos inteligentes, pueden reducir la fatiga del personal de salud. Así mismo, beneficia el contacto médico-paciente poniendo énfasis en las características clínicas y en los resultados de los complementarios (56).

Mantener intacta la integridad del paciente constituye uno de los principios del juramento hipocrático que todos los médicos ejercen, incluso desde que inician la carrera. Sin embargo, radica un punto sensible en los sistemas de salud. Un país con desarrollo tecnológico y con altos estándares de calidad en salud como lo es Estados Unidos, un informe revela que sobrevienen aproximadamente 5 millones de casos de mala práctica médica con resultados irreversibles, posicionando a la mala praxis como una causa de mortalidad en el tercer lugar. En ese sentido, el 10% de los pacientes que se encuentran ingresados en las salas de hospitalización acontecen sucesos desfavorables, de los cuales, el 50% de los casos se pueden prevenir. Estos sucesos irreversibles surgen por distintos motivos, sin embargo, se le otorga con más regularidad a los inconvenientes en el diagnóstico, que por lo general es erróneo, y por ende, el tratamiento también es equivocado. Por este motivo, las investigaciones han generado sistemas inteligentes de tipo colaborativo, es decir, tienen la finalidad de asesorar y proponer medidas que eviten escatimar el tiempo de reacción y poner en marcha un diagnóstico y tratamiento adecuado libre de errores, garantizando la integridad física y mental del paciente (57).

Actualmente, se puede encontrar IA aplicada en dispositivos móviles y aparatos electrónicos con reconocimiento de voz y sistemas sofisticados de asistencia en línea. En el campo de la medicina, estos mismos artefactos pueden ser utilizados como sistemas electrónicos de triage, los cuales, por medio de la información recopilada pueden estratificar a los pacientes que requieren manejo inmediato y derivación al médico. Incluso, según el análisis y la interpretación de los datos aportados por el paciente, el asistente podría indicar un diagnóstico y prescribir medicamentos en las patologías comunes y sin riesgo de complicaciones, como por ejemplo en las enfermedades de las vías respiratorias superiores. La finalidad de esta propuesta va encaminada a cubrir las necesidades básicas de los pacientes, obteniendo réplicas garantizadas y seguras, como alternativa a acudir al consultorio del médico. Algunas instituciones médicas cuentan con el aval de organismos encargados de certificar el uso de los sistemas informáticos automáticos en el diagnóstico y manejo de los pacientes. Es por esto que están implementados en las áreas imagenológicas, siendo útiles en el diagnóstico a partir de imágenes de rayos X, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas de distintas partes del cuerpo. También están destinados a valorar niveles de tensión arterial en pacientes con patología de base y sin patología que necesiten nivelación de las cifras en ese momento, pueden identificar de forma eficiente ritmos

cardiacos irregulares por medio de sistemas métricos de tiempo automáticos, permiten la discriminación de características clínicas de importancia que requieren de manejo inmediato, sondean y realizan el seguimiento de la toma adecuada de los medicamentos prescritos por la patología de base, y así mismo, recomiendan la valoración por el especialista cuando la patología es indeterminada o compleja (44).

La aplicación de las IA en la medicina tiene un camino completamente amplio y con aspiraciones de grandeza, debido a que, hasta la actualidad, ha sido la responsable de generar cambios positivos que trascienden la forma de prevenir, diagnosticar y tratar a los pacientes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que uno de los temas sensibles en los centros de atención de salud son los datos personales de los pacientes, los cuales deben ser manejados de la forma más óptima posible, bajo protocolos de seguridad y confidencialidad, ya que, de lo contrario, estaría violando las leyes de la ética médica (52).

Una inquietud que surge en la práctica de estudios radiológicos, es la limitación de los datos por la sectorización estudiada y/o el número de casos propuestos. La información con la cual se ejercitan los algoritmos, se basa en estudios de universos relativamente pequeños y limitados a una institución de salud, con estos, se pretende universalizar los resultados hacia todos los centros médicos, por lo que la extrapolabilidad no cumpliría los estándares básicos y los márgenes de sesgo y error serían evidentes (47). Otras de las cuestiones a tomar en cuenta es la posibilidad de generación de errores, por diferentes motivos; bases de datos ambiguos y de dudosa calidad o una formulación deficiente de patrones (5,19).

En el caso de obtener errores de las aplicaciones y dispositivos que se ejecutan con sistemas automáticos, surge la inquietud de quién toma la responsabilidad, aún las normas no delimitan de forma consistente ese interrogante (59). Así mismo, cabe la posibilidad de pasar por alto un procedimiento necesario para el paciente porque a la IA así le parece (60).

El riesgo que contempla una verdadera preocupación en el campo de la medicina es la desmesurada sujeción a la IA. Se corre el riesgo de deteriorar la experticia del personal de salud y la manera de comportarse frente al paciente. Es importante tener en consideración que la IA no posee la singularidad del médico para atender al paciente, ni la capacidad de incluir un abordaje integral del paciente desde la intuición durante el proceso de diagnóstico (61).

Algunos sugieren que el destino de la IA es tomar protagonismo en las instituciones de salud, llenando espacios vacíos y ocupados. En vista del proceso automático de algunas funciones resulta obsoleto el

uso de mano de obra humana, dando a entender que aumentarán los despidos y pérdidas de empleo por reemplazo automatizado (1). En el mismo sentido, implementar la tecnología en los centros de atención médica implica un costo considerable que requiere recortes salariales para adecuarlo, sin embargo, consideran una inversión recuperable cuando se efectúe el reemplazo automatizado(62).

Las medidas a tomar en cuenta para aplicar la IA a los sistemas de salud requieren sofisticadas instalaciones, reformulación de las políticas y bases legales y de una estricta vigilancia regulatoria, con la finalidad de afianzar el uso, ejecución y sondeo efectivo del sistema logarítmico (63).

En respuesta a la aparición de la IA, los márgenes globales están dirigidas a obtener resultados favorables para el empleador, por ejemplo, mayor productividad y competencia, haciendo que se rompan los lazos en términos del área laboral comunitaria, debido a que, con el advenimiento de la aplicación de sistemas automáticos, disocian la mano de obra individual y por ende, se convierte en un sistema desequilibrado en donde los derechos y bienestar de los trabajadores se ven en riesgo (52).

CONCLUSIONES

Ciertamente la IA tiene un papel importante en la actualidad por el desarrollo tecnológico que ha impulsado a la industria a la formulación de aplicaciones que la IA puede desarrollar de forma automática. En el área de la medicina se ha evidenciado un creciente desempeño, agiliza el papeleo y procedimientos que se pueden resolver con el sistema automatizado, predicen con certeza el diagnóstico de patologías que presenta el paciente, colaborando con los médicos especialistas y aún más con los no especialistas, brindan asesoría sobre la patología que fue diagnosticada, implementan un servicio de consejería personalizada para mantener un estilo de vida saludable, gestionan el uso de recursos en procedimientos médicos, disminuyen los gastos y desperdicio de los insumos y limitan los procedimientos diagnósticos innecesarios. Estos beneficios en la atención médica permiten dirigir la concentración al paciente para brindar una atención integral y focalizada con mayor detalle en los problemas de salud que despiertan el motivo de consulta.

Algo que cabe destacar es la capacidad predictiva de la IA asociada a la medicina. Mediante el análisis de la información registrada permite la extracción de las características relevantes que orientan hacia la aparición de patologías que tienden a la cronicidad. Los resultados dependerán de la calidad de los datos obtenidos y de la forma en la que se procesan. Realmente resulta un beneficio del que se puede

aprovechar para la prevención de las enfermedades y la promoción de la salud, siendo en Ecuador, uno de los puntos que se deben reparar a estas alturas del siglo XXI y en torno a la consecución de las metas propuestas por las entidades modelos (Toronto).

En Ecuador, varias universidades del país se encuentran en la investigación de las vastas aplicaciones que tiene en ámbitos de diferente índole. Del mismo modo, algunas empresas comerciales, redes bancarias, servicio de telefonía y hospitales en la actualidad ejecutan algunas de las funciones que ofrecen con la asistencia de la IA. No obstante, en la localidad, avanza a pasos pequeños, por diferentes motivos, como la falta de políticas que promulguen el desarrollo de tecnología, falta de recursos, ausencia de personal capacitado y por el surgimiento de la pandemia que retrasó el desarrollo multilateral en cada ámbito.

La asociación de la medicina con la IA se encuentra en fases iniciales, las investigaciones requieren de más pruebas, formulación de políticas asociados al manejo de la información, protección de datos personales, inclusión por la diversidad de pacientes en el medio, entre otras cuestiones que desmerecen la confianza total de los sistemas automatizados para la aplicación en los sistemas de salud. En este sentido, la posibilidad de error puede generar disgustos en la experiencia de la atención médica de los pacientes, generando obstáculos en el camino de la investigación de mejoras tecnológicas y descubrimiento de nuevas aplicaciones.

Las implicaciones éticas que deberían abordar, aún se encuentran en estudio y deben ser reglamentadas en pro del beneficio del paciente. La posibilidad de error lanzada por una IA puede producir reparos irreversibles en la integridad del paciente tanto física como mentalmente. La responsabilidad en el caso de errores aún está por definirse y contempla un análisis general del caso. De la misma manera, el manejo de los datos personales es otro tema que aún se encuentra en discusión, debido que, el sistema automatizado requiere de esa clase de información para procesar el resultado que se espera. El inconveniente es que en algún caso la información pueda ser divulgada sin el consentimiento del paciente y cause molestias futuras, por lo que establecer un estatuto que avale la protección de los datos es imperante. Requieren de un margen que regule, responsabilice, aclare, y proteja la información personal de los pacientes, tomando en cuenta de que esto no constituya una razón para menguar la creatividad de las aplicaciones que se le puede dotar al sistema automático.

Finalmente, con el propósito de conseguir un ambiente laboral automatizado en los distintos sistemas de salud y conseguir la instauración de la IA como tal, es importante la capacitación del personal de los distintos niveles y áreas de las instituciones médicas que manejan la información de los pacientes, facilitando el tratamiento de la información con una modalidad multicéntrica e interoperable, procesos que permiten conseguir un diagnóstico médico preciso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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*. enero de 2021;53(1):81-8.
2. Caparrós Galán G, Sendra Portero F. Percepciones de estudiantes de Medicina sobre el impacto de la inteligencia artificial en radiología. *Radiología*. 1 de noviembre de 2022;64(6):516-24.
3. Ahmad Z, Rahim S, Zubair M, Abdul-Ghafar J. Artificial intelligence (AI) in medicine, current applications and future role with special emphasis on its potential and promise in pathology: present and future impact, obstacles including costs and acceptance among pathologists, practical and philosophical considerations. A comprehensive review. *Diagn Pathol*. 17 de marzo de 2021;16:24.
4. Ruiz RB, Velásquez JD. Inteligencia artificial al servicio de la salud del futuro. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 1 de enero de 2023;34(1):84-91.
5. Gutiérrez C, López M. La salud en la era digital. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 1 de noviembre de 2022;33(6):562-7.
6. Loftus TJ, Tighe PJ, Filiberto AC, Efron PA, Brakenridge SC, Mohr AM, et al. Artificial Intelligence and Surgical Decision-making. *JAMA Surg*. 1 de febrero de 2020;155(2):148-58.
7. Ebigbo A, Mendel R, Probst A, Manzeneder J, de Souza Jr LA, Papa JP, et al. Computer-aided diagnosis using deep learning in the evaluation of early oesophageal adenocarcinoma. *Gut*. julio de 2019;68(7):1143-5.
8. Ghatwary N, Zolgharni M, Ye X. Early esophageal adenocarcinoma detection using deep learning methods. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2019;14(4):611.

9. Iglesias-Puzas Á, Conde-Taboada A, López-Bran E. Inteligencia artificial y cirugía: la revolución de la medicina de precisión. *J Healthc Qual Res.* 1 de septiembre de 2020;35(5):330-1.
10. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* enero de 2019;25(1):44-56.
11. Ribadeneira GPM, Fuentes RC, Abi-hanna GB. Análisis del Sistema de Salud del Ecuador. *Medicina (Mex).* 2016;19(4):193-204.
12. Otero P. Will artificial intelligence shift the paradigm in pediatrics? *Arch Argent Pediatr.* 27 de julio de 2023;e202310090.
13. Mayer MA. Inteligencia artificial en atención primaria: un escenario de oportunidades y desafíos. *Aten Primaria.* noviembre de 2023;55(11):102744.
14. Armijos-Briones M, Pires de Sousa F, Zavala-Briones MM. [Increase in the poverty and inequity in the funding of the Ecuadorian health system]. *Rev Salud Publica Bogota Colomb.* 1 de mayo de 2019;21(3):299-306.
15. Stanfill MH, Marc DT. Health Information Management: Implications of Artificial Intelligence on Healthcare Data and Information Management. *Yearb Med Inform.* agosto de 2019;28(1):56-64.
16. Reddy S, Allan S, Coghlan S, Cooper P. A governance model for the application of AI in health care. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* 4 de noviembre de 2019;27(3):491-7.
17. Zhang J, Zhang Z ming. Ethics and governance of trustworthy medical artificial intelligence. *BMC Med Inform Decis Mak.* 13 de enero de 2023;23:7.
18. Sheikh AY, Fann JI. Artificial Intelligence: Can Information be Transformed into Intelligence in Surgical Education? *Thorac Surg Clin.* agosto de 2019;29(3):339-50.
19. Pelaccia T, Forestier G, Wemmert C. Deconstructing the diagnostic reasoning of human versus artificial intelligence. *CMAJ.* 2 de diciembre de 2019;191(48):E1332-5.
20. Kaplan A, Cao H, FitzGerald JM, Iannotti N, Yang E, Kocks JWH, et al. Artificial Intelligence/Machine Learning in Respiratory Medicine and Potential Role in Asthma and COPD Diagnosis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 1 de junio de 2021;9(6):2255-61.
21. Byrne MF, Chapados N, Soudan F, Oertel C, Linares Pérez M, Kelly R, et al. Real-time differentiation of adenomatous and hyperplastic diminutive colorectal polyps during analysis of

- unaltered videos of standard colonoscopy using a deep learning model. *Gut*. enero de 2019;68(1):94-100.
22. Marco Mouriño A, Rivera-Esteban J, Augustin S, Turu Santigosa E, Pericàs JM. Morbilidad metabólica en la población penitenciaria de Cataluña. *Aten Primaria*. junio de 2023;55(6):102620.
 23. Garg A, Mago V. Role of machine learning in medical research: A survey. *Comput Sci Rev*. 1 de mayo de 2021;40:100370.
 24. Catalina QM, Fuster-Casnovas A, Vidal-Alaball J, Escalé-Besa A, Marin-Gomez FX, Femenia J, et al. Knowledge and perception of primary care healthcare professionals on the use of artificial intelligence as a healthcare tool. *Digit Health*. 14 de junio de 2023;9:20552076231180511.
 25. Langerhuizen DWG, Janssen SJ, Mallee WH, van den Bekerom MPJ, Ring D, Kerkhoffs GMMJ, et al. What Are the Applications and Limitations of Artificial Intelligence for Fracture Detection and Classification in Orthopaedic Trauma Imaging? A Systematic Review. *Clin Orthop*. noviembre de 2019;477(11):2482-91.
 26. López-González R, Sánchez-García J, García-Castro F. Inteligencia artificial en las enfermedades respiratorias. *Arch Bronconeumol*. 1 de febrero de 2021;57(2):77-8.
 27. Plasencia-Martínez JM, Pérez-Costa R, Ballesta-Ruiz M, García-Santos JM. Eficacia de la capacidad y la eficiencia pronósticas de la herramienta de inteligencia artificial Thoracic Care Suite de GE aplicada a la radiografía torácica de pacientes con neumonía COVID-19. *Radiología* [Internet]. 31 de enero de 2023 [citado 10 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033833823000279>
 28. Topalovic M, Das N, Burgel PR, Daenen M, Derom E, Haenebalcke C, et al. Artificial intelligence outperforms pulmonologists in the interpretation of pulmonary function tests. *Eur Respir J*. abril de 2019;53(4):1801660.
 29. Andrade DSM, Ribeiro LM, Lopes AJ, Amaral JLM, Melo PL. Machine learning associated with respiratory oscillometry: a computer-aided diagnosis system for the detection of respiratory abnormalities in systemic sclerosis. *Biomed Eng OnLine*. 25 de marzo de 2021;20(1):31.

30. Ebigbo A, Palm C, Probst A, Mendel R, Manzeneder J, Prinz F, et al. A technical review of artificial intelligence as applied to gastrointestinal endoscopy: clarifying the terminology. *Endosc Int Open*. diciembre de 2019;7(12):E1616-23.
31. Wang P, Berzin TM, Glissen Brown JR, Bharadwaj S, Becq A, Xiao X, et al. Real-time automatic detection system increases colonoscopic polyp and adenoma detection rates: a prospective randomised controlled study. *Gut*. octubre de 2019;68(10):1813-9.
32. Sánchez-Montes C, Sánchez FJ, Bernal J, Córdova H, López-Cerón M, Cuatrecasas M, et al. Computer-aided prediction of polyp histology on white light colonoscopy using surface pattern analysis. *Endoscopy*. marzo de 2019;51(3):261-5.
33. de Groof J, van der Sommen F, van der Putten J, Struyvenberg MR, Zinger S, Curvers WL, et al. The Argos project: The development of a computer-aided detection system to improve detection of Barrett's neoplasia on white light endoscopy. *United Eur Gastroenterol J*. mayo de 2019;7(4):538-47.
34. Galvis-García E, Vega-González FJ de la, Emura F, Teramoto-Matsubara Ó, Sánchez-Robles JC, Rodríguez-Vanegas G, et al. Inteligencia artificial en la colonoscopia de tamizaje y la disminución del error. *Cir Cir*. 2023;91(3):411-21.
35. Díaz O, Rodríguez-Ruiz A, Gubern-Mérida A, Martí R, Chevalier M. ¿Son los sistemas de inteligencia artificial una herramienta útil para los programas de cribado de cáncer de mama? *Radiología*. 1 de mayo de 2021;63(3):236-44.
36. Rodríguez-Ruiz A, Krupinski E, Mordang JJ, Schilling K, Heywang-Köbrunner SH, Sechopoulos I, et al. Detection of Breast Cancer with Mammography: Effect of an Artificial Intelligence Support System. *Radiology*. febrero de 2019;290(2):305-14.
37. Rodríguez-Ruiz A, Lång K, Gubern-Merida A, Teuwen J, Broeders M, Gennaro G, et al. Can we reduce the workload of mammographic screening by automatic identification of normal exams with artificial intelligence? A feasibility study. *Eur Radiol*. 1 de septiembre de 2019;29(9):4825-32.

38. Liu KL, Wu T, Chen PT, Tsai YM, Roth H, Wu MS, et al. Deep learning to distinguish pancreatic cancer tissue from non-cancerous pancreatic tissue: a retrospective study with cross-racial external validation. *Lancet Digit Health*. 1 de junio de 2020;2(6):e303-13.
39. Tschandl P, Codella N, Akay BN, Argenziano G, Braun RP, Cabo H, et al. Comparison of the accuracy of human readers versus machine-learning algorithms for pigmented skin lesion classification: an open, web-based, international, diagnostic study. *Lancet Oncol*. julio de 2019;20(7):938-47.
40. Giavina-Bianchi M, Cordioli E, Machado BS. Melanoma: implications of diagnostic failure and perspectives. *Einstein*. 20 de diciembre de 2021;19:eED6680.
41. Türk M, Ertaş R, Zeydan E, Türk Y, Atasoy M, Gutsche A, et al. Identification of chronic urticaria subtypes using machine learning algorithms. *Allergy*. 2022;77(1):323-6.
42. Maier-Hein L, Eisenmann M, Sarikaya D, März K, Collins T, Malpani A, et al. Surgical data science – from concepts toward clinical translation. *Med Image Anal*. febrero de 2022;76:102306.
43. Evans CR, Medina MG, Dwyer AM. Telemedicine and telerobotics: from science fiction to reality. *Updat Surg*. septiembre de 2018;70(3):357-62.
44. Busnatu Ștefan, Niculescu AG, Bolocan A, Petrescu GED, Păduraru DN, Năstasă I, et al. Clinical Applications of Artificial Intelligence—An Updated Overview. *J Clin Med*. enero de 2022;11(8):2265.
45. Keskinbora K, Güven F. Artificial Intelligence and Ophthalmology. *Turk J Ophthalmol*. enero de 2020;50(1):37-43.
46. Kohli M, Geis R. Ethics, Artificial Intelligence, and Radiology. *J Am Coll Radiol*. 1 de septiembre de 2018;15(9):1317-9.
47. Nair AV, Ramanathan S, Sathiadoss P, Jajodia A, Macdonald DB. Dificultades en la implantación de la inteligencia artificial en la práctica radiológica: lo que el radiólogo necesita saber. *Radiología*. 1 de julio de 2022;64(4):324-32.

48. Toapanta Defaz MV. La inteligencia artificial en la gestión de los servicios de Salud Pública del Ecuador. Caso: diagnóstico de la enfermedad de Parkinson, 2020-2021. octubre de 2021 [citado 21 de octubre de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/6168>
49. Barragán-Martínez X. Situación de la Inteligencia Artificial en el Ecuador en relación con los países líderes de la región del Cono Sur. FIGEMPA Investig Desarro. 11 de julio de 2023;16(2):23-38.
50. Urgilés J, Bravo L. Estudio general de Vigilancia Tecnológica en Inteligencia Artificial. noviembre de 2019 [citado 20 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://cedia.edu.ec/dmdocuments/INNOVACION/CONNECT/2.%20Informe%20completo%20de%20Machine%20learning%20para%20enlazar.pdf>
51. Chiluiza JC. Diagnóstico sobre la inteligencia artificial en Ecuador [Internet]. Subsecretaria de fomento de la sociedad de la información y economía digital; 2021 [citado 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://observatorioecuadordigital.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/Proyecto-diagnostico-inteligencia-artificial-IA-en-Ecuador-Documento-final-JC-JO-MS-002.pdf>
52. Zúñiga CPC. Inteligencia Artificial: Desafíos para el marco normativo laboral ecuatoriano. Univ Soc Rev Cient Univ Cienfuegos. diciembre de 2021;13(S3):340-5.
53. Lampert Grassi MP]. bcn.cl. BCN. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile; 2020 [citado 20 de octubre de 2023]. Sistemas Nacionales de Salud: Ecuador. - Asesorías Parlamentarias BCN. Búsqueda por Categoría Temática. Disponible en: https://www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/detalle_documento.html?id=75418
54. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. Minim Invasive Ther Allied Technol. 4 de marzo de 2019;28(2):73-81.
55. Martín Noguerol T, Paulano-Godino F, Martín-Valdivia MT, Menias CO, Luna A. Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Analysis of Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Radiology. J Am Coll Radiol JACR. septiembre de 2019;16(9 Pt B):1239-47.

56. Lanzagorta-Ortega D, Carrillo-Pérez DL, Carrillo-Esper R. [Artificial intelligence in medicine: present and future]. *Gac Med Mex.* 15 de diciembre de 2022;158(Suplement 1):17-21.
57. Choudhury A, Asan O. Role of Artificial Intelligence in Patient Safety Outcomes: Systematic Literature Review. *JMIR Med Inform.* 24 de julio de 2020;8(7):e18599.
58. Basáez E, Mora J. Salud e inteligencia artificial: ¿cómo hemos evolucionado? *Rev Médica Clínica Las Condes.* 1 de noviembre de 2022;33(6):556-61.
59. Reddy S, Fox J, Purohit MP. Artificial intelligence-enabled healthcare delivery. *J R Soc Med.* enero de 2019;112(1):22-8.
60. Luxton DD. Should Watson Be Consulted for a Second Opinion? *AMA J Ethics.* 1 de febrero de 2019;21(2):E131-137.
61. Naik N, Hameed BMZ, Shetty DK, Swain D, Shah M, Paul R, et al. Legal and Ethical Consideration in Artificial Intelligence in Healthcare: Who Takes Responsibility? *Front Surg.* 14 de marzo de 2022;9:862322.
62. Chen EM, Chen D, Chilakamarri P, Lopez R, Parikh R. Economic Challenges of Artificial Intelligence Adoption for Diabetic Retinopathy. *Ophthalmology.* 1 de marzo de 2021;128(3):475-7.
63. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med.* 4 de abril de 2019;380(14):1347-58.