

**Descripción de las herramientas de inteligencia artificial, Deep Learning y Machine Learning empleadas en el aprendizaje del diagnóstico: Un nuevo enfoque en desarrollo de la valoración de signos y síntomas desde una revisión sistemática.**

**Duque Ortiz Jesús David  
Leon Chávez Ángel Fabian**

**Universidad El Bosque  
Facultad de Educacion  
Bogota, Colombia  
2024**

**Proyecto para la descripción de las herramientas de inteligencia artificial, Deep Learning y Machine Learning empleadas en el aprendizaje del diagnóstico: Un nuevo enfoque en desarrollo de la valoración de signos y síntomas desde una revisión sistemática.**

**Duque Ortiz Jesús David  
Leon Chávez Ángel Fabian**

**Tutor de Tesis:**

**Ibáñez Pinilla Edgar**

**Trabajo de grado para Optar por el título de Especialista en  
Docencia Universitaria**

**Universidad El Bosque  
Facultad de Educacion  
Bogota, Colombia  
2024**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

Edgar Ibañez Pinilla, profesor asociado de la Universidad El Bosque, quien como tutor principal, puso a disposición sus conocimientos, nos orientó y acompañó en todo el proceso investigativo, gracias por estar siempre dispuesto a resolver nuestras dudas.

A nuestra Alma Máter, Nuestra Universidad El Bosque y a la facultad de educación, por este año de formación especializada que nos permitiera llevar e impartir conocimiento desde la objetividad, siendo fiel al modelo biopsicosocial que nos lleva a ser una de las mejores Universidades del país.

A nuestros padres, Balbino Leon Perez, Luz Mery Chavez Parra, Luis Delia Ortiz Duarte y en especial a Jesus Wilfrido Duque Montoya (Q.E.P.D) quienes son la fuerza externa que nos llevan a crecer como profesionales, médicos y ahora docentes.

A usted lector, por retomar y leer este proyecto permitiendo dar a conocer nuestra forma de investigar.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1. <i>El comienzo de la AI, su evolución y enfoque</i> .....	12
2.2. <i>Inteligencia artificial aplicada en la docencia en salud.</i> .....	13
2.3. <i>El futuro de la AI en el futuro medico</i> .....	15
2.4. <i>La nueva evolución en educación</i> .....	17
2.5. <i>Las barreras y los costos de la AI</i> .....	19
2.6. <i>Inteligencia artificial una revolución desde la comunicación hasta la genómica humana</i> .....	20
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>23</b>
3.1. <i>Pregunta de Investigación:</i> .....	24
<b>4. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	<b>26</b>
5.1. <i>Objetivo principal</i> .....	26
5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	26
<b>6. METODOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
6.1. <i>Desarrollo Metodológico</i> .....	27
6.2. <i>Fase de Identificación:</i> .....	27
6.4. <i>Fase de Idoneidad:</i> .....	28
6.5. <i>Fase de Inclusión:</i> .....	28
6.6. <i>Aspectos éticos y Legales</i> .....	30
<b>7. RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
7.1. <i>Características de los artículos elegidos</i> .....	31
7.2. <i>Especialidades médicas en las que se aplicaron modelos de AI</i> .....	31
7.3. <i>Modelos de AI empleados en los estudios</i> .....	32
7.4. <i>Resultados de las revisiones sistemáticas y la revisión de alcance incluidas en la revisión sistemática en cuanto a uso de AI en la detección de síntomas y signos</i> .....	34
7.5. <i>Resultados de los Metaanálisis incluidos en la revisión sistemática en cuanto a uso de AI en la detección de síntomas y signos</i> .....	36
7.6. <i>Resultados de la conclusión de los artículos incluidos en la revisión sistemática.</i> .	38
7.7. <i>Resultados de la evaluación de riesgo de sesgos</i> .....	40
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	<b>43</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>10. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>11. ANEXOS</b> .....	<b>49</b>
<i>Anexo 1. Conceptualización de Marco Teórico</i> .....	49
<i>Anexo 2. Tabla de artículos seleccionados a los que se realizó evolución con las preguntas de la guía JAMA para revisión sistemática.</i> .....	50

<b>Anexo 3. Plantilla del programa de lectura Crítica CASPe para la evaluación de revisiones sistemáticas .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo 4. Tabla de artículos seleccionados posterior a la aplicación de herramienta CASPe por 2 evaluadores .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 5. Herramienta ROBIS para la evaluación de sesgos .....</b>	<b>57</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>

## LISTADO DE TABLAS E ILUSTRACIONES

<i>Tabla 1. Barreras en educación reflexiva para uso de AI</i>	19
<i>Tabla 2. Preguntas propuestas por la Guía JAMA para la credibilidad del proceso de revisión sistemática</i>	28
<i>Tabla 3. Análisis descriptivo de los estudios incluidos</i>	31
<i>Tabla 4. Modelos de AI incluidos en los artículos de la revisión sistemática</i>	33
<i>Tabla 5. Resultados de las revisiones sistemáticas incluidas</i>	35
<i>Tabla 6. Resultados de los metaanálisis incluidas</i>	38
<i>Tabla 7. Interpretación de las conclusiones propuestas por los autores de cada artículo.</i>	39
<i>Tabla 8. Tabla de evaluación de riesgo de según la herramienta ROBIS</i>	41
<i>Ilustración 1. Evolución de inteligencia artificial y entendimiento de la interacción entre los diferentes modelos de AI.</i>	13
<i>Ilustración 2. Complemento de la educación clínica y la educación basada en simulación produce mejor aprendizaje en la era de la AI</i>	15
<i>Ilustración 3. Análisis predictivo clínico a partir de modelos de AI</i>	16
<i>Ilustración 4. Integración del aprendizaje y la educación en la era de la inteligencia artificial</i>	18
<i>Ilustración 5. Reflexión del aprendizaje clínico y la acreditación profesional en el adecuado cuidado y resultados en salud.</i>	18
<i>Ilustración 6. Modelos de inteligencia artificial para el aprendizaje reflexivo en educación en salud.</i>	20
<i>Ilustración 7. Extracción de ADN/ARN y genotipos para la organización de la probabilidad para desarrollo de algunas enfermedades empleando modelos de AI.</i>	21
<i>Ilustración 8. Respuesta de Chat GPT a la pregunta: "Responda la siguiente pregunta con dos referencias de libros de texto: ¿Por qué el cultivo puro es crucial para la teoría de los gérmenes?"</i>	22
<i>Ilustración 9. Identificación de estudios aplicando la herramienta PRISMA</i>	30
<i>Ilustración 10. Especialidades incluidas en los artículos de la revisión sistemática.</i>	32
<i>Ilustración 11. Uso simple y combinado de los modelos de AI en los estudios analizados</i>	33
<i>Ilustración 12. Boxplot de la precisión de la AI descrita en las revisiones sistematicas incluidas</i>	36
<i>Ilustración 13. Evaluación de las conclusiones de los artículos incluidos</i>	40
<i>Ilustración 14. Reparos de los autores de los artículos respecto a la evidencia obtenida</i>	40
<i>Ilustración 15. Resultados de la evaluación del riesgo de sesgo de la revisión sistemática.</i>	42

## **Resumen**

**Introducción:** La evolución tecnológica en el mundo ha planteado retos importantes para la humanidad. Con la llegada de la inteligencia artificial, se han generado diferentes dudas de cómo será la interacción que tengan los profesionales en las habilidades a desarrollar en las diferentes áreas del conocimiento, para de esta manera lograr capacidades profesionales enfocadas a la resolución de problemas.

**Objetivo:** Describir los diferentes modelos de inteligencia artificial; Deep Learning y Machine Learning; empleados en el aprendizaje de la medicina del diagnóstico en medicina, enfocados en la evaluación de signos y síntomas para el diagnóstico de la enfermedad.

**Metodología:** Se realizó una revisión sistemática acerca del uso de modelos de inteligencia artificial para la enseñanza del aprendizaje del diagnóstico a partir de la presencia de signos síntomas, aplicando la guía PRISMA, se aplicó la verificación de los parámetros propuestos en la guía JAMA, se analizó por dos evaluadores externos con la herramienta CASPe, se valoraron los sesgos con las herramientas ROBIS. **Resultados:** Se eligieron 19 artículos, 42,10% correspondieron a Metaanálisis, 52,63% a revisiones sistemáticas y 5,27% revisión de alcance. Se empleó el uso de AI para el diagnóstico de diferentes enfermedades en diferentes áreas del conocimiento médico, 13 artículos usaron modelos de ML y DL, el uso de regresión logística representó el 73,68%, la estadística Bayesiana representó el 36,84%, los modelos de AI tienen una precisión para el diagnóstico de las enfermedades en comparación con los métodos tradicionales de mayores al 80% alcanzando niveles de precisión hasta del 99%. La predicción de toxicidad en cáncer de cabeza y cuello por quimioterapia ROC área de 0,82 IC 95% (0,771-0,868)  $p(<0,001)$ , competencias de trabajadores de la salud área ROC 0,96 IC 95% (0,954-0,976)  $p(<0,001)$ , en cirugía vascular área ROC 0,795 (0,61-1,00)  $p(<0,001)$ <sup>(34)</sup>, el diagnóstico de Alzheimer área ROC de 0,96 IC 95% de 0,94-0,97  $p$  significativa ( $<0,029$ ), la predicción de enfermedad cardiovascular ROC 0,843 IC95% (0,840-0,845)  $p(<0,001)$ . Para el diagnóstico de Alzheimer OR 1,42 IC 95% (1,15 – 1,76)  $p(<0,029)$ , hipertensión arterial y enfermedad cerebrovascular OR de 10,85 IC 95% (4,74-24,83)  $p(<0,05)$  y OR 25,08 IC 95% (11,48-54,78) ( $<0,05$ ). En contraste los OR de predicción para diabetes mellitus OR 0,09 IC 95% (0,048 – 0,167)  $p(<0,001)$ . **Conclusión:** El análisis de datos y el manejo de la información ha permitido que los modelos de AI tengan la capacidad de desarrollar algoritmos para situaciones complejas como el diagnóstico de la enfermedad. Lejos de reemplazar la actividad humana facilitarán su desarrollo académico e investigativo. La docencia tiene la obligación de formar a los profesionales y en este contexto a los médicos en la manejo óptimo y responsable de estas herramientas, integrándolos a la

didáctica y el currículo para consolidar habilidades clínicas como la detección de signos y síntomas, la integración con estudios bioquímicos y el incremento de su capacidad diagnóstica al relacionar esta información con análisis imagenológico, radiológico y no radiológico.

**Palabras Clave:** *Deep Learning, Machine Learning, Enseñanza, aprendizaje, Signos, síntomas.*

### **Abstract**

**Introduction:** Technological evolution in the world has posed significant challenges for humanity. With the arrival of artificial intelligence, different doubts have arisen about how professionals will interact, and the skills needed to be developed in various fields of knowledge, to achieve professional skills focused on problem-solving. **Objective:** To describe the different models of artificial intelligence; Deep Learning and Machine Learning; used in teaching diagnostic medicine, focusing on evaluating signs and symptoms for disease diagnosis. **Methodology:** A systematic review was conducted on the use of artificial intelligence models for teaching diagnostic learning based on the presence of signs and symptoms, applying the PRISMA guideline, verifying the parameters proposed in the JAMA guideline, analyzed by two external evaluators with the CASPe tool, bias was assessed using the ROBIS tools. **Results:** Nineteen articles were selected, with 42.10% corresponding to Meta-analyses, 52.63% to systematic reviews, and 5.27% to scoping reviews. AI was used for diagnosing various diseases in different medical fields, with 13 articles using ML and DL models. Logistic regression was used in 73.68% of cases, Bayesian statistics in 36.84%. AI models have shown a precision for diagnosing diseases of over 80% compared to traditional methods, reaching precision levels of up to 99%. Prediction of toxicity in head and neck cancer due to chemotherapy had a ROC area of 0.82, workers' competencies in the health field had a ROC area of 0.96, and for vascular surgery, the ROC area was 0.795. Alzheimer's diagnosis had a ROC area of 0.96, cardiovascular disease prediction achieved a ROC area of 0.843. Odds ratio for Alzheimer's diagnosis was 1.42, while for hypertension and cerebrovascular disease were 10.85 and 25.08, respectively. Conversely, the odds ratio for predicting diabetes mellitus was 0.09. **Conclusion:** Data analysis and information management have allowed AI models to develop algorithms for complex situations such as disease diagnosis. Instead of replacing human activity, they will facilitate academic and research development. Education has the duty to train professionals, including medical professionals, in the optimal and responsible use of these tools, integrating them into teaching methods and curricula to enhance clinical skills such as symptom detection, integration with biochemical studies, and improved

diagnostic capacity through the correlation of information with imaging and non-imaging analysis.

**Keywords:** *Deep Learning, machine Learning, teaching, Learning, Signs, symptoms.*

# 1. INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica en el mundo ha planteado retos importantes para la humanidad. Con la llegada de la inteligencia artificial (AI por sus siglas en inglés), se han generado diferentes dudas de cómo será la interacción que tengan los profesionales en las habilidades a desarrollar en las diferentes áreas del conocimiento, siendo fundamental evaluar la importancia y la aplicabilidad que tiene en la docencia y la pedagogía, en particular de la medicina, comprendiendo las herramientas de inteligencia artificial como un elemento fundamental en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias básicas y comunitarias, partiendo de las aptitudes que deben ser adquiridas en el campo de la semiología, como puente fundamental entre las áreas básicas y clínicas a las que se encuentran enfrentados los estudiantes en las ciencias de la salud.

Dentro del desarrollo del profesional, se busca tener herramientas sofisticadas en las diferentes áreas que conforman la disciplina, para de esta manera lograr capacidades profesionales enfocadas a la resolución de problemas en la vida real; valdría entonces la pena preguntarse si en la actualidad ¿el uso de AI resultaría ser un valor agregado, que permite a los docentes y estudiantes de las áreas de la salud generar habilidades reales en la resolución de problemas?

Planteándose así la inclusión de la AI en el macro y micro currículo de las diferentes asignaturas desde la didáctica, para lograr afianzar el desarrollo de los conocimientos impartidos. Debido a la incursión que el uso de las herramientas de AI ha venido teniendo en el acto médico y en la docencia.

Se considera fundamental en el proceso de investigación, realizar una búsqueda sistemática de la literatura acerca los diferentes modelos de AI; Deep Learning y Machine Learning; empleados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias básicas, enfocados en la evaluación de signos y síntomas para el diagnóstico de la enfermedad. Dicha búsqueda se realizó en las diferentes bases de datos, con artículos presentados en los últimos 2 años.

A partir de los resultados en esta búsqueda de la literatura, se desea incentivar la creación de nuevos proyectos de investigación enfocados en el uso de inteligencia artificial en educación médica, teniendo las bases fundamentales para el desarrollo de nuevos modelos de inteligencia artificial que permitan optimizar el aprendizaje de los estudiantes y desde modelos de simulación transpolar esto a la realidad.

## 2. MARCO TEÓRICO

En la actualidad muchas personas piensan que los robots influirán en el desarrollo y futuro de muchas profesiones, el banco central de búsqueda de Estados Unidos documentó que el 65% de las personas creen que muchos trabajos mejoran con el uso de esta tecnología, el 43% piensan que el desarrollo de inteligencia artificial permitirá mayor eficiencia y tan solo el 23% creen que esto mejorara la retribución económica <sup>(1)</sup>. En el siguiente mapa conceptual se abarcan los temas a tratar en el desarrollo del siguiente marco teórico, teniendo una idea fundamental del estado del arte. (Anexo 1)

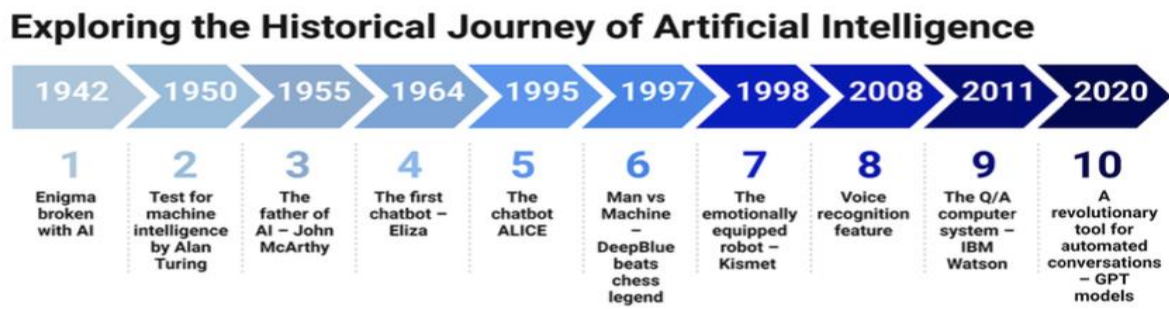
### **2.1. El comienzo de la AI, su evolución y enfoque**

El termino AI viene en vigencia desde Alan Turing (1950) Christopher Strachey (1951) y John McCarthy (1956), cuando se planteó la posibilidad de máquinas que pudiesen pensar <sup>(2,3)</sup>, con el objetivo de desarrollar un modelo que tuviese la capacidad de cambiar la percepción de búsqueda a partir de términos altamente especializados, definición que evoluciono hasta 2007 donde se indicó la inteligencia artificial como la creación de máquinas y softwares inteligentes, que logren comprender la inteligencia humana para de esta manera desarrollar la capacidad de resolver tareas específicas <sup>(4)</sup>, sin embargo, la noción de máquinas pensantes viene desde Rene Descartes (1637) como un avance lejos de la actualidad<sup>(2)</sup>.

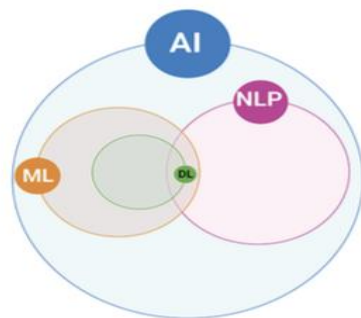
La AI está principalmente enfocada en el análisis de datos desde los algoritmos de Machine Learning (ML), donde se toma información específica y se crean subredes conocidas como DNNs (Deep neural networks) que han incrementado la utilidad, aplicabilidad y velocidad del ML, empleando los NLP (Natural Language Processing) para con ello desarrollar modelos de Deep Learning (DL), condición caracterizada por ser un modelo de inteligencia artificial que es capaz de crear conductas de aprendizaje por sí mismo, generando los LLMs (Large Language Models) que toman extenso número de datos para producir nuevo contenido basado en texto<sup>(1,3,4)</sup>, empleando estos modelos para simular condiciones propias de la inteligencia humana <sup>(2,3)</sup>.

La programación desde los NPL va encaminada a que la inteligencia artificial desarrolle asistentes virtuales que puedan entender el lenguaje natural de los humanos, para así ejecutar tareas, lo que se ha mostrado con la evolución de la AI durante estos casi 60 años (Ver ilustración 1) <sup>(3)</sup>.

## Ilustración 1. Evolución de inteligencia artificial y entendimiento de la interacción entre los diferentes modelos de AI.



### Understanding the Relationship Between AI, ML, DL, and NLP



- AI is a broad field that includes anything related to making machines smart.
- NLP is the branch of AI focused on teaching machines to understand, interpret, and generate human language.
- ML is a subset of AI that involves systems that can learn by themselves.
- DL is a subset of ML that uses models built on deep neural networks to detect patterns with minimal human involvement.

Línea de tiempo de la evolución de la inteligencia artificial y la relación existente entre los diferentes modelos de AI. Tomado de Revolucionar la atención sanitaria: el papel de la inteligencia artificial en la práctica clínica <sup>(3)</sup>

## 2.2. Inteligencia artificial aplicada en la docencia en salud.

A lo largo de la historia, la presencia de dispositivos electrónicos ha permitido disminuir las actividades de los empleados, sin que estos desaparezcan por completo, pensando así en la AI, como una herramienta que modifica el desarrollo de la profesión, haciendo a los trabajadores más eficientes, sin dejar de lado el componente humano necesario para la ejecución de cualquier oficio <sup>(1)</sup>. En educación, lecciones de aprendizaje pueden darse a partir de las fallas y aciertos de la inteligencia artificial, sin embargo, se ha evaluado como una herramienta buena para la enseñanza, teniendo en cuenta que lejos de reemplazar a los docentes, la inteligencia artificial será un elemento que, desde la didáctica, pondrá a prueba a los buenos profesores, para que utilicen estos modelos integrándolos a los currículos como un elemento que sirva para entrenar a los estudiantes en la resolución de problemas; evidenciando que su mayor potencial en la educación se ha visto en la educación médica <sup>(2)</sup>. Entendiendo la didáctica como aquella serie de estrategias que permiten desarrollar un objetivo de aprendizaje.

Un ejemplo claro de esto es la optimización en el desarrollo de la medicina para el reconocimiento de patrones, logrando así el diagnóstico más oportuno de la enfermedad <sup>(1)</sup>. Con la evolución de la AI, el diario vivir del ejercicio médico ha tenido contacto con ciertos modelos en diferentes áreas de interés como los son radiología, medicina nuclear, histopatología, cardiología, oftalmología, cuidado de la salud y laboratorio clínico <sup>(4)</sup>. El impacto de la inteligencia artificial ha cambiado el cuidado en salud, la financiación, el transporte y el manejo de archivos, impactando en cada condición para su crecimiento <sup>(3)</sup>. Lo que afectara de manera directa las perspectivas macro y micro curriculares que se desarrollan en las diferentes áreas de conocimiento médico anteriormente descritas, ya que será responsabilidad académica, incluir dentro del desarrollo del plan curricular los modelos de AI como una competencia a adquirir.

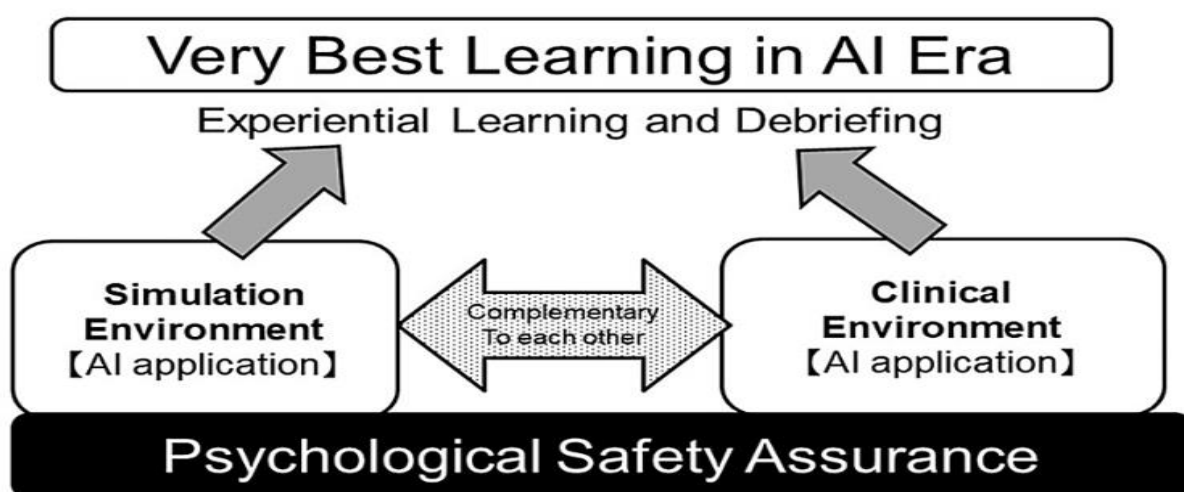
El futuro de los trabajadores que manejen estas tecnologías dará la oportunidad de nuevas actividades y funciones, por lo que, el impacto de la inteligencia artificial debe ser manejado para preservar el aprendizaje de las áreas del conocimiento. Instituciones como la universidad de Purdue, la universidad de Indiana y el instituto tecnológico de Massachusetts en Estados Unidos, han planteado la importancia de crear entornos de simulación basados en inteligencia artificial en donde la aplicabilidad de estos modelos genere prosperidad en el desarrollo de los estudiantes que posteriormente se convertirán en profesionales y trabajadores, con lo que se plantea la posibilidad de reestructurar la educación, para aprovechar la AI no en reemplazar tareas, sino en fortalecer aptitudes como el liderazgo, el trabajo en equipo, la persuasión, la perseverancia y la experiencia, situaciones que actualmente aún no ha sido totalmente desarrolladas en el entorno profesional <sup>(1)</sup>. Por lo que, debemos encontrar el uso de las herramientas de AI en la educación médica, con el fin de hacer cambios en la enseñanza, el aprendizaje y el diseño de currículo con el objetivo de una incursión del estudiante a estas nuevas tecnologías para resolver problemas <sup>(4,5)</sup>. Incluso creando sistemas de tutoría que se adapten a cada una de las necesidades de los estudiantes, principalmente en áreas como las matemáticas y las ciencias básicas <sup>(3)</sup>. Donde queda en evidencia la aplicación de la AI en el desarrollo pedagógico, buscando otras maneras de optimizar el desarrollo adecuado del aprendizaje basado en problemas.

En medicina, las aplicaciones de inteligencia artificial, vienen en crecimiento durante los últimos años, desde el aprendizaje, hasta el diagnóstico oportuno evitando el error clínico, con lo que se fortalece una relación inter estructural entre el estudiante y el contenido, por lo que el aprendizaje de los principios de AI termina siendo un requisito más en la formación de los médicos, desde su proceso de investigación, hasta la práctica clínica<sup>(6)</sup>, es por esto que los modelos de AI, deberán ser aplicados en la simulación clínica, dado el valor fundamental que los entornos de simulación tienen en la adquisición de herramientas técnicas y no técnicas para el desarrollo de las habilidades que permitan a los profesionales la integración del aprendizaje basado en problemas, impactando de forma positiva en el ejercicio de las áreas clínicas y la relación auto estructurante que el docente puede llevar a desarrollar con el estudiante y el contenido de lo que pretende enseñar<sup>(5)</sup>.

Las técnicas de impresión en 3D, la ingeniería aplicada a la AI y ML, el incremento de creación de literatura médica a partir de AI, los sistemas de integración especializados, el entrenamiento de habilidades y la simulación clínica con modelos de inteligencia artificial, son las herramientas en las que se debe enfocar la medicina para desarrollar su optimización a futuro <sup>(1)</sup>, un ejemplo claro de ello, es el uso de AI para el desarrollo y análisis de mamografías en cáncer de mama, donde la sensibilidad de los modelos de AI fue del 90% en comparación con los radiólogos siendo del 78%, valores similares se han documentado en patologías como el cáncer de piel, la retinopatía diabética y la identificación de anomalías en el electrocardiograma <sup>(3)</sup>, lo que demuestra la importancia de que el médico tenga la capacidad de emplear la AI como una herramienta propia del ejercicio profesional, orientando las técnicas didácticas al aprendizaje basado en problemas, para optimizar sus habilidades y así lograr resolver los retos que el paciente demanda de una forma oportuna <sup>(4)</sup>, incluso es fundamental ver como los modelos de inteligencia artificial han logrado desarrollar contextos que resultan muy complejos para la inteligencia humana, un ejemplo de ello son los avances en genómica, en el desarrollo de fármacos y planes de tratamiento, dejando clara su importancia en la salud y el valor fundamental de su aplicación y uso<sup>(3)</sup>. Lo que desde la didáctica potencia el aprendizaje basado en la investigación, No obstante, el uso de la inteligencia artificial por parte de los estudiantes no se encuentra del todo clara y es obligación de los docentes determinar cómo sacar el mayor provecho de este proceso, teniendo en cuenta que el mejoramiento de los modelos va a generar simuladores más sofisticados y con esto un incremento en el costo de esta modalidad de aprendizaje, pero a su vez permitirá un mejor aprendizaje, si se logra la integración del entorno de simulación con el entorno clínico, desde la seguridad psicológica, basándose en el aprendizaje

experimental (*Ver ilustración 2*) <sup>(5)</sup>, con lo que se potencia el argumento de la relación autoestimulante que el docente logre con el estudiante, haciendo parte fundamental del desarrollo, el uso de herramientas didácticas que se dirijan a la aplicación de modelos de inteligencia artificial a partir de talleres educativos, donde el docente logre potencializar elementos fundamentales en la didáctica como los juegos de roles y el aprendizaje entre pares. Resulta entonces fundamental comprender la visión que realmente tienen los estudiantes de la AI, para lo que existen herramientas como la escala MAIRS-MS (Medical artificial intelligence readiness scale for medical students), donde se evalúan criterios de cognición, habilidad, visión y ética para realizar un evaluación psicométrica de los estudiantes y su percepción con la AI, con lo que se ha evidenciado la importancia del pensamiento de AI en el currículo para así aprovechar los diferentes modelos de aprendizaje a partir de modelos de crecimiento educativo, que a la final permiten el desarrollo del modelo constructivista que el estudiante necesita en áreas como la semiología, desde el punto de vista en que el paciente a partir de la experimentación y la experiencia va creando su propio concepto y afianzando su conocimiento, siendo los modelos de AI, un elemento que desde la didáctica permite a los estudiantes mejorar su curva de aprendizaje <sup>(6)</sup>.

**Ilustración 2. Complemento de la educación clínica y la educación basada en simulación produce mejor aprendizaje en la era de la AI**



Relación del entorno de simulación y el entorno clínico desde el aprendizaje experimental y la introspección para un mejor aprendizaje. Tomado de Educación basada en simulación en la era de la inteligencia artificial <sup>(5)</sup>.

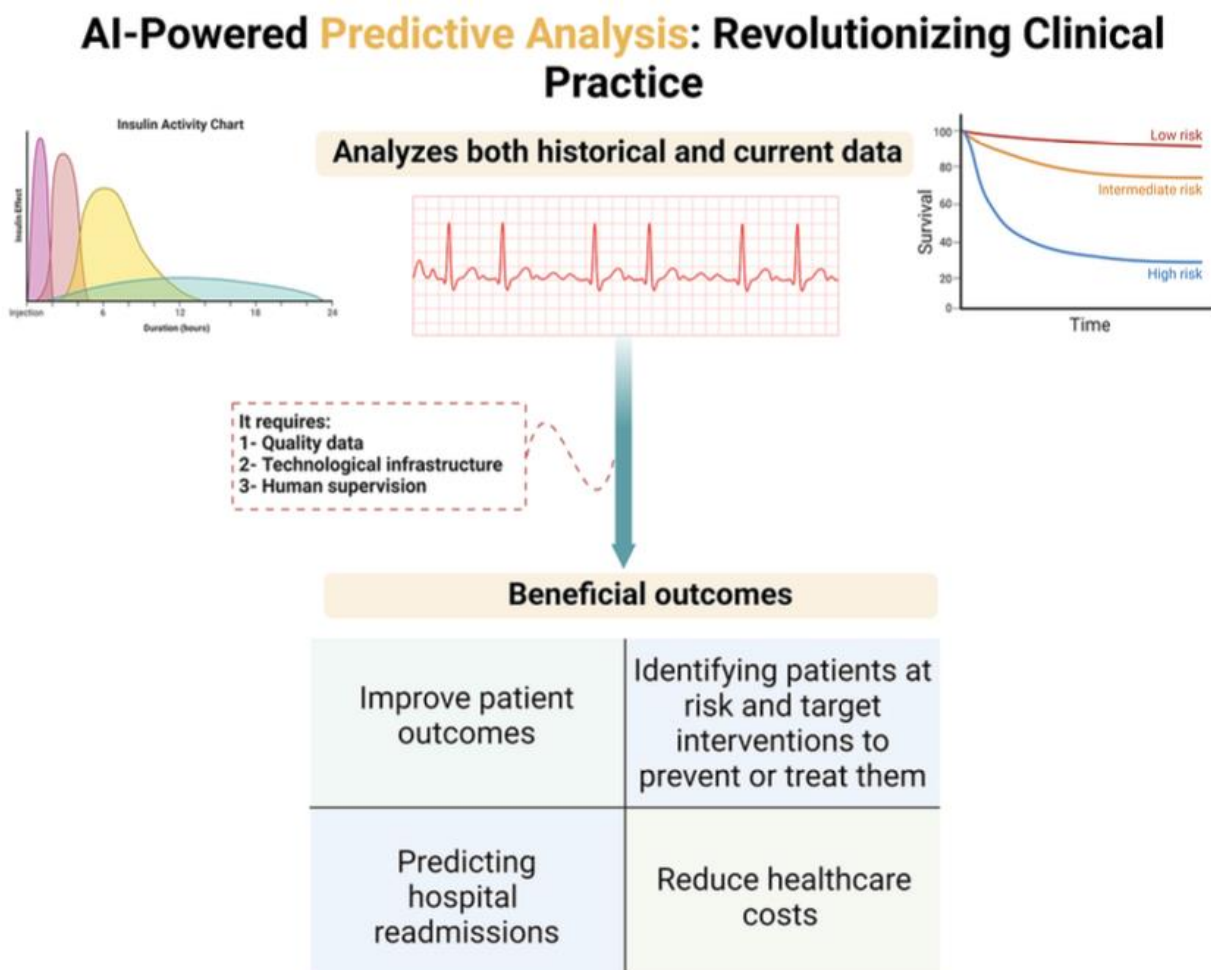
### **2.3. El futuro de la AI en el futuro medico**

Con el futuro de estas herramientas de inteligencia artificial y con la aparición de DL, como base de la tercera generación de AI, se han desarrollado modelos que permitan incrementar herramientas para el desarrollo médico, a partir del razonamiento, el descubrimiento y el aprendizaje de experiencias pasadas, capacidades que los modelos de inteligencia artificial basados en Deep Learning pueden llegar a generar, con lo que se ha incrementado el Big Data, para crear información médica específica, con lo que se podrían desarrollar entornos que faciliten el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad <sup>(2,5)</sup>. Pero adicionalmente la inteligencia artificial determinara una mejor manera en el acceso a la información y las grandes búsquedas a partir de manejo de datos, con lo que se tendrá en el desarrollo de los médicos una herramienta exacta en la búsqueda de la información que permita una mejor toma de conductas, ya que si bien en curva de distribución normal se ha documentado que la AI es mejor en conceptualización al 50% de los estudiantes de medicina, la integración de este modelo a las capacidades humanas, hará profesionales con mayor información al momento de una decisión clínica, por lo que se debe comprender el rol real de la inteligencia

artificial y su integración en la práctica clínica, con lo que el modelo pedagógico humanista lejos de verse relegado, será fortalecido, ya que los modelos de inteligencia artificial permitirán al estudiante de medicina, comprender cada caso como particular, determinando así las necesidades clínica delimitadas desde un contexto psicosocial, mostrando la importancia de los modelos de AI, no solo en el contexto clínico, sino a su vez en las áreas comunitarias <sup>(2,3)</sup>.

Resulta fundamental comprender, que el personal de salud en la actualidad ha venido empleando las iniciativas de predicción analítica que se usan en las guías de manejo clínico a nivel mundial para el desarrollo de la profesión, partiendo que muchas de estas herramientas de predicción son creadas o manejadas con AI, teniendo la capacidad de tomar diferentes datos como antecedentes clínicos, condiciones sociodemográficas, factores de riesgo, para calcular el riesgo y las medidas de prevención para cualquier condición en salud, lo que evalúa el tiempo de sobrieda, la duración en los servicio de salud y el riesgo de reingreso (*Ver ilustración 3*), mostrando la importancia de la optimización clínica de los diferentes modelos de inteligencia artificial aplicados en el diario de la formación médica y su ejercicio profesional <sup>(3)</sup>.

**Ilustración 3. Análisis predictivo clínico a partir de modelos de AI**



Tomado de Revolucionar la atención sanitaria: el papel de la inteligencia artificial en la práctica clínica <sup>(3)</sup>

Todo partiendo de que la proliferación científica y el desarrollo clínico son abrumadoras para los profesionales en salud y su aprendizaje basado en la evidencia, donde se ha documentado que para 2023 1,4 millones de citas han tenido lugar según Medline, con lo que los avances en medicina y las áreas clínicas van en constante desarrollo, siendo para cualquier profesional estar a la vanguardia la mayor dificultad, situación que hacen ver

cada vez la mayor necesidad en la síntesis agrupada y filtrada de la información, medida que puede ser lograda por la AI, dando la oportunidad a la educación de enfocarse en potencializar el aprendizaje basado en la práctica, la lectura didáctica y el desarrollo interpersonal de la educación, creando profesionales con mayor integralidad del conocimiento desde un punto de vista altamente investigativo <sup>(7)</sup>. Por esto, resulta necesario, comprender que la capacidad de integrar información por parte de la AI, en especial los modelos de DL, genera una asociación acumulada algorítmica a través de factores predictoras y de riesgo para enfermedades, por lo que la búsqueda de literatura médica resulta altamente efectiva con estos modelos, facilitando procesos de investigación y con ello la creación de nueva evidencia con mayor exactitud <sup>(3)</sup>.

Se ha pensado que la AI al tener ese valor con la interacción de signos y síntomas para el diagnóstico de enfermedad y la prevención de complicaciones, esta no tendría la capacidad de empatizar con el enfermo, por lo que, la importancia del profesional es fundamental, siendo relevante intensificar la educación basada en la empatía y la comprensión psicosocial de la enfermedad para que estos modelos sean una herramienta y no un reemplazo del médico, teniendo en cuenta que en la actualidad se ha intentado reducir el tiempo que el médico emplea en el conocimiento y la interacción con el paciente, una situación contraproducente con la aparición de la AI, y que será realmente contrarrestada con la continuación y fortalecimiento del examen físico y la busca de signos que la máquina sin el factor humano jamás podría interpretar, entonces, desde la educación médica se debe entender que la AI no reemplaza la profesión sino únicamente algunos de sus funciones <sup>(2)</sup>.

Con los avances de la medicina, el diagnóstico efectivo de las enfermedades es el factor que más importancia tiene para la prevención temprana de las mismas, un ejemplo de ello son las enfermedades oncológicas, donde la detección temprana, termina desencadenando uno de los valores agregados en el pronóstico y el costo de la enfermedad; modelos de inteligencia artificial con ML empleados para el análisis de estos datos, basados en el lenguaje de síntomas y su capacidad para el manejo y recopilación de datos extensos y específicos, podría facilitar el proceso de diagnóstico y clasificación de la enfermedad, para con ello mejorar la costoefectividad desde los DNNs, así como la reducción de errores humanos disminuyendo el tiempo de resultados y tratamientos acertados <sup>(3)</sup>.

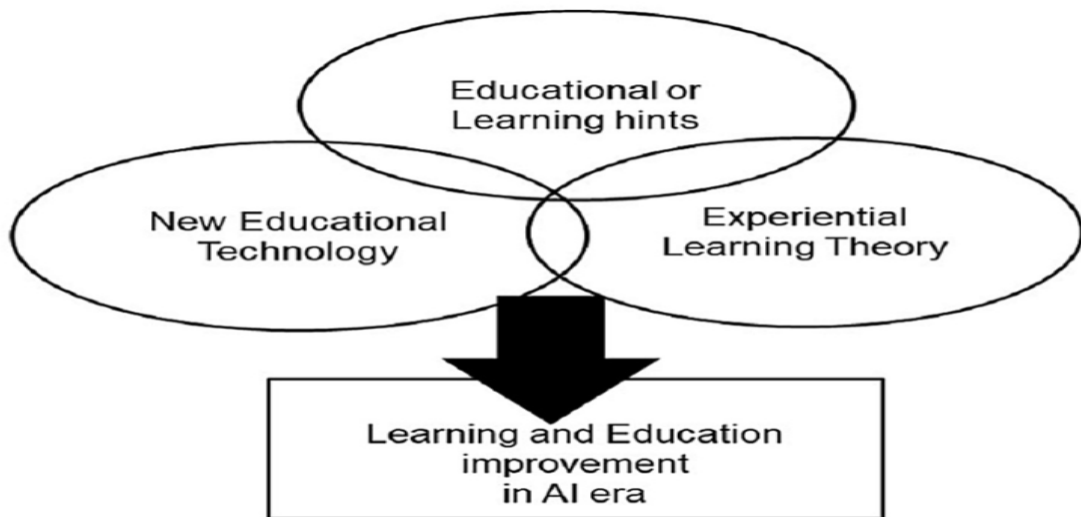
## **2.4. La nueva evolución en educación**

Es importante entonces que se evalué la educación interprofesional, en la que se debe garantizar que dos o más profesionales aprendan de las mismas cosas; en este caso salud; desde puntos de vista epistemológicos diferentes, creando una mayor colaboración entre diferentes áreas del conocimiento para la resolución de problemas mejorando así los resultados <sup>(7)</sup>.

Por lo que, el crecimiento de la inteligencia artificial no solo dará herramientas a los profesionales en la salud sobre el abordaje de la enfermedad, sino que facilitará e impulsará al paciente a tener un acercamiento con la interpretación de signos y síntomas, por lo que es obligación de los profesionales en salud y de los creadores de inteligencia artificial, generar espacios enfatizados en fortalecer las herramientas humanísticas de la profesión, para que los modelos tecnológicos, no reemplacen el ejercicio médico, y por el contrario brinden maneras, para optimizar el autocuidado, la promoción y la prevención de la enfermedad, sin dejar de lado la posibilidad de que los modelos pueden cometer errores, por lo que de igual manera el estudiante debe tener el desarrollo claro de las áreas del conocimiento apartado de la AI (*Ver ilustración 4*), llevando a que se vea la inteligencia artificial y sobre todo los modelos de Deep Learning como una herramienta más que debe ser analizada de forma crítica <sup>(5)</sup>. Partiendo de la condición fundamental en la que se debe comprender que el

desarrollo crítico del profesional garantiza aprendizaje relevante, coherente y continuo (Ver ilustración 5) <sup>(7)</sup>.

**Ilustración 4. integración del aprendizaje y la educación en la era de la inteligencia artificial**



Interacción de la nueva tecnología en educación, asociada a la educación tradicional y la teoría de aprendizaje experimental en el desarrollo de un mejor aprendizaje y educación. Tomado de Educación basada en simulación en la era de la inteligencia artificial <sup>(6)</sup>.

**Ilustración 5. Reflexión del aprendizaje clínico y la acreditación profesional en el adecuado cuidado y resultados en salud.**



Rutas de práctica clínica y acreditación profesional que construyen una mejor persona y profesional con lo que se garantizan mejores resultados en salud. Tomado de Uso de una plataforma desarrollada con inteligencia artificial para el aprendizaje reflexivo, desde un aporte continuo de la educación médica y profesional y el acceso oportuno y equitativo a la educación interpersonal. <sup>(7)</sup>

Resulta así fundamental, que dentro de los nuevos roles en educación, el profesor en general y particularmente en educación médica, debe transferir al estudiante conocimiento amplio y diferente, dirigido a generar desde la docencia, proactividad en el diseño de nuevos modelos

de inteligencia artificial, herramientas para la correcta comunicación con dichos modelos, adecuado manejo de la AI enfocada en el diagnóstico, consolidación del Deep Learning en salud, reorientación de los roles a ejecutar por el profesional y de los roles que pueden ser llevados por la AI, el aprendizaje de nueva tecnología médica, el uso de robots en el ejercicio profesional y la interpretación de los E-Patients (Pacientes que practican su desarrollo personal desde la interacción total con la tecnología “Homomodus”), todo partiendo desde la base fundamentada en ciencias básicas, bioética y aplicación a las ciencias clínicas<sup>(2)</sup>.

## 2.5. Las barreras y los costos de la AI

Por otro lado, se ha planteado la reflexión de que la AI, no está disponible para todo el mundo generando barreras en el conocimiento y limitando las oportunidades de unos con respecto a los otros <sup>(7)</sup>. En 2018 el instituto de evaluación de Brookings describió que existe una inequidad racial en las actividades que pueden ser remplazadas por la AI, donde 47% de los trabajadores hispanos y 44% de los trabajadores afrodescendientes podrían ser reemplazados en relación con los trabajadores caucásicos y asiáticos 40 y 39% respectivamente <sup>(1)</sup>. La Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos para 2017 reporto que las actividades que tienden a desaparecer son aquellas que se han asociado históricamente a clases sociales medias y bajas, situación que muestra la importancia de incrementar el uso de estas herramientas en la formación académica para que de esta manera se pueda delimitar la automatización de tareas sin afectar el desarrollo profesional del individuo, esto como consecuencia de la importancia que se reportó para 2022, principalmente en medicina e ingeniería donde el desarrollo técnico debe ser altamente flexible y con visión al futuro<sup>(1)</sup>. Adicionalmente, se han evaluado las posibles barreras en educación con AI desde el aprendizaje reflexivo, donde el tiempo, el costo, la motivación, el entendimiento y la relevancia del proceso, apoyo entre pares, la percepción de jerarquías entre profesionales y la equidad, limitan el adecuado aprovechamiento de la AI (Ver Tabla 1) <sup>(7)</sup>.

**Tabla 1. Barreras en educación reflexiva para uso de AI**

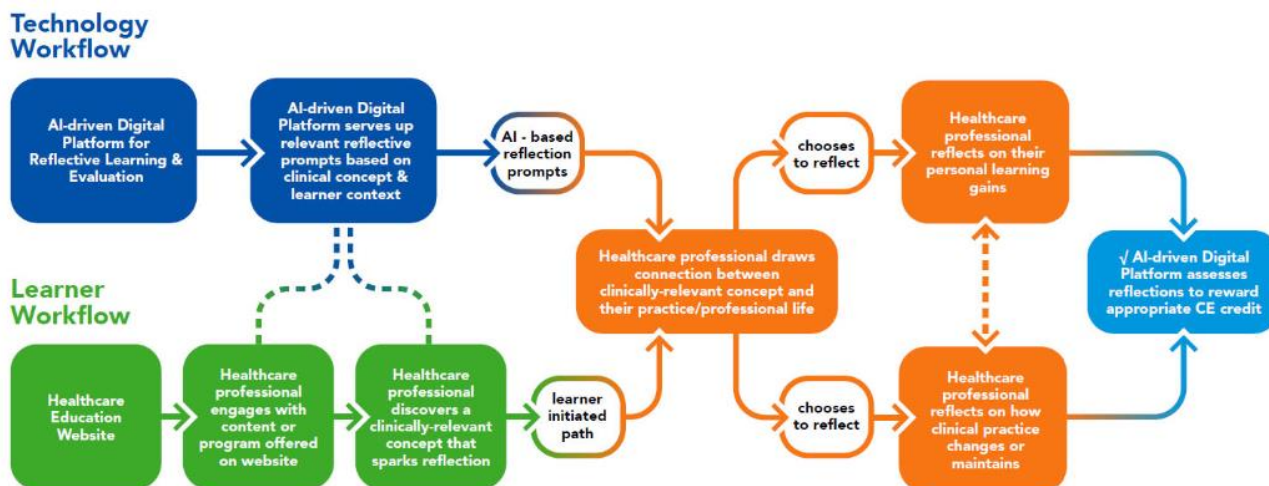
<b>Barrera</b>	<b>Oportunidad para uso de una plataforma de AI</b>
Costo	Bajo costo en relación con otros métodos de aprendizaje
Tiempo	asincronía del tiempo
Motivación	Autoaprendizaje
Aprendizaje y relevancia del proceso	Punto de atención indicado a actividades de reflexión
Apoyo entre pares y jerarquías	Aprendizaje conjunto sin importar el orden jerárquico
Equidad	Ideas diversas/Personas diversas

Barreras y causas que desde el aprendizaje reflexivo limitan el uso de AI. Tomado de Uso de una plataforma desarrollada con inteligencia artificial para el aprendizaje reflexivo, desde un aporte continuo de la educación médica y profesional y el acceso oportuno y equitativo a la educación interpersonal. <sup>(7)</sup>

Es así como, los modelos de inteligencia artificial, no simplemente van encaminados a la conceptualización de la información desde el análisis de datos, sino que también permite generar modelos que analicen el aprendizaje reflexivo para soportar la educación interprofesional (Ver ilustración 6), donde se evaluó la oportunidad que tiene un estudiante de aprender áreas del conocimiento diferentes a las de su formación académica principal de forma rápida y fácil, pero también evalúen la percepción que tiene un estudiante desde su

profesión sobre el aprendizaje adquirido y la percepción de esas áreas del conocimiento diferentes, a la vez que comprenden la aplicación de las herramientas de inteligencia artificial empleadas en educación, por lo que la AI empleada en el aprendizaje reflexivo sería fundamental para la educación médica<sup>(7)</sup>.

**Ilustración 6. Modelos de inteligencia artificial para el aprendizaje reflexivo en educación en salud.**

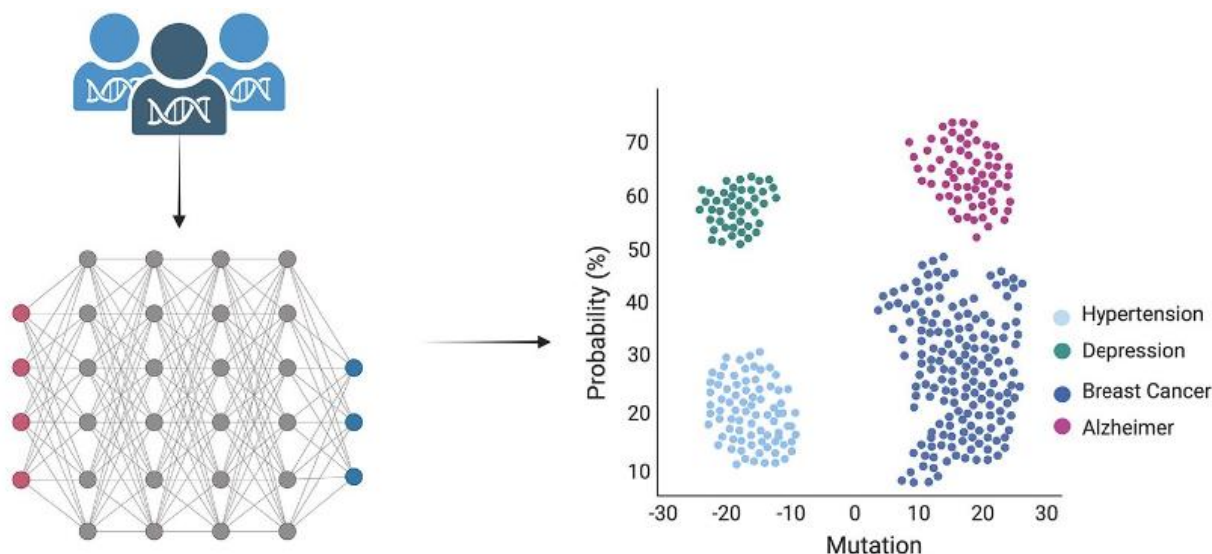


Interacción entre el trabajo de flujo de la tecnología y el trabajo de flujo de la persona en aprendizaje para lograr equilibrios teórico-prácticos. Tomado de Uso de una plataforma desarrollada con inteligencia artificial para el aprendizaje reflexivo, desde un aporte continuo de la educación médica y profesional y el acceso oportuno y equitativo a la educación interpersonal. <sup>(7)</sup>

## **2.6. Inteligencia artificial una revolución desde la comunicación hasta la genómica humana**

Otra parte importante de la AI aplicada en la salud, son los estudios de AI en torno a la genómica humana, donde se ha logrado evaluar la posibilidad que tienen los modelos de ML y DL para análisis la posibilidad de desarrollo y sobrevida de la enfermedad de forma personalizada para cada individuo desde los propios genotipos, partiendo de mutaciones mediante el cálculo de probabilidades para la presentación de una condición patológica (Ver *Ilustración 7*), situación similar ocurre con respecto a la costoefectividad y dosis terapéutica empleada para los diferentes medicamentos limitando sus efectos adversos y complicaciones <sup>(3)</sup>.

**Ilustración 7. Extracción de ADN/ARN y genotipos para la organización de la probabilidad para desarrollo de algunas enfermedades empleando modelos de AI.**



Cambios de los genes y la supresión o mutación de estos como impacta en la enfermedad de acuerdo con su fisiopatología. Tomado de Revolucionar la atención sanitaria: el papel de la inteligencia artificial en la práctica clínica <sup>(3)</sup>

La revolución de los modelos de AI operados por NPL y ML que tienen la capacidad de integrar el lenguaje natural para resolver preguntas a partir de un rango de respuesta ha generado curiosidad para el aprendizaje en ciencias médicas, el más comúnmente empleado por los estudiantes es Chat GPT, un modelo que a partir de respuestas secuenciales, resuelve problemas de diferentes temáticas, tomando la primera pregunta y creando una respuesta directa, estando a la espera de una segunda pregunta que genera la necesidad de que el modelo de AI responda posterior a un proceso de abstracción e interpretación, brindando dicha respuesta desde información basada en evidencia o una simple opinión para la que el modelo ha sido programado <sup>(8,9)</sup>, es tal el avance que se evaluó la capacidad de Chat GPT para resolver las preguntas de las tres fases del USMLE (US medical Licensing Exam), brindando mejores resultados que un estudiante promedio, no obstante teniendo limitaciones en el contexto de semiología, pero a su vez evidenciando la importancia de modelos de AI en la educación y en la práctica clínica<sup>(10)</sup>. En 2020, Samuel Wolley enfatizó en el futuro de la inteligencia artificial y su relación con la educación, así como su importancia al ser punto clave en el desarrollo de los niveles de evidencia de la información. Sin embargo, se debe tener cuidado puesto que robots operados por ML, tales como Chat-GPT, tienen en algún momento la capacidad de crear artículos, novelas, capítulos de libro entre otras cosas con una simple palabra, con lo que se podría ver afectado el pensamiento crítico de los estudiantes, los derechos de autor y el impacto bioético en investigación, mostrando la importancia del uso dirigido de la AI en la academia <sup>(4,5)</sup>, entonces, no resulta del todo claro que modelos como Chat GPT realmente proporcionan algún beneficio para el estudiante y su formación académica, sin embargo, se ha demostrado que el modelo acierta en la respuesta de los estudiantes en un 80% de manera veraz, así mismo, la manera como el modelo de AI, emplea lenguaje comprensible para el estudiante, da una ventaja en el proceso para la claridad del conceptos y afianzamiento de los mismo (*Ver ilustración 8*) <sup>(8,9)</sup>, lo que muestra, la necesidad imperativa que la academia actual tiene con los modelos de AI, dado que al desarrollar tanto la habilidad para generar propuestas científicas de enseñanza, como la habilidad para convertirse en herramientas fundamentales en la prevención y promoción de la enfermedad, facilitan el aprendizaje de los estudiantes y pacientes, lo que a largo plazo mejorará el ejercicio médico, brindando mejores resultados y reduciendo costos en salud pública <sup>(3,8,9)</sup>, siempre y cuando, la creación de modelos de AI, sean bajo la supervisión de expertos en las diferentes áreas médicas, creando algoritmos específicos que validen las respuestas de los dispositivos con la plausibilidad biológica de cada tema <sup>(10,11)</sup>, en donde los

expertos deben ser la base para los diferentes modelos, dejando claro que la habilidad propia del médico puede ser altamente apoyada por modelos de AI, pero jamás reemplazada <sup>(12)</sup>.

**Ilustración 8. Respuesta de Chat GPT a la pregunta: "Responda la siguiente pregunta con dos referencias de libros de texto: ¿Por qué el cultivo puro es crucial para la teoría de los gérmenes?"**



Pure culture is crucial to the germ theory because it allows researchers to isolate and study individual microorganisms in a controlled environment, without interference from other microorganisms. This enables them to determine which microorganisms are responsible for specific diseases and to study their properties and behavior.

One reference that discusses the importance of pure culture in the germ theory is "Microbiology: An Introduction" by Gerard Tortora, Berdell Funke, and Christine Case (13th edition, Pearson, 2019). Chapter 1 of this textbook provides an overview of the history of microbiology and the development of the germ theory, including the importance of pure culture in identifying and studying microorganisms.

Another reference that discusses the importance of pure culture in the germ theory is "Prescott's Microbiology" by Joanne Willey, Linda Sherwood, Christopher J. Woolverton (10th edition, McGraw-Hill Education, 2016). Chapter 1 of this textbook provides an introduction to microbiology and the development of the germ theory, including the importance of pure culture in identifying and studying microorganisms.

Tomado de Evaluación de la capacidad de Chat GPT en responder a conocimiento de primer y segundo orden según competencias en microbiología a partir de currículo basado en educación médica. <sup>(8)</sup>

Pese a esto, si bien la inteligencia artificial tendrá la posibilidad de potencializar la práctica clínica, también desarrollara cambios importantes en la dirección de como se ha enseñado y ejercido la medicina. Dado que si bien, se genera una mayor probabilidad de acertar en condiciones clínicas más complejas, el inadecuado empleo de estas herramientas podría llevar a que la información disponible no tenga la evidencia adecuada o simplemente dicha información sea manipulada para intereses particulares, con lo que el aprendizaje reflexivo desde el componente ético y el apoyo educativo en el que el estudiante entienda el modelo de AI y aprenda a discernir la información entre la correcta y la incorrecta, permitirá que la inteligencia artificial no afecte de forma negativa áreas de alta complejidad, donde errores de un modelo tecnológico, puedan tener impactos realmente negativos e incluso letales en el desenlace del paciente, por esto el rol del docente, como un guía en la relación auto estructurante, determinara la importancia del docente en el proceso de aprendizaje, para que las herramientas de AI jueguen a favor del aprendizaje y por ende del ejercicio profesional <sup>(3)</sup>.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inteligencia artificial se basa en la creación y desarrollo de máquinas que simulan la inteligencia humana siendo una de las herramientas de tecnología más importante para esta época <sup>(13)</sup>, generando un cambio dinámico y dramático en la educación a partir de oportunidades y cambios, potencializando y revolucionando la enseñanza y el aprendizaje en actividades administrativas, aprendizaje basado en experiencia y desarrollo de actividades críticas en el mundo digital <sup>(14)</sup>. Con lo que las necesidades y avances de la humanidad han llevado a que la AI tenga un poder fundamental en facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la educación superior principalmente dado el interés y el papel que juega la tecnología en la vida de las nuevas generaciones <sup>(13)</sup>.

Creando así una necesidad entre los investigadores en educación, quienes tienen la responsabilidad de comprender, manejar y desarrollar modelos y aplicaciones basadas en AI que permitan ser incorporadas a las actividades educativas, con el objetivo de cerrar brechas entre los avances de la AI y la educación formal, logrando crear modelos que desde la práctica permitan desarrollar el aprendizaje, al mismo tiempo que permitan evaluar el desempeño de los estudiantes <sup>(15)</sup>.

Los esfuerzos de la revolución industrial han dividido a la humanidad con desarrollo social, económico y tecnológico <sup>(50)</sup>, la evolución tecnológica ha generado cuatro etapas del desarrollo humano <sup>(50,51)</sup>, en donde la tecnología de cada época, desde la máquina de vapor, pasando por el internet, llegando a la tecnología han planteado la posibilidad de un dominio sobre los humanos <sup>(51)</sup>, sin embargo siempre nos hemos acoplado como especie, generando de estos avances tecnológicos herramientas que nos han facilitado el diario vivir. Situación similar se plantea con la AI<sup>(12-24)</sup>.

La revolución de la inteligencia artificial se da a partir de los modelos de Machine Learning, Deep Learning, el manejo de gráficas y razonamiento de la información, a partir de redes neuronales que se organizan en vías computacionales simples con el fin de asemejarse a la función de las neuronas humanas con el objetivo de articular fuertemente conceptos a situaciones de la vida cotidiana<sup>(16)</sup>, logrando así la eficacia en el manejo de los datos, con lo que se delimita la comprensión del mundo para la toma sistemática de decisiones, en particular en ciencia, ingeniería, leyes y medicina, donde son fundamentales para la práctica, la investigación y el análisis de resultados<sup>(13,14,16)</sup>.

En medicina el incremento del uso de la tecnología, ha llevado a que los estudiantes de la actualidad trabajen en diferentes entornos relacionados con los avances tecnológicos, principalmente como respuesta a las necesidades generadas durante la pandemia por COVID – 19<sup>(17)</sup>, con lo cual, los estudiantes tienen la percepción de que los modelos de inteligencia artificial tendrán un impacto influyente en el desarrollo de la profesión, por lo que es fundamental definir y contribuir a la integración de la enseñanza de modelos de AI, estableciendo los objetivos y resultados de aprendizaje que se quieren lograr<sup>(18)</sup>, cambiando los valores y las expectativas en educación, entendiendo la importancia de proteger los aspectos humanísticos que delimitan la relación médico-paciente<sup>(17)</sup>, pero brindando nuevos roles al médico contemporáneo, donde se comprendan los modelos de AI empleados en medicina, discutiendo sus aspectos éticos y el valor que tienen en la prevención, diagnóstico de enfermedades y mantenimiento de la salud <sup>(17,18)</sup>.

Lo que propone unas ventajas dadas por la aplicación de modelos de inteligencia artificial, entre los que se encuentra la expansión de la medicina a la realidad virtual, el aprendizaje individualizado de acuerdo a las expectativas y necesidades del estudiante, el mejoramiento en los modelos de simulación incrementando su posibilidad de práctica en entornos de menor

estrés con la posibilidad de educación continua 24/7, la mayor accesibilidad a la información médica, incremento en la posibilidad de resolución de problemas a grande, mediana y pequeña escala, incluso problemas muy particulares, lo que permite una mejor individualización de cada caso clínico disminuyendo la posibilidad de errores médicos y mejorando la educación médica continuada<sup>(19,20)</sup>, potencializando las habilidades diagnósticas y clínicas del estudiante, a partir de la fundamentación de las ciencias básicas y la integración con las áreas comunitarias, creando mayor posibilidad de aprendizaje pluricultural, de acuerdo a las necesidades de cada población, siendo modelos más costo-efectivos que solucionan, aceleran y promueven la educación del estudiante <sup>(20,21)</sup>.

No obstante, dado que no se ha hecho una incursión formal de los modelos de inteligencia artificial a la educación en muchos programas curriculares, esto genera errores por el uso libre no dirigido y estructurado de las tecnologías de Machine Learning y Deep Learning <sup>(22)</sup>. Por lo que resulta fundamental, la integración a la educación médica futura, lo que brinda la posibilidad de que los docentes comprendan mejor a sus estudiantes a partir de educación auto estimulante, potencializando los diferentes estilos de aprendizaje, con lo que al final se logra una reducción de errores, disminuyendo el riesgo al que se exponen los pacientes en cada acto médico, impactando directamente en el cuidado de la salud de las poblaciones <sup>(20,22)</sup>.

Sin embargo, aún no se brinda una estructurada educación curricular acerca de los modelos de AI, pese a la necesidad en la integración de la enseñanza de AI en el diseño curricular de los programas y el contenido del Syllabus<sup>(18)</sup>, por lo que, estos avances en vista al futuro, obligan a que los docentes y educadores actúen en la implementación de la AI en el currículo, generando cambios en el macro y micro currículo de los programas, enfocados principalmente en la investigación médica, la promoción, la prevención y el diagnóstico de la enfermedad <sup>(23)</sup>. Sin desconocer las implicaciones éticas que tienen los modelos de AI en el desarrollo de las nuevas generaciones, donde la información veraz, la creatividad, los derechos de autor, las cualidades humanas y el ejercicio profesional, estarían en riesgo, siempre y cuando, no se comprenda que la AI es una herramienta más, que al ser manejada a conciencia y con un direccionamiento correcto desde la formación educativa, facilitara y optimizara el ejercicio profesional <sup>(24)</sup>.

Dejando al descubierto, la importancia de conocer cómo se han aplicado los modelos de IA en la interacción teórico práctica, basada en la interpretación de signos y síntomas, como el principio en el que se integra la promoción y la prevención de la enfermedad, el diagnóstico, el análisis crítico y la investigación médica, para potencializar herramientas de Machine Learning y Deep Learning en la educación médica, especialmente en la enseñanza y el aprendizaje de la semiología.

### **3.1. *Pregunta de Investigación:***

¿En estudiantes y docentes de medicina, el uso de inteligencia artificial en comparación con la enseñanza convencional tiene aplicabilidad en la mejoría en el aprendizaje del diagnóstico a partir de signos y síntomas para la aplicación de semiología?

## 4. JUSTIFICACIÓN

Este es un proyecto que nace del deseo de profesionales de la salud, que luego de su experiencia laboral y docente, han visto las necesidades y las deficiencias que tienen los estudiantes de las ciencias de la salud y en particular los estudiantes de medicina para el aprendizaje de las ciencias básicas y comunitarias, abriendo la posibilidad a los nuevos avances tecnológicos que deben ser incluidos en el ejercicio profesional con el fin de lograr que la inteligencia artificial se transforme en una herramienta fundamental de la educación médica.

Conocer la actualidad de las herramientas de la inteligencia artificial en la educación médica, beneficiará principalmente a los estudiantes y a los docentes, pero en un futuro cercano a los pacientes y por ende a la sociedad, dado que permitirá entender la aplicabilidad real de estas nuevas tecnologías en el aprendizaje y desarrollo profesional, principalmente en el desarrollo de las habilidades en semiología, al ser el puente entre el ejercicio teórico práctico y siendo fundamental en la relación médico paciente, lo que ha llevado a que tanto el aprendizaje como el desarrollo de las aptitudes sea un reto constante.

Es importante enfatizar en el desarrollo del aprendizaje significativo, en donde se deben garantizar habilidades multidisciplinarias en los estudiantes, logrando generar interés y conocimiento en el manejo de las tecnologías de vanguardia, lo que conlleva a que se desmitifique la utilidad de las herramientas de inteligencia artificial; al dejar de pensar que estas reemplazarán profesiones; empezando a comprender que simplemente permitirán a los humanos despreocuparse de ciertas condiciones de alta complejidad, para abrir la posibilidad a que en el desarrollo profesional se genere un fortalecimiento de habilidades como el trabajo en equipo, la empatía, la relación médico-paciente, entre otras cualidades que dependen del carácter humano y que la máquina jamás lograra suplantar.

Al cumplir con los objetivos específicos de este proyecto investigativo se lograrán obtener los datos más relevantes y actuales sobre la utilidad real de las herramientas de inteligencia artificial en el aprendizaje de ciencias básicas y comunitarias en medicina, con el fin de que futuros proyectos utilicen los datos descritos en esta revisión sistemática, para crear nuevas herramientas de inteligencia artificial enfocadas en el desarrollo del aprendizaje de las ciencias de la salud, que permitan una mejor relación médico-paciente, partiendo de las habilidades semiológicas desde la pluriculturalidad a la que se enfrenta Colombia y el Mundo.

Con la creación de nuevos modelos de inteligencia artificial, a partir de la caracterización de los avances actuales fruto de esta y otras revisiones sistemáticas, se impactará positivamente al brindar en los estudiantes de medicina la capacidad de comprender, manejar y mejorar dichos modelos, pero a su vez facilitar y fortalecer la labor docente, enmarcada en las necesidades reales que demanda la actualidad, generando optimización en la aplicación de anamnesis, incluyendo las variables socioculturales, la revisión por sistemas, el examen físico y el análisis a partir de un diagnóstico sindromático que fortalecerá el enfoque clínico que se brinde a un paciente o una población.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. *Objetivo principal*

- Describir los diferentes modelos de inteligencia artificial; Deep Learning y Machine Learning; empleados en el aprendizaje de la medicina del diagnóstico en medicina, enfocados en la evaluación de signos y síntomas para el diagnóstico de la enfermedad.

### 5.2. *Objetivos específicos*

- Describir las características generales de los artículos seleccionados.
- Explorar las herramientas de inteligencia artificial existentes que permiten hacer una valoración de los signos y los síntomas.
- Describir los hallazgos encontrados en las conclusiones de otros trabajos investigativos que han empleado AI en el diagnóstico de la enfermedad

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Desarrollo Metodológico

Para este trabajo, se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en las áreas de Medicina y educación acerca del uso de modelos de inteligencia artificial para la enseñanza de la semiología a partir de la presencia de signos síntomas, aplicando los pasos propuestos por la guía *PRISMA* para la correcta realización de revisiones sistemáticas y meta-análisis, basándose en las 4 fases propuestas: identificación, cribado, idoneidad e inclusión <sup>(25,26)</sup>, para la fase de identificación se aplico escogieron 14 base de datos y se aplicó un algoritmo de búsqueda basado en la pregunta pico: ***¿En estudiantes y docentes de medicina, el uso de inteligencia artificial en comparación con la enseñanza convencional tiene aplicabilidad en la mejoría en el aprendizaje del diagnóstico a partir de signos y síntomas para la aplicación de semiología?***, la fase de cribado se hizo con las herramientas disponibles en las bases de datos para la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, la fase de idoneidad se hizo mediante una lectura de los resúmenes de cada artículo para valorar si cumplían con los objetivos propuestos y con la verificación de los parámetros propuestos en la guía *JAMA* para el análisis crítico de la literatura médica <sup>(27)</sup>. Por último, de fase de inclusión se realizó a partir de la verificación crítica de la literatura por dos evaluadores externos con la herramienta *CASPe* <sup>(28)</sup> y una posterior valoración de la presencia de sesgos en la literatura con las herramientas *ROBIS* <sup>(29,30)</sup>.

### 6.2. Fase de Identificación:

#### *Bases de datos y Algoritmo de búsqueda*

La búsqueda se realizó en marzo 15 a 31 del 2024, en bases de datos de literatura médica y educación. Las bases de datos elegidas para la revisión sistemática basada en literatura médica fueron *BMJ journal*, *BMC*, *Clinical Key*, *DOAJ*, *ERIC*, *EMBASE*, *JAMA networks*, *OECD*, *OEI*, *PubMed*, *SAGE journal*, *SCOPUS* y *Wiley*.

La estandarización de los términos de búsqueda *MESH* se realizó mediante los aplicativos *DeCS/MeSH* y *EMTREE*, se emplearon los buscadores booleanos *AND* y *OR*, estructurando el siguiente algoritmo de búsqueda *(((((Deep Learning) OR (machine Learning)) AND (teaching) AND (Learning) AND (Signs)) AND (symptoms)*

Se realizó una búsqueda en las bases de datos acerca de literatura *BMC*, *BMJ journal*, *Clinical Key*, *ERIC*, *EMBASE*, *OECD*, *SCOPUS*, obteniendo resultados preliminares. *DOAJ*, *JAMA networks*, *OEI*, *SAGE journal* y *Wiley*, no presentaron resultados posteriores a la búsqueda. De la misma manera, se realizó revisión de fuentes de búsqueda de literatura gris, *Grey Literature Report*, *Google Scholar*, *OpenGrey*, and *Web of Science Conference Proceedings*, encontrando literatura no indexada que se desborda de un análisis riguroso, desde la amplitud del tema propuesto.

### 6.3. Fase de Cribado:

#### *Criterios de inclusión y exclusión*

Una vez obtenida la búsqueda, se realizó la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión en los mecanismos de cribado para cada base de datos.

#### Criterios de Inclusión:

- Investigaciones de tipo revisiones sistemáticas de la literatura con y sin metaanálisis cuantitativo.
- Estudios realizados entre los años 2022 – 2024.
- Estudios que incluyan la aplicación del uso de AI en la presentación de signos y síntomas para la aplicación de semiología.

Criterios de exclusión:

- Literatura no indexada.

#### **6.4. Fase de Idoneidad:**

##### *Revisión de resumen de los artículos*

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, se practicó una revisión de los resúmenes de los artículos con el fin de valorar cuales lograban cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos del presente estudio descartando aquellos que no incluían la semiología (Signos y síntomas) o modelos de inteligencia artificial como parte del estudio.

##### *Valoración metodológica con Guías JAMA.*

Posteriormente se realizó una valoración con la guía JAMA para metaanálisis y revisión sistemática por parte de los investigadores, aplicando las preguntas propuestas en las guías de usuario para la credibilidad del proceso de revisión sistemática (Ver Tabla 3)<sup>(27)</sup>, eligiendo los documentos que cumplieron con las expectativas metodológicas planteadas al responder; si, a las 7 preguntas propuestas (Ver Tabla 2), los estudios que respondieron no para alguna de las preguntas propuestas fueron excluidos (Ver Anexo 2).

**Tabla 2. Preguntas propuestas por la Guía JAMA para la credibilidad del proceso de revisión sistemática**

Preguntas propuestas
¿La revisión abordó explícitamente una pregunta clínica sensata?
¿Fue exhaustiva la búsqueda de estudios relevantes?
¿Se evaluó el riesgo de sesgo de los estudios primarios?
¿La revisión abordó posibles explicaciones de las diferencias en los resultados entre estudios?
¿La revisión presentó resultados que están listos para la aplicación clínica?
¿Fueron reproducibles la selección y evaluación de los estudios?
¿La revisión abordó la confianza en las estimaciones del efecto?

Tomado de las preguntas de la guía JAMA como guía de usuario para la credibilidad del proceso de revisión sistemática (27)

#### **6.5. Fase de Inclusión:**

##### *Verificación a partir de lectura crítica de la literatura obtenida*

La fase de inclusión de los estudios para esta revisión sistemática, partió de la valoración crítica preliminar hecha por los investigadores con las guías JAMA. Los artículos

seleccionados fueron sometidos a la revisión final por parte de 2 evaluadores académicos con formación en epidemiología, aplicando la herramienta CASPe (Ver Anexo 3), excluyendo para la revisión los artículos que recibieron no o no sé, en alguna de las preguntas propuestas de acuerdo al concepto de ambos evaluadores (Ver Anexo 4), se planteó el uso un tercer evaluador en caso de empate. Con lo que se eligieron los artículos para esta revisión sistemática, construyendo así el algoritmo de acuerdo a la estrategia PRISMA <sup>(26)</sup> (Ver Ilustración 9), toda la información y depuración de los diferentes artículos se hizo mediante una base de datos organizada en el Software Excel.

### *Evaluación de riesgo de sesgos*

Para la evaluación del riesgo de sesgos, se aplicaron las herramientas ROBIS de acuerdo a la fase 2 y fase 3 calificando riesgo alto, riesgo bajo y riesgo no claro, por parte de los investigadores a los estudios sometidos a verificación con literatura crítica que fueron avalados por los 2 revisores (Ver anexo 5). Una vez aplicadas las herramientas ROBIS, se procedió a la presentación de resultados y un análisis de la síntesis de la evidencia logrando el desarrollo cualitativo.

### *Categoría de análisis*

Se empleo para este estudio las siguientes categorías de análisis

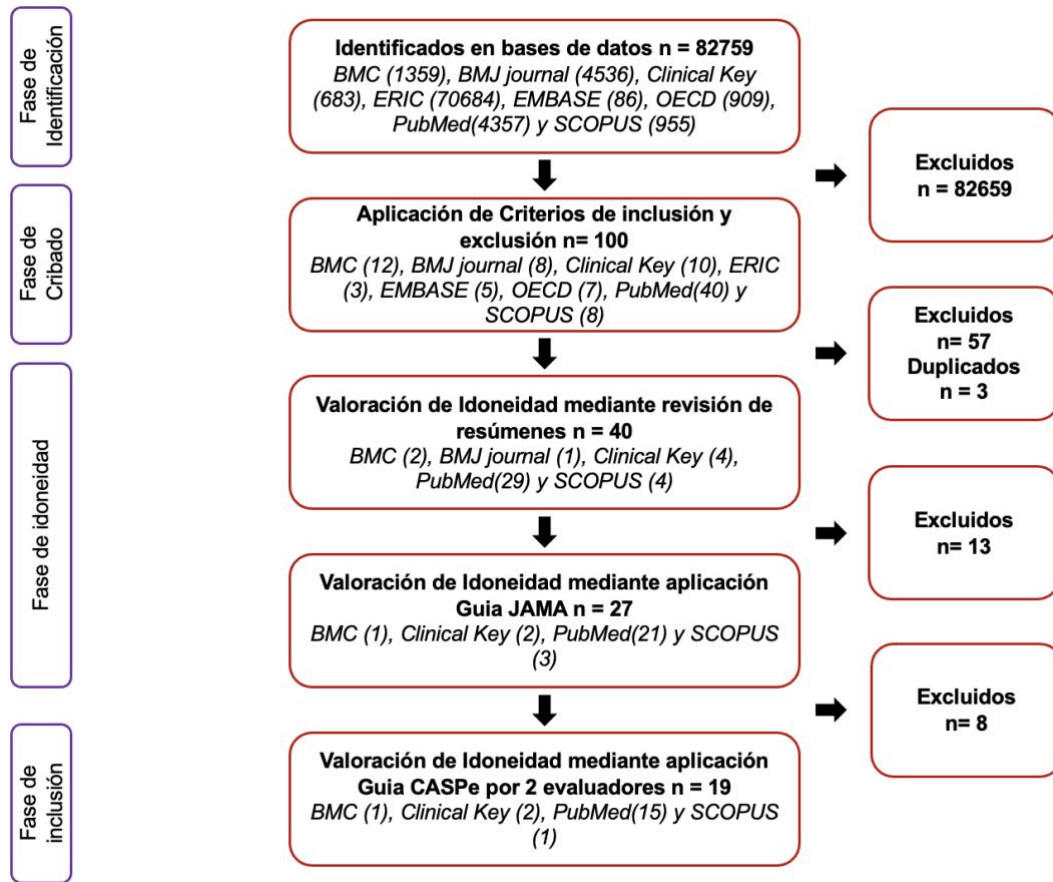
- Modelos de inteligencia artificial de acuerdo con la clasificación basada en modelos de Machine Learning (Supervisados y no supervisados) – Deep Learning (Neuronal networks)
- Evaluación de signos y síntomas de acuerdo con la especialidad y la enfermedad en estudio
- Descripción de recomendaciones para el desarrollo de nuevos estudios y modelos de AI.

### *Selección de los estudios*

Una vez practicada la primera fase de la metodología, se obtuvo en la búsqueda preliminar en las bases de datos acerca de literatura médica y en docencia un total de 82759 artículos, *BMC* (n=1359), *BMJ journal* (n=4536), *Clinical Key* (n=683), *ERIC* (n=70684), *EMBASE* (n=86), *OECD* (n=909), *PubMed*(n=4357) y *SCOPUS* (n=955); con la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión descritos, se obtuvo un total de 100 artículos; *BMC* (n=12), *BMJ journal* (n=8), *Clinical Key* (n=10), *ERIC* (n=3), *EMBASE* (n=5), *OECD* (n=7), *PubMed*(n=40) y *SCOPUS* (n=8); de los 100 artículos seleccionados se descartaron 3 al encontrarse duplicados.

Posteriormente a la realización de una revisión de los resúmenes de los artículos con el fin de valorar cuales lograban cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos del presente estudio se descartó un total de n=57 artículos, dejando así disponibilidad de 40 artículos *BMC* (n=2), *BMJ journal* (n=1), *Clinical Key* (n=4), *PubMed*(n=29) y *SCOPUS* (n=4); a los 40 artículos restantes, se les realizó una valoración con la guía JAMA para metaanálisis y revisión sistemática, eligiendo un total de 27 artículos *BMC* (n=1), *Clinical Key* (n=2), *PubMed*(n=21) y *SCOPUS* (n=3), que cumplieron con las expectativas metodológicas planteadas. Posterior a la evaluación de los dos revisores externos quienes aplicaron la herramienta CASPe para revisiones sistemáticas y metaanálisis, se hizo la inclusión final de 19 artículos para esta revisión *BMC* (n=1), *Clinical Key* (n=2), *PubMed*(n=15) y *SCOPUS* (n=1) (Ver Ilustración 9).

### Ilustración 9. Identificación de estudios aplicando la herramienta PRISMA



De acuerdo con la búsqueda sistemática realizada con la estrategia PRISMA en las diferentes bases de datos, llevando a cabo el proceso de identificación, posteriormente se realizó cribado de los artículos aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se valoró la idoneidad de los artículos con la lectura de los resúmenes y la valoración mediante las guías JAMA, para finalmente llevar a la fase de inclusión posterior a la aplicación de la herramienta CASPe para revisión sistemática por parte de dos evaluadores externos.

### 6.6. Aspectos éticos y Legales

Se considera que esta investigación no representa ningún riesgo biológico, físico o moral, siendo clasificada como una protocolo de **investigación sin riesgo** de acuerdo con la resolución 8430 de 1993 el artículo 11 para establecer normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

De igual manera, este documento respeta y reconoce los derechos de autor de acuerdo con la ley 23 de 1982 para cada uno de los documentos empleados en la revisión sistemática, evidenciado en el proceso de rigurosidad para la referenciación y el manejo de la información.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Características de los artículos elegidos.

Se eligieron 19 artículos publicados entre 2022 y 2024, de los artículos seleccionados para esta revisión el 36,84% (n=7) fueron publicados en el 2022, el 52,63% (n=10) en el 2023 y el 10,53% (n=2) en lo transcurrido del 2024. Con respecto a la metodología, de los artículos elegidos para esta revisión sistemática, 42,10% (n=8) correspondieron a Metaanálisis <sup>(31-38)</sup>, 52,63% (n=10) correspondieron a revisiones sistemáticas <sup>(39-48)</sup> y tan solo se presentó una revisión de alcance 5,27% (n=1) <sup>(49)</sup> (Ver Tabla 3).

**Tabla 3. Análisis descriptivo de los estudios incluidos**

Autor/Fecha/Lugar	Area clinica empleada	Diseño del estudio	Nro Artículos incluidos	Tipos de diseño de estudios incluidos
Masoumian Hosseini et al. Iran 2023	Cardiología	Revisión del alcance	32	Estudios aleatorizados controlados - Reporte de casos - Estudios longitudinales - estudios experimentales y cuasiexperimentales - Estudios de Cohorte prospectivo y retrospectivo - Revisiones sistematicas.
A.L.D. Araújo et al. Brasil 2023	Oncología	Metaanálisis	28	Estudios de Cohorte retrospectivos
Borges do Nascimento J I et al USA 2023	Atencion en salud	Metaanálisis	141	Ensayos clinicos controlados aleatorizados, estudios observacionales, analisis economicos, reportes de casos y busquedas etnograficas
Li B, Feridooni T et al Canada 2022	Cirugia vascular	Metaanálisis	212	Estudios de Cohorte retrospectivos y prospectivos
Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. UK 2023	Cuidado critico	Metaanálisis	14	Estudios de cohorte observacional retrospectivo
Barrera FJ et al USA 2023	Endocrinología	Revisión sistematica	31	Estudios de cohorte observacional retrospectivo
Rashid M et al India 2022	Cuidado critico	Revisión sistematica	19	Estudios de cohorte y ensayos clinicos
Chadaga K et al India 2023	Infectología	Revisión sistematica	34	Estudio de casos y controles y estudios de cohorte retrospectivo
Issaiy M, Zarei D, Saghazadeh A. Iran 2023	Cirugia General	Revisión sistematica	29	Estudios de cohorte retrospectivo - Estudios de casos y controles
Nabizadeh F et al Iran 2022	Neurología	Revisión sistematica	38	Estudios de casos y controles
Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Australia 2023	Oncología	Revisión sistematica	30	Estudios de cohorte retrospectivo - Estudios de casos y controles
Qu C et al China 2022	Neurología	Metaanálisis	14	Estudios de cohorte retrospectivo
Baashar Y et al UK 2022	Cardiología	Metaanálisis	17	Estudios de cohorte observacion - Ensayos clinicos
Abd-Alrazaq A et al Qatar 2023	Psiquiatría	Metaanálisis	21	Estudios de casos y controles - Estudios retrospectivos
Nadarajah R et al UK 2022	Cardiología	Revisión sistematica	11	Estudios de Cohorte retrospectivo y prospectivo
Pigoni A et al Italia 2024	Psiquiatría	Revisión sistematica	81	Estudios de Cohorte retrospectivos
Dhiman P et al UK 2022	Oncología	Revisión sistematica	62	Estudio Cohorte retrospectivo
Abdul NS et al UK 2024	Cirugia Maxilofacial	Metaanálisis	9	Estudios observacionales - Estudios cohorte restropectivo - Ensayos clinicos
Konstantin Piliuk, Sven Tomforde Alemania 2023	Medicina de Emergencias	Revisión sistematica	116	Estudios observacionales - Estudios cohorte restropectivo - Ensayos clinicos

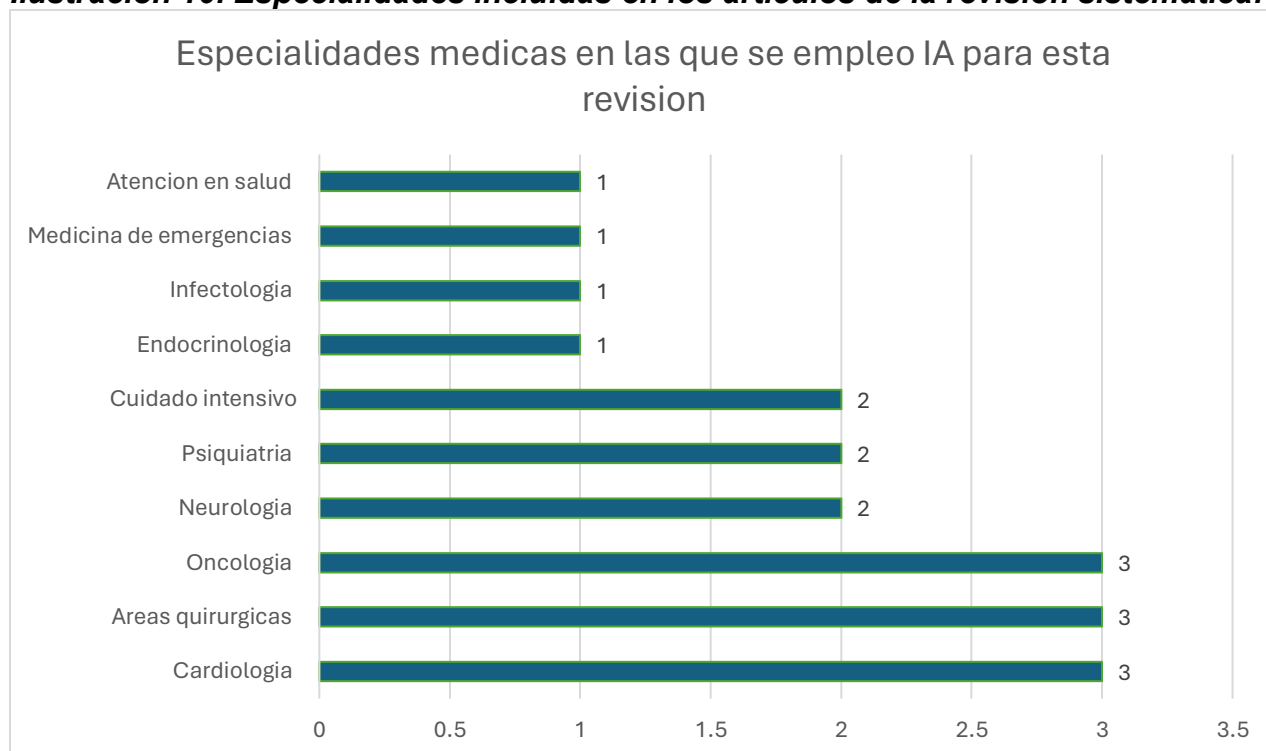
Se evaluó el área clínica en el que fue empleada cada investigación, enfatizando en los artículos que cumplieron con enfoque metodológico como revisión sistemática y metaanálisis, se documentó el número de artículos para cada artículo incluido, documentándose la presencia de tipos de estudio incluidos para cada metaanálisis y revisión sistemática, siendo fundamental la inclusión de estudios de casos y controles y estudios de cohortes.

### 7.2. Especialidades médicas en las que se aplicaron modelos de AI

Del total de artículos, se empleó el uso de AI para el diagnóstico de diferentes enfermedades en diferentes áreas del conocimiento médico, Cardiología (n=3) <sup>(35,44,49)</sup>, en diferentes áreas quirúrgicas (Cirugía general, cirugía vascular y cirugía maxilofacial) (n=3) <sup>(34,38,43)</sup>, Oncología

(n=3) <sup>(31,41,45)</sup>, Cuidado crítico (n=2) <sup>(33,47)</sup>, neurología (n=2) <sup>(36,40)</sup>, psiquiatría (n=2) <sup>(37,46)</sup>, endocrinología (n=1)<sup>(42)</sup>, Atención en salud (n=1) <sup>(32)</sup>, infectología (n=1)<sup>(39)</sup>, Medicina de emergencias (n=1) <sup>(48)</sup> (Ver Ilustración 10). Dentro de los estudios incluidos para los metaanálisis y las revisiones sistemáticas, fueron comunes los estudios de cohorte, los casos y controles y los ensayos clínicos aleatorizados (Ver Tabla 3).

**Ilustración 10. Especialidades incluidas en los artículos de la revisión sistemática.**



Los artículos incluidos, se enfocaron en la aplicación de diferentes áreas de la medicina, donde áreas como cardiología, áreas quirúrgicas y oncología son las que más aplicación han tenido de modelos de AI para el diagnóstico de la enfermedad de acuerdo con esta revisión.

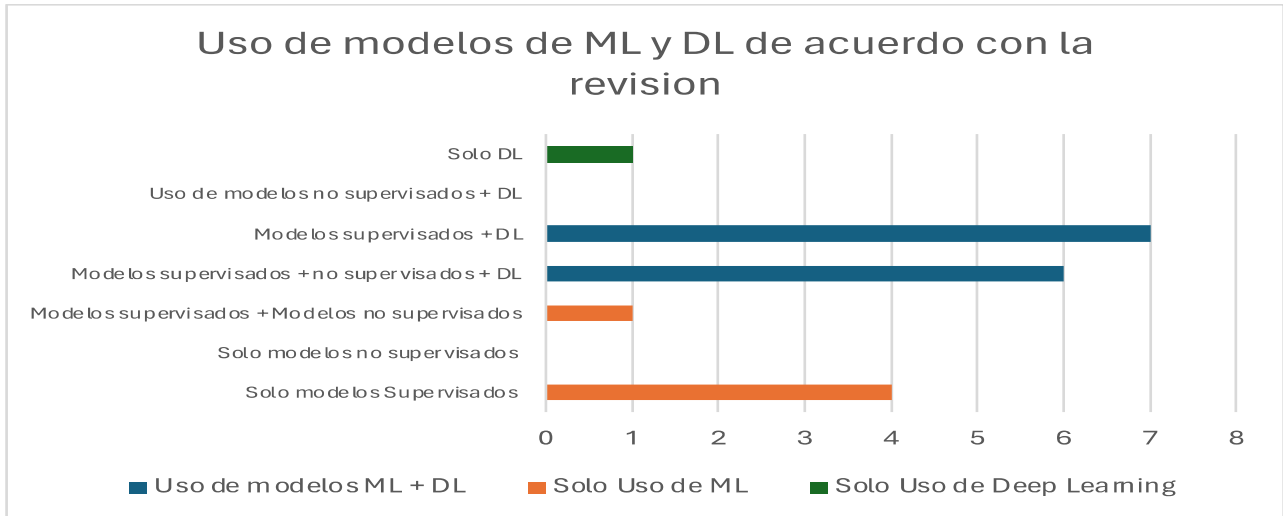
**7.3. Modelos de AI empleados en los estudios**

La AI se ha dividido en diferentes modelos entre los que encontramos Machine Learning y Deep Learning, a su vez Machine Learning ha sido dividido en modelos supervisado (Modelos de regresión y clasificación) y no supervisados (Reducción de dimensiones y Clustering), teniendo claro que los diferentes modelos de AI pueden ser empleados de forma algorítmica <sup>(36)</sup>.

Para esta revisión sistemática se documentó que un total de 13 artículos <sup>(33–35,37–41,43,45,46,48,49)</sup> usaron modelos de ML y DL, de los cuales 6 artículos <sup>(33,34,37,41,43,48)</sup> emplearon uso de modelos de ML supervisados, no supervisados y DL y 7 artículos <sup>(35,38–40,45,46,49)</sup> emplearon solo uso de modelos de ML supervisados y DL. De los artículos restantes 5 artículos <sup>(31,32,42,44,47)</sup> emplearon únicamente modelos de ML, encontrando que 4 artículos <sup>(31,32,42,44)</sup> emplearon únicamente modelos supervisados y únicamente 1 artículo <sup>(47)</sup> empleo modelos supervisados y no supervisados. Tan solo 1 artículo <sup>(36)</sup> empleo únicamente modelos de DL (Ver Tabla 4) (Ver ilustración 11).

Dentro de los modelos de AI supervisados el más empleado se dio a partir de la regresión logística representando el 73,68% (n=14) <sup>(31–35,37,38,40,42–47)</sup>, seguido de los modelos basados en estadística Bayesiana representando el 36,84% (n=7) del total de los artículos seleccionados <sup>(31,34,38,41,43,44,49)</sup>.

### Ilustración 11. Uso simple y combinado de los modelos de AI en los estudios analizados



El uso de la AI resulta secuencia, los modelos de machine Learning supervisados asociados a Deep Learning y los modelos de machine Learning supervisados asociados a modelos de machine Learning no supervisados y Deep Learning fueron los más empleados en el diagnóstico de la enfermedad para los diferentes artículos.

**Tabla 4. Modelos de AI incluidos en los artículos de la revisión sistemática**

Autor/Fecha/Lugar	Modelos o dispositivos de AI empleados		
	Machine Learning		Deep Learning
	Supervisado	No supervisado	
Masoumian Hosseini et al. Iran 2023	Naive Bayes / Support Vector Machines	N/A	CNN
A.L.D. Araújo et al. Brasil 2023	Logistic Regression / Naive Bayes	N/A	N/A
Borges do Nascimento J I et al USA 2023	Logistic Regression	N/A	N/A
Li B, Feridooni T et al Canada 2022	Logistic Regression /Bayesian model / Support Vector Machines	Fuzzy classifier / Ensemble model	CNN
Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. UK 2023	Logistic Regression	Gradient Boosted Model	CNN
Barrera FJ et al USA 2023	Logistic Regression	N/A	N/A
Rashid M et al India 2022	Logistic Regression / Chi Squared	Traditional noninvasive classification / A means / AdaBoost / XGBoost	N/A
Chadaga K et al India 2023	k-nearest	N/A	CNNs /GoogLeNet / VGG-16 / AlexNet / InceptionV3 / ResNet50 / VGG-16 / XAI)
Issaiy M, Zarei D, Saghazadeh A. Iran 2023	Logistic Regression / NB / NT	Catboost / Fuzzy Rule	CNN / PNN / KELM / ANN
Nabizadeh F et al Iran 2022	Logistic Regression	N/A	SNN / ANN
Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Australia 2023	Tree Based / Based Bayesian /Linear Based / k-nearest	Clustering Based	CNN / Lazy Classifier / Metanalysis Classifier / Rule Learner
Qu C et al China 2022	N/A	N/A	CNN
Baashar Y et al UK 2022	Logistic Regression	N/A	CNN
Abd-Alrazaq A et al Qatar 2023	Logistic Regression /Support Vector Machine /Random forest/Decision Tree / K-nearest	Multilayer perception / Clustering / XGBoost	CNN
Nadarajah R et al UK 2022	Logistic Regression /Bayesian model	N/A	N/A
Pigoni A et al Italia 2024	Logistic Regression / Ramdom forest	N/A	CNN
Dhiman P et al UK 2022	Logistic Regression / Ramdom forest / Tree Decision	N/A	CNN
Abdul NS et al UK 2024	Logistic Regression /Bayesian model	N/A	CNN
Konstantin Piliuk, Sven Tomforde Alemania 2023	Ramdom Forest	Clustering Based / LASSO	Multiple medical records text / BERT /BiLSTM / WtextCNN /CNN /Multiple ML / FCNN

Los modelos de AI han sido divididos en Machine Learning y Deep Learning, los modernos de Machine Learning se dividen en modelos supervisados y no supervisados, siendo el más empleado el modelo de Machine Learning supervisado en especial la regresión logística aplicada.

#### **7.4. Resultados de las revisiones sistemáticas y la revisión de alcance incluidas en la revisión sistemática en cuanto a uso de AI en la detección de síntomas y signos**

Los artículos incluidos para este estudio que corresponden metodológicamente a revisiones sistemáticas 52,63% (n=10) o revisiones de alcance 5,27% (n=1) (Scoping Review) analizaron los signos y síntomas así como valores de la anamnesis en todos los casos. Sin embargo, los síntomas referidos por el paciente en el momento del análisis fueron tenidos en cuenta en solo en 5 artículos <sup>(39,42,45,48,49)</sup>, el dolor a partir de escalas de dolor fue tenido en cuenta en 2 artículos <sup>(43,48)</sup>, los signos vitales fueron tenidos en cuenta en 3 artículos <sup>(47-49)</sup>, el índice de masa corporal fue tenido en cuenta en 3 artículos <sup>(41,42,45)</sup>, los hallazgos a nivel del examen mental o neurológico se incluyeron en 2 artículos <sup>(10,16)</sup>, el examen en piel fue incluido en 1 artículo <sup>(39)</sup>. Dentro de los valores de la anamnesis se tuvo en cuenta los antecedentes para la determinación de la condición clínica mediante AI en 3 artículos <sup>(41,44,46)</sup> y los determinantes sociales se tuvieron en cuenta en 3 artículos <sup>(43,44,46)</sup>, es importante mencionar que solo 2 artículos tuvieron en cuenta exclusivamente hallazgos semiológicos <sup>(44,46)</sup> (Ver Tabla 5).

Con respecto a los estudios paraclínicos, la valoración de los estudios bioquímicos fue empleada en 7 artículos <sup>(39-43,45,47)</sup> y el registro del electrocardiograma fue tenido en cuenta en 2 artículos <sup>(48,49)</sup>. Por otro lado, los estudios imagenológicos fueron empleados en 7 artículos, donde fue principalmente la tomografía, la ultrasonografía y la resonancia nuclear magnética los hallazgos evaluados en AI. <sup>(40-43,45,48,49)</sup> (Ver Tabla 5).

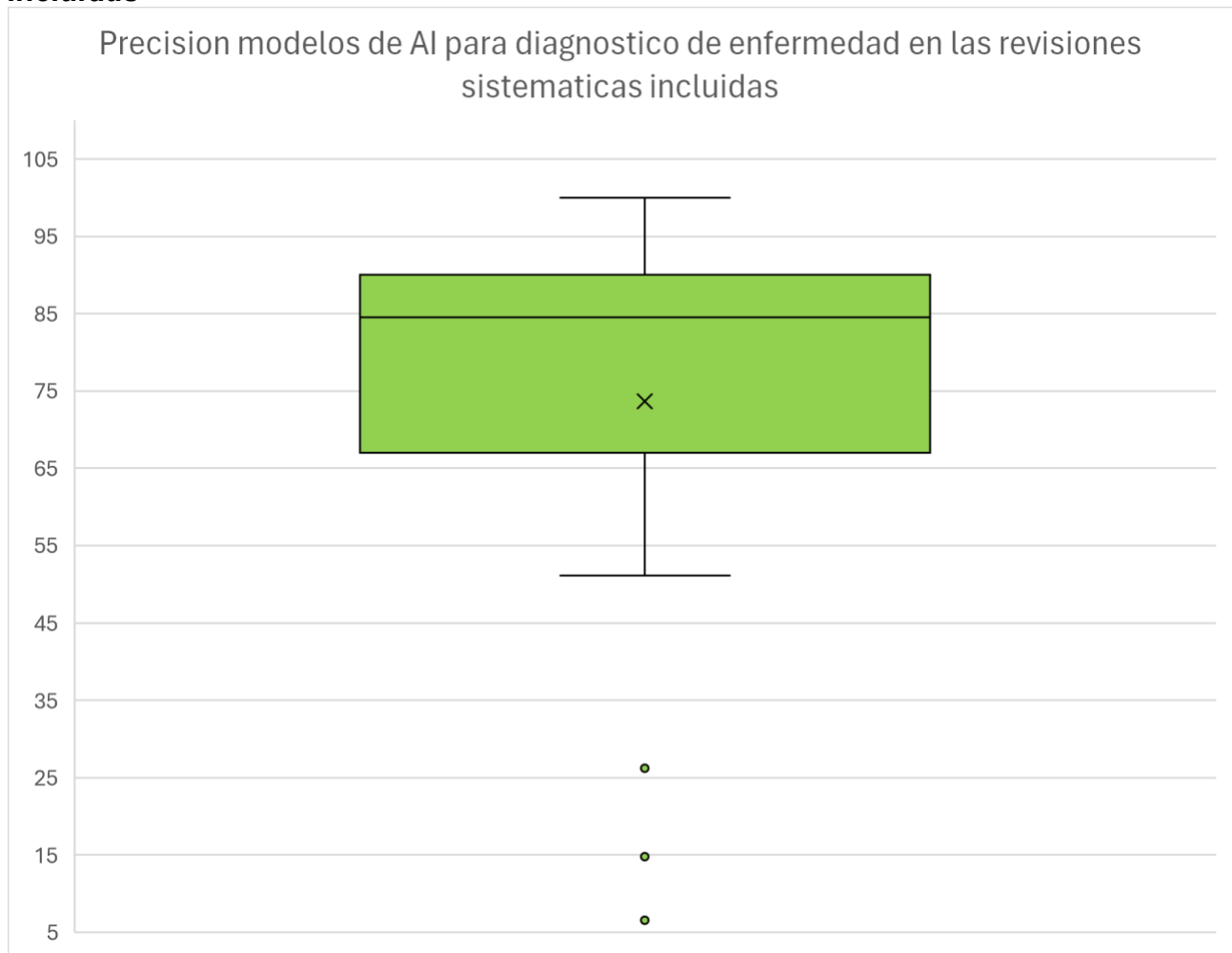
Con respecto a la sensibilidad, la especificidad y la precisión que tienen los diferentes modelos de inteligencia artificial para el diagnóstico y la predicción de ciertas patológicas, 7 de los estudios incluidos como revisiones sistemáticas mostraron que los modelos de AI tienen una precisión para el diagnóstico de las enfermedades en comparación con los métodos tradicionales de mayores al 80% alcanzando niveles de precisión hasta del 99% <sup>(39,40,42,43,45,47,49)</sup>, 2 artículos reportaron datos de precisión de los modelos de AI menores del 80% <sup>(44,46)</sup> y 2 artículos no reportaron valores de sensibilidad, especificidad o precisión informando una variabilidad importante de los datos <sup>(41,48)</sup>, con lo que se puede analizar el comportamiento de la precisión de la AI para el diagnóstico de la entidad propuesta, en los diferentes artículos incluidos como revisiones sistemáticas (Ver ilustración 12). Un estudio hizo un análisis particular en el que se emplearon Smart Watches asociado a modelos de DL y ML mostro sensibilidad para detección del nivel de estrés, detección de movimientos en relación con enfermedad, medición de presión arterial frecuencia cardiaca y detección para SARS Cov 2 de 85,75%, 98,4%, 93% y 83% respectivamente, presentando precisión mayor de 85% en todos los casos, no obstante la especificidad fue baja con un valor de 65%-85% <sup>(49)</sup>, otro artículo evaluaba la detección de enfermedad oncológica, mostrando una precisión del modelo de AI empleado de 70% solo evaluando el contexto clínico, la cual mejoro significativamente cuando se analizó la clínica en conjunto con los estudios imagenológicos y los exámenes de laboratorio, logrando una precisión del 90% <sup>(45)</sup>, de la misma forma se documentó un artículo que hablaba del diagnóstico de apendicitis aguda mostrando alta precisión en cuanto a diagnóstico, tipo de apendicitis, ingreso a UCI y tiempo de duración, no obstante cuando se analizó la precisión para análisis de infección primaria esta cayo hasta 67%<sup>(43)</sup> (Ver Tabla 5)

**Tabla 5. Resultados de las revisiones sistemáticas incluidas**

Autor/Fecha/Lugar	Diseño del estudio	Enfermedad o condicion a Diagnosticar	Signos y sintomas evaluados con AI	Estudios de Laboratorio evaluados	Estudios Imagenologicos evaluados	Resultados
Masoumian Hosseini et al. Iran 2023	Revision del alcance	Monitorizacion cardiovascular / Deteccion de SARS COV 2	Nivel de estrés	Registro electrocardiografico	Fotopleletismografia (Relacion pulso con indice simpaticomimético)	Sen (85,75%); Precision (98,9%); F - Score (0,52).
			Deteccion de Movimientos			Sen (98,4%); Esp (99,8%); Precision (98,9%) F-Score (0,987) Coeficiente de correlacion de Matthews (0,984).
			Seguimiento del sueño/Apneas			Deteccion facilmente de episodio de Apnea por Frecuencia respiratoria
			Medicion de presion arterial			Medicion similar a la realizada por un esfingomanometro
			Medicion de Frecuencia cardiaca			Comparado con EKG Sens (93%); Esp (84%); K - Score (0,77) y con el medico entrenado Sens (99%); Esp (83%); K - Score (0,83)
			Deteccion de SARS COV 2			Sens (83%); Esp (64%)
Barrera FJ et al USA 2023	Revision sistematica	Diagnostico de Sindrome de Ovario Poliquistico	Indice de masa corporal	Perfil Hormonal /Bioquimico /Genetico	Ultrasonografia	Sens (87-100%, )Esp (90-100%); Precision (87-100%) siendo los mas efectivos modelos de ML supervisados
			Perdida de cabello			
			Trastornos del sueño			
			Dismenorrea			
			Amenorrea u oligomenorrea			
Rashid M et al India 2022	Revision sistematica	Diagnostico Sindrome de dificultad respiratoria del adulto	Signos vitales / Uso de Vasopresores	IL 6 / IL 8 /PCR / Bicarbonato	N/A	XGBoost AI Sens 87,75%; Precision 85,89 %; Especificidad 84,03 % (AUC) de 0,94 IIC 95 % 0,92-0,95
						ML + DL Precision de 83,0 % (IC 95 %: 75,9-90,2) - (VPP) de 71,4 % (IC 95 %: 52,1-90,8).
						ML sipervisada simple Sens 55 %; especificidad 97
						ML supervisada combinada Sens 82%; Esp 92%
Chadaga K et al India 2023	Revision sistematica	Diagnostico de Infeccion por Monkey Pox	Sintomas de los pacientes	Reaccion en cadena de Polimerasa	N/A	Analisis de Sintomas + Lesiones cutaneas Sen 99,5% Esp 100% Precision 100% comparada con RT PCR.
			Lesiones cutaneas viricas codificada en imágenes			
Issaiy M, Zarei D, Saghazadeh A. Iran 2023	Revision sistematica	Diagnostico y complicaciones de Apendicitis Aguda	Características del dolor abdominal Dolor abdominal /Características demograficas	Reactantes de fase aguda	Ultrasonografia / TAC de abdomen	Tipo de apendicitis Precision 87%
						Admision a UCI Precision 90%
						Duracion a UCI precision de 87%
						Anticipacion de infeccion Precision 67%
Nabizadeh F et al Iran 2022	Revision sistematica	Diagnostico de Esclerosis multiple	Movimientos anormales / Patrones de Ataxia	Estudios de LCR	RNM Cerebral/TAC con coherencia optica	Precision 89% evaluando exclusivamente patrones de ataxia
						Precision de 99,66% con imágenes diagnosticas
						Precision de 81% si se analizan los valores de LCR
Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Australia 2023	Revision sistematica	Supervivencia de Cancer de Pulmon	Tiempo de evolucion de la enfermedad	Bioquimica	TAC de torax de alta resolucion	Prediccion de Sobrevida de Ca de pulmon con baja precision por la variabilidad de los datos
			Indice de masa corporal	Valores de Hemoglobina		
				Asociacion Histologica		
Nadarajah R et al UK 2022	Revision sistematica	Diagnostico de Fibrilacion Auricular	CHADS2 (Falla cardiaca - Hipertension arterial - Edad - Diabetes - Enfermedad cerebrovascular - Mujer)	N/A	N/A	Precision 67%; 95% CI 0.610 to 0.732; 95% PI 0.526-0.815
			CHADS2Vasc2 (Falla cardiaca - Hipertension arterial - Edad - Diabetes - Enfermedad cerebrovascular - Mujer - Enfermedad vascular )			Precision 68%; 95% CI 0.620 to 0.736; 95% PI 0.531-0.811
			HATCH (Hipertension - Edad > 75 años - Enfermedad cerebrovascular - EPOC - Falla cardiaca )			Precision 67%; 95% CI 0.600 to 0.732; 95% PI 0.513-0.803
Pigoni A et al Italia 2024	Revision sistematica	Prevencion de Sucidio	Factores psicopatologicos	N/A	N/A	Precision del modelo 51,1%
			Determinantes sociales			Precision del modelo 26,2%
			Historia previa de suicidio			Precision del modelo 14,8%
			Trastornos fisicos			Precision del modelo 6,6%
Dhiman P et al UK 2022	Revision sistematica	Deteccion de Patologia Oncologica	Sintomatologia	Biomarcadores tumorales	Estudios tomograficos	Precision de diagnostico de 73% desde el contexto clinico por validez externa
			Sindrome constitucional	Bioquimica		90% por clinica, bioquimica y estudios tomograficos
Konstantin Piliuk, Sve n Tomforde Alemania 2023	Revision sistematica	Deteccion de Patologia de Emergencias	Sintomas de ingreso	Registro electrocardiografico	Radiografia de torax	El rendimiento de los modelos de AI para procesos de urgencias depende de la experticia de la interpretacion de la diferentes variables siendo muy fluctuante
			Signos vitales		Ultrasonografia	
			Escala de dolor			

Se analizaron los resultados de las revisiones sistemáticas a partir de los signos y síntomas, los estudios de laboratorio y los estudios imagenológicos para evaluar así la mayor sensibilidad, especificidad y la precisión para el diagnóstico de cada enfermedad analizada en cada documento.

**Ilustración 12. Boxplot de la precisión de la AI descrita en las revisiones sistematicas incluidas**



Boxplot del comportamiento de la Precisión de los modelos de AI para el diagnóstico de las diferentes condiciones propuestas medida en las revisiones sistematicas se documentó una mediana de 75%, una media de 85%, con un RIQ 65%-90%.

**7.5. Resultados de los Metaanálisis incluidos en la revisión sistemática en cuanto a uso de AI en la detección de síntomas y signos**

Los artículos incluidos para este estudio que corresponden metodológicamente a metaanálisis 42,10% (n=8) analizaron signos y síntomas así como valores de anamnesis de forma integral en relación con el diagnóstico de patologías para diferentes áreas del conocimiento, los síntomas referidos por el paciente fueron tenidos en cuenta en 3 metaanálisis <sup>(31,34,38)</sup>, 3 metaanálisis incluyeron el análisis del dolor <sup>(33,34,38)</sup>, la observación de lesiones en piel o mucosas se tuvo en cuenta en 3 metaanálisis <sup>(31,34,38)</sup>, los signos vitales fueron tenidos en cuenta en 2 metaanálisis <sup>(33,38)</sup>, la necesidad de intervenciones de urgencias se tuvo en cuenta en 2 metaanálisis <sup>(31,33)</sup>, el examen mental fue incluido en 2 metaanálisis <sup>(36,37)</sup> y las variables demográficas fueron tenidas en cuenta únicamente en 1 de los metaanálisis <sup>(34)</sup>, 1 metaanálisis evaluó las condiciones clínicas de forma integral sin separar signos y síntomas, estudios imagenológicos y paraclínicos para el diagnóstico de enfermedad cardiovascular <sup>(35)</sup>, otro metaanálisis uso AI para detección de mejores competencias clínicas y diagnosticas en los profesionales de la salud siendo fundamental para esta revisión sistemática <sup>(32)</sup>. En relación con uso de estudios imagenológicos, 4 metaanálisis incluyeron estas herramientas diagnosticas en su análisis <sup>(31,34,36,38)</sup>, Tan solo un metaanálisis incluyo estudios de laboratorio para el uso de AI en el diagnóstico de enfermedades con el objetivo de diagnóstico de hipotiroidismo como factor indicador de toxicidad por quimioterapia en cáncer de cabeza y cuello <sup>(31)</sup> (Ver Tabla 6).

Los metaanálisis incluidos realizaron la evaluación de medidas de asociación, otros evaluaron área ROC y sensibilidad, especificidad o precisión. El área ROC fue reportada en 5 metaanálisis, en donde la predicción de toxicidad en cáncer de cabeza y cuello por quimioterapia mostro un ROC área de 0,82 IC 95% (0,771-0,868) p significativa (<0,001)<sup>(31)</sup> de los estudios analizados a partir del uso de AI, para el contexto de la mejora en competencias de trabajadores de la salud con AI, el área ROC se encontró en 0,96 IC 95% (0,954-0,976) p significativa (<0,001)<sup>(32)</sup>, con respecto al análisis de patologías de cirugía vascular mediante modelos de AI, el metaanálisis mostro un área ROC 0,795 (0,61-1,00) p significativa (<0,001)<sup>(34)</sup>, para la evaluación de la degeneración cognitiva en el diagnóstico de Alzheimer mediante modelos de AI, se mostró un área ROC de 0,96 IC 95% de 0,94-0,97 p significativa (<0,029)<sup>(36)</sup>, en predicción de enfermedad cardiovascular para el diagnóstico de falla cardíaca y evaluar la costoefectividad de los modelos de AI, el metaanálisis analizado, documentó un área ROC 0,843 IC95% (0,840-0,845) p significativa (<0,001)<sup>(35)</sup>, mostrando la importancia de los modelos de AI en el contexto de docencia, diagnóstico y optimización de los servicios de salud.

El OR de predicción fue analizado en 3 metaanálisis, en el contexto de predicción para el diagnóstico de Alzhéimer el OR presentado fue de 1,42 IC 95% (1,15 – 1,76) p significativa (<0,029)<sup>(36)</sup>, al igual que la predicción de hipertensión arterial y enfermedad cerebrovascular de acuerdo con el metaanálisis de predicción de enfermedades cardiovasculares donde se presentaron OR de 10,85 IC 95% (4,74-24,83) p significativa (<0,05) y OR de 25,08 IC 95% (11,48-54,78) p significativa (<0,05) respectivamente<sup>(35)</sup>, mostrando la AI como un factor de riesgo para la predicción de ciertas enfermedades cardiovasculares, sin embargo con valores en cuanto a la predicción de enfermedad cerebrovascular sin significancia estadística. En contraste con los OR de predicción para el diagnóstico de diabetes mellitus donde se documentó OR de predicción 0,09 IC 95% (0,048 – 0,167) p significativa (<0,001)<sup>(35)</sup>, teniendo en cuenta que este metaanálisis se modelo para la predicción de desarrollo de enfermedad cardiovascular. Situación similar se documentó en el caso de predicción de enfermedad oral y maxilofacial, donde se separaron los OR por la metodología de estudio de cada uno de los artículos incluidos en este metaanálisis obteniendo en los 3 casos OR <1, para revisiones sistemáticas, estudios clínicos y estudios observacionales, encontrando valores de 0,46 IC 95% (0,26-0,83), 0,49 IC 95% (0,39-0,60), 0,40 IC 95% (0,34-0,48) respectivamente con p significativa (<0,001), dejando a la AI como una factor protector en la predicción del diagnóstico de enfermedades orales y maxilofaciales<sup>(38)</sup>, siendo evidente la heterogeneidad de los datos. Con respecto a la optimización del Triage de trauma en el servicio de urgencias con AI, un metaanálisis mostro una diferencia de medias 0,09 IC 95% (0,02-0,15) p significativa (<0,001)<sup>(33)</sup>, con respecto a la detección de ansiedad con AI, el metaanálisis evalúa la precisión encontrando 0,82 (0,71-0,89) de precisión con p significativa (<0,001)<sup>(37)</sup>, por último, con respecto a la enfermedad de Alzhéimer, el metaanálisis incluyo la sensibilidad y la especificidad de la AI para el diagnóstico, documentándose 88% y 93% respectivamente<sup>(36)</sup> (Ver Tabla 6).

**Tabla 6. Resultados de los metaanálisis incluidas**

Autor/Fecha/Lugar	Diseño del estudio	Enfermedad o condición a Diagnosticar	Signos y síntomas evaluados con AI	Estudios de Laboratorio evaluados	Estudios Imagenológicos evaluados	Medida evaluada	Resultado	IC 95%	p Value
A.L.D. Araújo et al. Brasil 2023	Metaanálisis	Predicción de toxicidad de Cáncer de cabeza y cuello con quimioterapia	Xerostomia	Funcion tiroidea (Hipotiroidismo)	TAC de cara y cuello (Evaluación osteonecrosis)	ROC Area	0,82	0,771-0,868	<0,001
			Disfagia						
			Necesidad nutrición parenteral						
			Mucositis						
			Perdida de la audición						
Caries									
Borges do Nascimento J I et al USA 2023	Metaanálisis	Detección y mejora de las competencias de trabajadores en salud	Salud Móvil	N/A	AngioTAC de torax	ROC Area	0,96	0,954-0,976	<0,001
			Telemedicina						
			Sistemas electrónicos de salud						
			Sistemas de soporte de decisión clínica						
			Modelos de Inteligencia artificial						
Otros modelos tecnológicos									
Li B, Feridooni T et al Canada 2022	Metaanálisis	Diagnóstico de patologías en cirugía vascular	Diseción y aneurisma aórtico (Dolor torácico y datos demográficos)	N/A	Doppler / Ultrasonografía	ROC Area	0,795	0,61–1,00	<0,001
			Estenosis carotídea (Sincope y Deficit neurológico)						
			Enfermedad vascular periférica (Dolor - Claudicación intermitente - Necrosis)						
			Enfermedad venosa (Úlceras / Edema unilateral)		N/A				
			Estenosis de arteria renal (Oliguria / Hematuria/ Hipertensión arterial)						
			Pie Diabético (Lesiones cutáneas)						
Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. UK 2023	Metaanálisis	Diagnóstico de Triage en Trauma para determinar mortalidad	Signos vitales	N/A	N/A	Diferencia de medias	0,09	0,02-0,15	<0,001
			Análisis de dolor						
			Requerimiento de Cirugía de urgencias						
Qu C et al China 2022	Metaanálisis	Diagnóstico de condiciones de degeneración cognitiva para el hallazgo de Alzheimer	Evaluación de la cognición	N/A	RNM de cerebro	ROC Area	1,425	1,15-1,76	0,029
							0,88	0,82-0,93	0,029
							0,93	0,90-0,95	0,029
							0,96	0,94-0,97	0,029
Baashar Y et al UK 2022	Metaanálisis	Predicción de enfermedad cardiovascular	Falla cardíaca	N/A	N/A	ROC Area	0,843	0,840–0,845	<0,001
			Diabetes Mellitus			OR de predicción	0,09	0,048-0,167	<0,05
			Hipertensión arterial			OR de predicción	10,85	4,74-24,83	<0,05
			Enfermedad cerebrovascular			OR de predicción	25,08	11,48-54,78	<0,05
Abd-Alrazaq A et al Qatar 2023	Metaanálisis	Detección de ansiedad	Pacientes sanos	N/A	N/A	Precision	0,82	0,71-0,89	<0,001
			Ansiedad social						
			Desorden de pánico						
			Aracnofobia						
			Glosofobia						
Abdul NS et al UK 2024	Metaanálisis	Diagnóstico de patología oral y maxilofacial	Dolor en cara y cuello	N/A	TAC de cara y cuello / Radiografía panorámica	OR en Revisiones incluidas	0,46	0,26-0,83	<0,001
			Odontalgia						
			Lesiones en cavidad oral						
			Lesiones en cara o cuello						
			Dificultad para la deglución						
Dificultad para la respiración									

Los metaanálisis incluidos, midieron diferentes medidas, entre las cuales se analizó el ROC área, la diferencia de medias, los OR de predicción, la precisión, la sensibilidad y la especificidad, todas medidas que delimitan la capacidad de los modelos de AI para el diagnóstico.

### 7.6. Resultados de la conclusión de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

Para el análisis de las conclusiones propuestas para cada uno de los artículos, se evaluó para cada documento la utilidad que veía el autor en el diagnóstico de enfermedad, el grado de evidencia soportado, las recomendaciones de ampliar estudios y los reparos con la evidencia obtenida de acuerdo con los resultados obtenidos para cada artículo (Ver tabla 7).

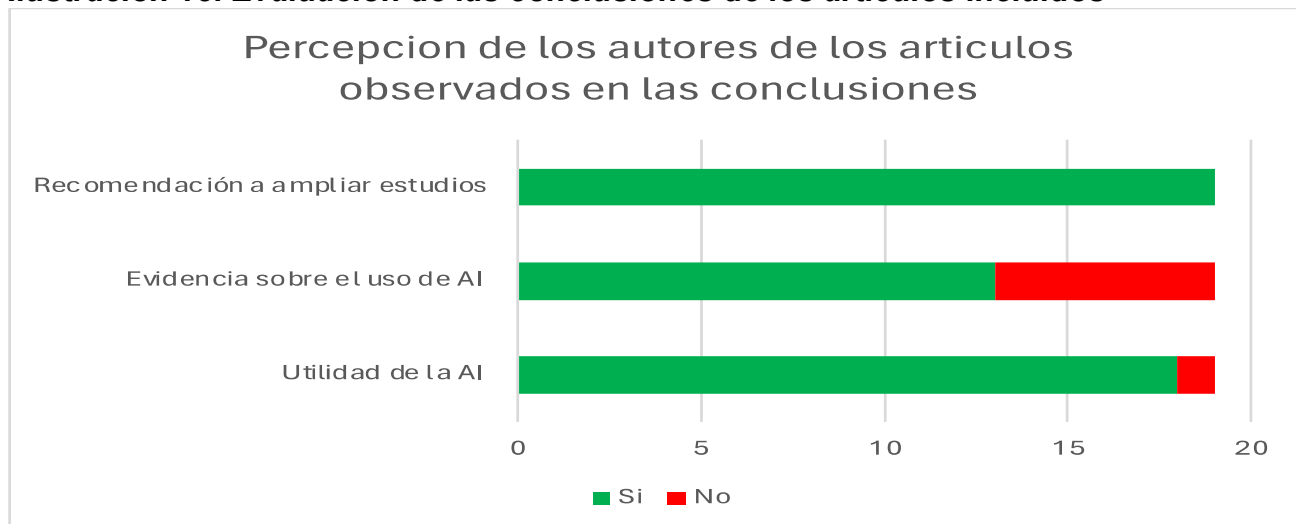
**Tabla 7. Interpretación de las conclusiones propuestas por los autores de cada artículo.**

Autor/Fecha/Lugar	Utilidad de la AI	Evidencia sobre el uso de AI	Recomendación a ampliar estudios	Reparos a evidencia obtenida
Masoumian Hosseini et al. Iran 2023	Si	Si	Si	Validez externa
A.L.D. Araújo et al. Brasil 2023	Si	No	Si	Inconsistencia de los datos
Borges do Nascimento J I et al USA 2023	Si	Si	Si	Falta de estudios
Li B, Feridooni T et al Canada 2022	Si	Si	Si	Riesgo de sesgo
Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. UK 2023	Si	Si	Si	Falta de estudios
Barrera FJ et al USA 2023	Si	No	Si	Inconsistencia de los datos
Rashid M et al India 2022	Si	Si	Si	Validez externa
Chadaga K et al India 2023	Si	Si	Si	Validez externa
Issaiy M, Zarei D, Saghazadeh A. Iran 2023	Si	Si	Si	Validez externa
Nabizadeh F et al Iran 2022	Si	Si	Si	Validez externa
Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Australia 2023	Si	No	Si	Inconsistencia de los datos
Qu C et al China 2022	Si	Si	Si	Validez externa
Baashar Y et al UK 2022	Si	Si	Si	Validez externa
Abd-Alrazaq A et al Qatar 2023	No	No	Si	Inconsistencia de los datos
Nadarajah R et al UK 2022	Si	Si	Si	Falta de estudios
Pigoni A et al Italia 2024	Si	Si	Si	Validez externa
Dhiman P et al UK 2022	Si	No	Si	Inconsistencia de los datos
Abdul NS et al UK 2024	Si	Si	Si	Validez externa
Konstantin Piliuk, Sven Tomforde Alemania 2023	Si	No	Si	Inconsistencia de los datos

A partir de las conclusiones se analizó la utilidad de AI, la evidencia sobre el uso de AI, la recomendación de ampliar estudios y los reparos que tenía cada uno de los autores para sus artículos.

En cuanto a la utilidad de la AI para el diagnóstico de enfermedad 18 artículos de los analizados reconocen la capacidad de realizar diagnóstico y predicción de enfermedades en diferentes áreas medicas con el uso de la AI (31–36,38–49), el único documento que no apoya la AI como modelo de predicción y diagnóstico de enfermedad fue el metaanálisis realizado para la detección de ansiedad, donde dado la complejidad del examen mental, se genera una dificultad importante para el modelo (37). Con respecto a la evidencia del uso de AI para el diagnóstico y predicción de enfermedades, 13 artículos concluyen que la evidencia es suficientemente fuerte para considerar los modelos de AI como modelos óptimos en el diagnóstico desde los signos y síntomas asociado a los exámenes paraclínicos y estudios imagenológicos (32–36,38–40,43,44,46,47,49), 6 artículos consideran que no hay suficiente evidencia para considerar modelos de AI, como modelos que permitan el diagnóstico acertado de la enfermedad (31,37,41,42,45,48). El total de los artículos documentados refieren la importancia de ampliar nuevos estudios para la aplicación de AI en la semiología y el diagnóstico de la enfermedad (31–49) (Ver Ilustración 13).

### Ilustración 13. Evaluación de las conclusiones de los artículos incluidos



La percepción de los autores documentadas en las conclusiones, consideran la importancia de ampliar investigación en modelos de AI para el diagnóstico en medicina, de la misma forma se reconoce la utilidad de la AI para este fin, no obstante, la evidencia de uso de AI en algunos de los artículos incluidos no fue suficiente para los autores.

Dentro de las conclusiones de los artículos, los autores tienen diferentes tipos de reparos con respecto a los resultados obtenidos, el principal es la reproducibilidad y validez externa de los estudios, documentado en el 47% de los estudios analizados <sup>(35,36,38-40,43,46,47,49)</sup>, seguido de la inconsistencia de los datos con un 32% de los estudios analizados <sup>(31,37,41,42,45,48)</sup>, seguido de la falta de estudios 16% de los estudios analizados <sup>(32,33,44)</sup> y 5% dado se documentaron sesgos en los resultados <sup>(34)</sup> (Ver Ilustración 14).

### Ilustración 14. Reparos de los autores de los artículos respecto a la evidencia obtenida



La validez externa, la inconsistencia de los datos, la falta de estudios y los riesgos de sesgo fueron los reparos propuestos en las conclusiones para cada uno de los autores.

## 7.7. Resultados de la evaluación de riesgo de sesgos

La evaluación del riesgo de sesgo fue realizada mediante la herramienta ROBIS, aplicada en cada uno de los artículos de la revisión sistemática elegidos, calificando la fase 2 entre bajo, alto y riesgo no claro, seguido de la fase 3 donde se valora el riesgo posterior a la revisión completa calificándose en bajo y alto respectivamente (Ver Tabla 8).

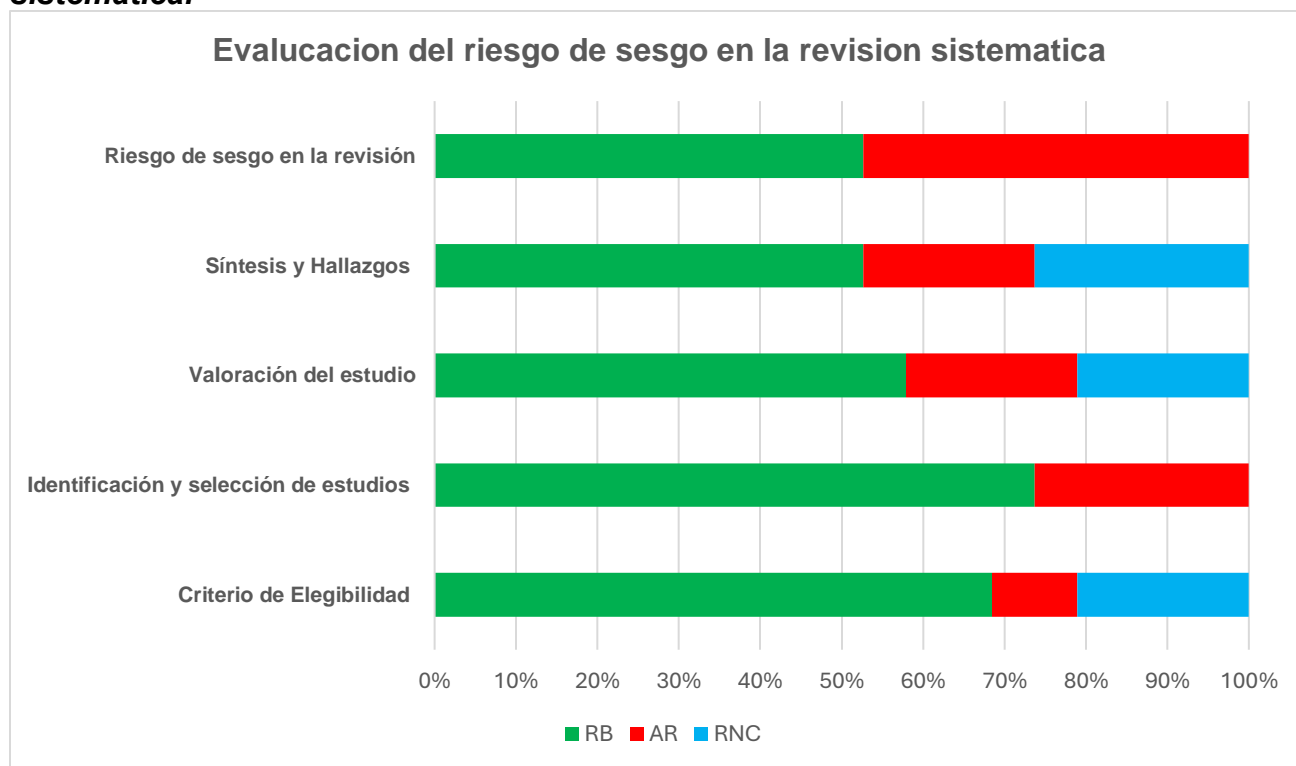
**Tabla 8. Tabla de evaluación de riesgo de según la herramienta ROBIS**

Autor/Fecha/Lugar	Verificación del Sesgo				
	Fase II				Fase III
	Criterio de Elegibilidad	Identificación y selección de estudios	Valoración del estudio	Síntesis y Hallazgos	Riesgo de sesgo en la revisión
Masoumian Hosseini <i>et al.</i> Iran 2023	RB	RB	AR	RB	RB
A.L.D. Araújo <i>et al.</i> Brasil 2023	RB	AR	RB	RB	RB
Borges do Nascimento J I <i>et al.</i> USA 2023	RB	RB	RNC	AR	AR
Li B, Feridboni T <i>et al.</i> Canada 2022	RB	RB	RB	RNC	RB
Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. UK 2023	RNC	AR	RNC	RB	AR
Barrera FJ <i>et al.</i> USA 2023	RB	RB	RB	RB	RB
Rashid M <i>et al.</i> India 2022	AR	RB	AR	RB	AR
Chadaga K <i>et al.</i> India 2023	RB	RB	RB	RB	RB
Issaiy M, Zarei D, Saghazadeh A. Iran 2023	RNC	RB	RNC	AR	AR
Nabizadeh F <i>et al.</i> Iran 2022	AR	RB	AR	RB	AR
Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Australia 2023	RB	AR	RB	RNC	AR
Qu C <i>et al.</i> China 2022	RB	RB	RB	RB	RB
Baashar Y <i>et al.</i> UK 2022	RB	RB	RB	RNC	RB
Abd-Alrazaq A <i>et al.</i> Qatar 2023	RNC	RB	RB	RB	RB
Nadarajah R <i>et al.</i> UK 2022	RB	RB	RNC	AR	AR
Pigoni A <i>et al.</i> Italia 2024	RB	AR	RB	RB	RB
Dhiman P <i>et al.</i> UK 2022	RNC	RB	RB	RNC	RB
Abdul NS <i>et al.</i> UK 2024	RB	RB	AR	RNC	AR
Konstantin Piliuk, Sven Tomforde Alemania 2023	RB	AR	RB	AR	AR
	Riesgo Bajo = RB		Alto riesgo = AR		Riesgo No claro = RNC

Aplicación de la herramienta ROBIS para los 19 artículos seleccionados para esta revisión sistemática, se evaluó el riesgo bajo (RB – verde), riesgo alto (RA – Rojo) y riesgo no claro (RNC – Azul)

Una vez aplicada la herramienta ROBIS, se evaluó el porcentaje de riesgo para cada una de las preguntas de la fase II, el riesgo alto fue de 10% para el criterio de elegibilidad, 25% para identificación y selección del riesgo, 20% para valoración del estudio, 20% para síntesis y hallazgos, sin embargo, el riesgo de sesgo total alto fue de 48% (Ver Ilustración 15)

**Ilustración 15. Resultados de la evaluación del riesgo de sesgo de la revisión sistemática.**



Aplicación de la herramienta ROBIS para los 19 artículos seleccionados para esta revisión sistemática, mostro un riesgo alto de sesgo del 48%.

## 8. DISCUSIÓN

La inteligencia artificial es una herramienta novedosa mediada por unas redes de análisis estadístico que permiten el desarrollo de redes neuronales convencionales de forma secuencial que están revolucionando el mundo <sup>(1,2,36)</sup>, al igual que en su momento la industria con la máquina de vapor, el internet con la conectividad, la Big Data para el análisis de información, la AI cambiará el entorno académico y con ello el aprendizaje, con el objetivo de optimizar el ejercicio profesional <sup>(1,2,4,5)</sup>. En medicina el diagnóstico de la enfermedad es fundamental desde el abordaje clínico a partir de signos y síntomas para ejercicio profesional <sup>(3)</sup>, una vez documentados los hallazgos en semiología, el asocio a estudios de extensión tanto bioquímicos como imagenológicos, potencian esa habilidad clínica, para así incrementar el asertividad en los diagnósticos <sup>(3,7)</sup>. En el proceso de aprendizaje una experiencia brinda una reflexión del ejercicio profesional llevando a una aplicación del trabajo a la práctica <sup>(7)</sup>. El crecimiento profesional parte de la visión brindada por la educación a partir de herramientas y aptitudes adquiridas, lo que potencia dicha reflexión para identificar las necesidades del plan de aprendizaje, impactando en el crecimiento profesional y personal del estudiante, lo que determina en medicina, buenos resultados de atención en salud <sup>(3,7)</sup>. Esto permite comprender la importancia que tienen los modelos de AI (Machine Learning – Deep Learning) en el actual desarrollo profesional de los médicos, sobre todo al momento de afianzar el proceso de diagnóstico <sup>(2,7)</sup>.

Mediante esta revisión sistemática, se realizó un análisis de como los modelos de AI, pueden impactar de forma positiva en el diagnóstico y la predicción de enfermedades en diferentes áreas de la medicina <sup>(31-49)</sup>, una muestra del interés que existe por el uso de estos modelos en la actualidad para el diagnóstico de la enfermedad, que al descubierto, al documentar revisiones sistemáticas y metaanálisis enfocados en el tema, estudios que incluyeron en su metodología múltiples documentos académicos (Ensayos clínicos – Estudios de cohorte – Estudios de casos y controles) con el objetivo de encontrar la mejor evidencia de la aplicación de la AI para el diagnóstico, mostrando así, el uso de estas herramientas en cardiología, áreas quirúrgicas, oncología, neurociencias, infectología e incluso calidad en salud, con lo que, denota la variedad de usos que puede tener la AI en relación con los avances tecnológicos <sup>(3,5,7)</sup>.

El aprendizaje en el diagnóstico de la enfermedad por medio de AI, toma más fuerza al encontrar que su mayor aplicabilidad se está llevando a cabo en áreas de alta complejidad tomando valor, la adecuada interpretación de signos y síntomas <sup>(31,34,35,38,41,43,44,45)</sup>, mostrando el cambio dinámico encontrado en el aprendizaje y el ejercicio de las áreas de mayor relevancia, no solo en medicina, sino en ingeniería, economía, educación entre otras <sup>(14)</sup>. Dentro de este proceso de revisión sistemática, se tuvo en cuenta tres categorías de análisis, la primera fue la descripción de los modelos de AI empleados en cada uno de los estudios de acuerdo con la clasificación de los modelos de Machine Learning y Deep Learning <sup>(1,3,5,36)</sup>, la segunda fue la evaluación de la interpretación de signos y síntomas para el diagnóstico de la enfermedad a partir de los modelos descritos <sup>(31-49)</sup>, para posteriormente analizar la conclusión de cada uno de los autores sobre el documento desarrollado y evaluar las recomendaciones propuestas.

En cuanto al análisis de los modelos de AI empleados se evaluó la manera como los artículos emplearon tanto los modelos de Machine Learning supervisados, los modelos de Machine Learning no supervisados y los modelos de Deep Learning <sup>(3,36)</sup>, para el diagnóstico de enfermedad, evidenciando el análisis secuencial a partir de modelos de ML que profundizan a DL de forma algorítmica <sup>(33-35,37-41,43,45,46,48,49)</sup>, principalmente empleando modelos Supervisados en los que se verifica por el humano, el análisis hecho por la maquina <sup>(33,34,37,41,43,48)</sup>, no obstante, es común documentar que el mayor uso se da a partir de modelos

de estadística inferencial donde la regresión logística <sup>(31-35,37,38,40,42-47)</sup> y la estadística Bayesiana <sup>(31,34,38,41,43,44,49)</sup>, permiten el análisis multivariado que determinara modelos de proyección, lo que explica porque se piensa que uno de los mayores impactos de la AI se fundamenta en el manejo de gráficas y razonamiento de la información desde el manejo de los datos para la toma de decisiones <sup>(13,14,16)</sup>.

El análisis de síntomas en los artículos para el diagnóstico de enfermedad a partir de modelos de AI, permitió evaluar por separado los artículos que correspondieron a revisión sistemática, de los que correspondieron a metaanálisis. En cuanto a las revisiones sistemáticas, los síntomas de ingreso <sup>(39,42,45,48,49)</sup>, la escala del dolor <sup>(43,48)</sup>, los signos vitales <sup>(47-49)</sup>, el índice de masa corporal <sup>(41,42,45)</sup>, el examen neurológico <sup>(10,16)</sup>, el examen de piel <sup>(39)</sup>, los antecedentes <sup>(41,44,46)</sup> y los determinantes sociales <sup>(43,44,46)</sup>, mostraron la aplicación que tiene la AI en la integración de la semiología para la determinación del diagnóstico, con lo que se confirma la importancia de los hallazgos de la anamnesis y el examen físico en la predicción clínica por parte de los modelos AI <sup>(2,3)</sup>, confirmando la relevancia que tendrán estos modelos en la educación médica soportando la educación interpersonal <sup>(7)</sup>. No obstante, la AI es más rentable de acuerdo con la mayor cantidad de variables relevantes que pueda llegar a evaluar, por lo que resulta fundamental la integración de otras variables documentadas tanto en estudios paraclínicos y la valoración de los estudios bioquímicos <sup>(39-43,45,47,48,49)</sup> para mejorar la precisión de los modelos de AI con respecto al Gold Standard del diagnóstico, situación que mejora aún más cuando se hace el análisis de estudios imagenológicos como la tomografía, la ultrasonografía y la resonancia nuclear magnética entre otras <sup>(40-43,45,48,49)</sup>, lo que permite entender cómo se logra el aprendizaje reflexivo en salud desde los modelos de AI <sup>(7)</sup>. Así mismo se documentó que el nivel de precisión de los modelos de AI para el diagnóstico de la enfermedad fluctúa de 80%-99% <sup>(39,40,42,43,45,47,49)</sup>, sin embargo, hubo artículos en donde los modelos de AI no alcanzaron la precisión de 80% <sup>(44,46)</sup>, así mismo se comparó la capacidad de los modelos para determinar cambios en signos vitales encontrando valores de sensibilidad de 85,75%, 98,4%, 93% y 83%, con precisión 85% y especificidad baja de 65%-85%, incluso, se realizó la comparación de las interpretaciones del médico tratante en relación con los modelos de AI presentando una sensibilidad del 99%, esto muestra que si bien la AI puede alcanzar valores de sensibilidad elevados en relación con los hallazgos detectados por el humano, como ocurrió al analizar el electrocardiograma <sup>(49)</sup>; la especificidad no es tan alta, dejando en evidencia que la importancia del profesional es fundamental no solo desde lo clínico; sino también permitiendo intensificar la educación basada en la empatía y la comprensión psicosocial de la enfermedad para que estos modelos sean una herramienta y no un reemplazo del médico <sup>(2)</sup>. Es fundamental destacar que los modelos de AI tienen la habilidad de realizar diagnósticos, no obstante el análisis de variables dinámicas y complicaciones, delimita una baja en la precisión, un ejemplo de ello se documentó en la revisión sistemática para el diagnóstico de apendicitis aguda donde la precisión del diagnóstico fue muy alta, pero al momento de predecir ingreso a UCI, tiempo de hospitalización e incluso riesgo de infección primaria, la precisión del modelo descendió hasta 67%<sup>(43)</sup>.

Es importante mencionar que, la integración de los signos vitales, asociado a los hallazgos de laboratorio y los estudios imagenológicos incrementa la predicción de la enfermedad, esto se documentó en el metaanálisis descrito para la predicción de enfermedad de Alzheimer donde se hizo un análisis del examen mental y neurológico de los pacientes, estudios bioquímicos del LCR y posterior hallazgos en la RNM cerebral de forma secuencial elevando el ROC área a 96% en comparación con el análisis solo de las variables semiológicas con una posibilidad de predicción del 83% <sup>(36)</sup>, caso similar a lo documentado en la revisión sistemática para el diagnóstico de esclerosis múltiple, donde la integración imagenológica alcanzó una precisión del 93% <sup>(40)</sup>. Otro ejemplo se vio documentado en el análisis de mamografías en cáncer de mama, donde la sensibilidad de los modelos de AI fue del 90% en comparación con los radiólogos siendo del 78% <sup>(3)</sup>, con lo que se muestra la alta capacidad

de los modelos de AI para la interpretación de patrones imagenológicos, sin embargo, esta interpretación no solo depende de estudios radiológicos, sino también de la capacidad de verificación de patrones donde por ejemplo, el examen físico de piel toma un valor agregado. Un estudio enfocado en el diagnóstico de monkey pox mostro que la integración entre los síntomas y los patrones de lesión cutánea determino una precisión de los modelos de AI que alcanzo el 100% con sensibilidad de 99,5% y especificidad de 100% para el diagnóstico de la enfermedad <sup>(39)</sup>. Pese a lo anterior es importante entender que la capacidad de precisión de diagnóstico de la AI para el diagnóstico de la enfermedad mostro una mediana de 75%, una media de 85% y un RIQ 65%-90%, dejando duda en la real capacidad de los diferentes modelos, por lo que se hacen evidentes las necesidades en ampliar la investigación de estas herramientas con el objetivo de facilitar la enseñanza y el aprendizaje desde la educación superior para lograr estimular el desarrollo de modelos más precisos en las nuevas generaciones <sup>(13)</sup>.

Con respecto a los resultados obtenidos en los metaanálisis incluidos para esta revisión sistemática, también se hizo un análisis de los datos de la anamnesis y el examen físico, sin embargo, se documentó que el valor dado a la anamnesis y el examen físico fue menor al evidenciado en las revisiones sistematicas, donde los síntomas de ingreso de los pacientes <sup>(31,34,38)</sup>, el análisis del dolor <sup>(33,34,38)</sup>, la observación de lesiones en piel o mucosas <sup>(31,34,38)</sup>, los signos vitales <sup>(33,38)</sup>, la necesidad de intervenciones de urgencias <sup>(31,33)</sup>, el <sup>(36,37)</sup> y las variables demográficas<sup>(34)</sup>, también fueron tenidas en cuenta pero en menor proporción, no obstante también se evaluaron las condiciones clínicas de forma integral sin separar signos y síntomas, estudios imagenológicos y paraclínicos para el diagnóstico de enfermedad cardiovascular <sup>(35)</sup>, con lo que la importancia de la integración entre medicina, en particular semiología, queda supeditada. Esto se hace aún más importante cuando se evalúan las competencias que los profesionales de la salud y en particular los médicos deben desarrollar <sup>(2)(7)</sup>, es así como la enseñanza, el aprendizaje y el diseño de currículo se deben crear con el objetivo de integrar estas nuevas tecnologías para resolver problemas <sup>(4,5)</sup>, por lo que, la detección de mejores competencias clínicas y diagnosticas en los profesionales de la salud con el uso de inteligencia artificial, mostro un ROC área de 96%, evidenciando como se potencia la actividad clínica con la AI<sup>(32)</sup>. Al igual que en las revisiones sistematicas, los estudios imagenológicos integrados a la AI tuvieron gran relevancia, impactando significativamente en la evidencia <sup>(31,34,36,38)</sup>, así mismo no hubo una gran integración de los estudios de laboratorio en los metaanálisis, sin embargo llama la atención que en el metaanálisis para el uso de AI en el diagnóstico y la predicción de toxicidad por quimioterapia en cáncer de cabeza y cuello, la correlación con la zona anatómica permitió la evaluación de hormonas tiroideas <sup>(31)</sup>, esto es fundamental por que denota que la AI solo será funcional desde que exista una lógica científica que debe ser integrada y evaluada por un humano, potenciando así la idea de AI como una herramienta más para este momento de la historia<sup>(5)</sup>.

En el caso de los metaanálisis incluidos, la evaluación área ROC y sensibilidad, especificidad o precisión, permitió evaluar de mejor manera la aplicabilidad de los modelos de AI, los metaanálisis que reportaron área ROC presentaron valores mayores de 80% con alta significancia estadística <sup>(31,32,34,35,36)</sup>, lo que denota la importancia de la integración de AI al aprendizaje en medicina <sup>(2)(4)(7)</sup>. Lo mismo sucede en los casos de OR de predicción <sup>(35,36)</sup>, donde se documentó como un modelo de AI presenta valores como factor de riesgo para el diagnóstico de una enfermedad como la enfermedad cardiovascular, pero muestra un valor protector para el análisis de otras enfermedades como Diabetes mellitus, teniendo en cuenta que los modelos se crearon para la predicción de desarrollo de enfermedad cardiovascular y no para Diabetes mellitus<sup>(35)</sup>, con lo que se confirma que pese a la habilidad de los modelos de AI para el manejo de datos <sup>(13,14,16)</sup>, se necesita de la habilidad de los humanos para que el modelo logre entrar en contexto y de esta manera desarrollar los valores de precisión <sup>(3,5,6,17,18)</sup>, de lo contrario el modelo no tendrá valor significativo en los resultados <sup>(31,37,41,42,45,48)</sup>. Llama la atención en particular los resultados obtenidos para los metaanálisis

que evaluaron la detección de ansiedad y la detección enfermedad de Alzheimer con AI, documentándose alta sensibilidad y especificidad <sup>(36)(37)</sup>, pese a evaluarse el examen mental situación que dista de lo ocurrido en el contexto de la revisión sistemática acerca del riesgo de suicidio donde los resultados de precisión para el diagnóstico fueron bajos <sup>(46)</sup>, abriendo así la puerta si en condiciones de examen mental los modelos de AI, al evaluar condiciones humanas muy específicas no tienen dicha habilidad, lo que confirmaría la teoría de que el uso de AI facilitara procesos complejos, pero las habilidades humanas seguirán intactas y será responsabilidad de los profesores intensificarlas <sup>(17,18)</sup>.

Con lo anterior descrito llegamos a la visión de los autores de cada uno de los artículos, al analizar las conclusiones propuestas, en donde se caracterizó la utilidad que veía el autor de cada artículo sobre de los modelos de AI para el diagnóstico de enfermedad, el grado de evidencia soportado, la idea de ampliar estudios sobre AI para este tema y los reparos con la evidencia obtenida de acuerdo con los resultados obtenidos para cada artículo, encontrando un solo documento en el que los autores no se encuentran convencidos de la utilidad de la AI para el diagnóstico de enfermedad <sup>(37)</sup>, para el resto de los autores de los diferentes documentos la AI tiene utilidad para el diagnóstico de la enfermedad y por ende sirve como herramienta para el aprendizaje de dicha habilidad <sup>(31-36,38-49)</sup>, apoyando con esto la teoría de que la mayor accesibilidad a la información médica, incrementa la resolución de problemas en salud, por lo que utilizar estos modelos en el diagnóstico para cada caso clínica disminuye el riesgo de errores y mejora de la educación médica continuada<sup>(19,20)</sup>. No obstante la evidencia es compleja, donde para los autores de 6 artículos consideran que no hay suficiente evidencia para considerar la AI como un modelo predictor e identificador de enfermedad <sup>(31,37,41,42,45,48)</sup>, podría pensarse que en parte se debe a que no se brinda una estructurada educación curricular acerca de los modelos de AI<sup>(18)</sup>, lo que genera errores por el uso libre no dirigido de este tipo de tecnologías<sup>(22)</sup>, sin embargo todos los autores en sus conclusiones refieren la importancia de generar documentos acerca de este tema con mayor robustez metodológica <sup>(31-49)</sup>, en parte porque existe la necesidad inminente de avances tecnológicos, llevando a que la AI tenga un poder fundamental en facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la educación superior y por ende en de la medicina<sup>(13)</sup>. De tal manera que resulta fundamental entender los reparos que los autores hicieron a sus investigaciones para de esta manera mejorar futuros proyectos de investigación, en donde la reproducibilidad y validez externa <sup>(35,36,38-40,43,46,47,49)</sup>, y la inconsistencia de los datos <sup>(31,37,41,42,45,48)</sup>, fueron las críticas más importantes, con lo que se hace fundamental optimizar la validez interna desde los datos para garantizar la reproducibilidad, entonces, no solo el modelo servirá para el manejo de datos en medicina sino para analizar la validez creando conductas de aprendizaje por sí mismo, reproduciendo nuevo contenido académico basado en texto<sup>(1,3,4)</sup>, simulando la inteligencia humana<sup>(2,3)</sup>. Con lo anterior resultaba fundamental evaluar el riesgo de sesgo en esta revisión, documentando un 48%, resultado esperable por la heterogeneidad de los datos y el contexto de esta investigación.

## 9. CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática de la literatura ha mostrado la importancia de manejar los modelos de AI desde la docencia para desarrollar habilidades como el aprendizaje del diagnóstico, con los que podemos concluir que:

- La inteligencia artificial ha venido tomando fuerza en los últimos 50 años, potencializando su valor durante los últimos 10 años, el análisis de datos y el manejo de la información ha permitido que los modelos de AI tengan la capacidad de desarrollar algoritmos para situaciones complejas como el diagnóstico de la enfermedad.
- Los modelos lejos de reemplazar la actividad humana facilitarán su desarrollo académico e investigativo, potenciando además las cualidades humanísticas que son fundamentales en este momento de la historia.
- La docencia tiene la obligación de formar a los profesionales y en este contexto a los médicos en la manejo óptimo y responsable de estas herramientas, con el fin de que, en un futuro cercano los modelos de AI sirvan en el aprendizaje de ciencias básicas como la semiología para que integrados con otras áreas clínicas se logre crear una herramienta en el aprendizaje del diagnóstico.
- Es fundamental que se comprenda que el tema es novedoso y aún falta mucha investigación que garantice la real validez de estos instrumentos en medicina, haciendo necesario que la investigación de la AI siga siendo explorada, con el objetivo de mejorar la evidencia científica existente desde la validez interna con el control de sesgos y la consistencia de los datos.
- Los modelos de AI integrados desde la didáctica y el currículo pueden consolidar habilidades clínicas como la detección de signos y síntomas, la integración con estudios bioquímicos y el incremento de su capacidad diagnóstica al relacionar esta información con análisis imagenológico, radiológico y no radiológico, llevando en un futuro a mejores resultados en formación académica y ejercicio profesional, que impacten positivamente en los resultados en salud.

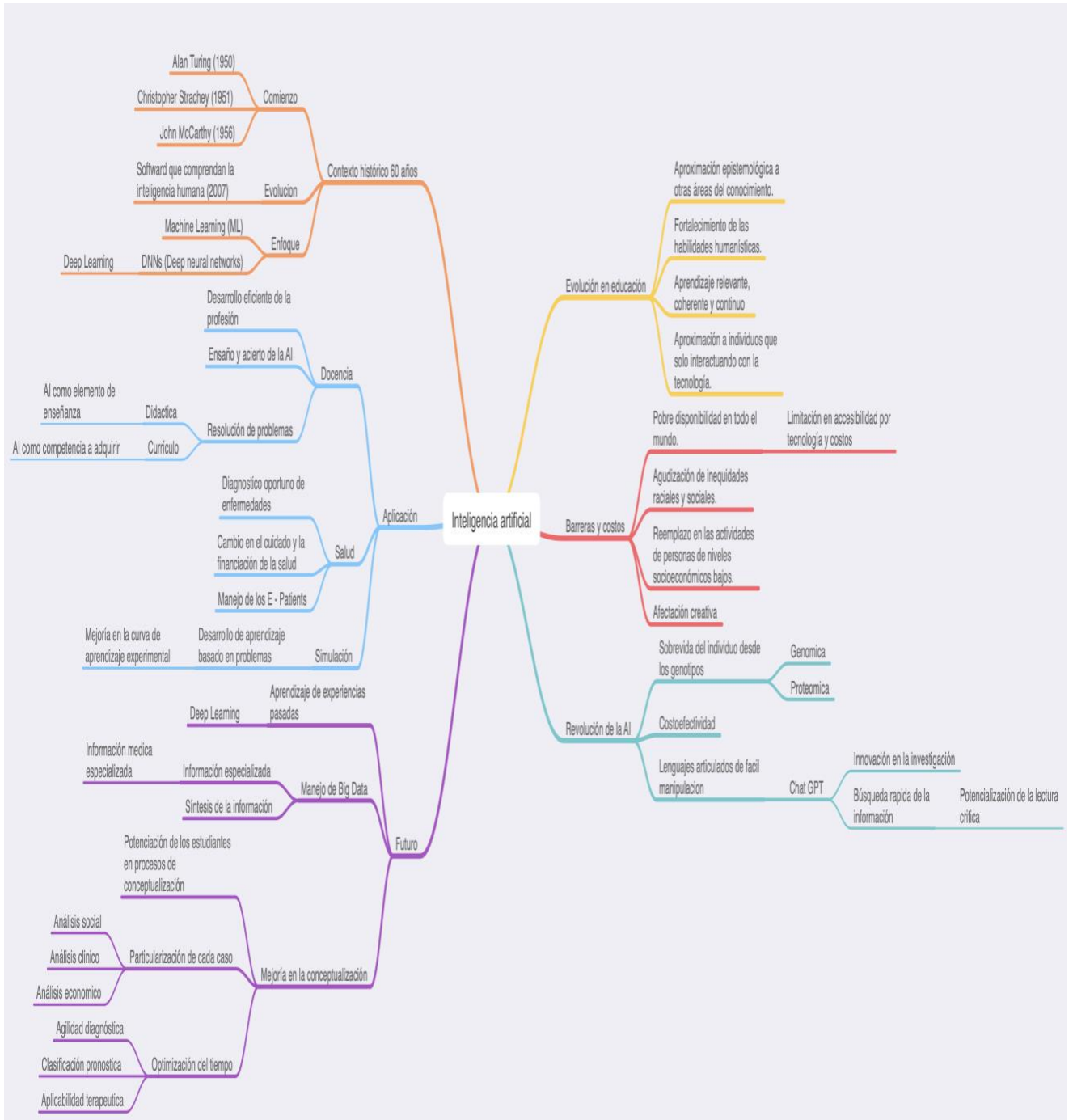
## 10. RECOMENDACIONES

Esta investigación permite dejar en evidencia que, si bien existen avances significativos de AI para el aprendizaje del diagnóstico y el desarrollo de la medicina, aún quedan muchas temáticas para explorar, nosotros recomendamos a los lectores, estudiantes, profesores, grupos de expertos e investigadores:

- Integrar estos modelos de AI al currículo de los diferentes programas académicos, empleándose como herramientas didácticas que lejos de convertirse en un reemplazo para la labor humana, habrá la posibilidad a crear nuevas profesiones y áreas de conocimiento.
- Integrar las ciencias básicas con ciencias clínicas en medicina por medio de modelos de AI, potencializando la función docente.
- Entrenar a los estudiantes, en la creación, aplicación e interpretación de los modelos de AI, con la capacidad profesional desarrollando académicos que estén a la vanguardia.

# 11. ANEXOS

## Anexo 1. Conceptualización de Marco Teórico



## Anexo 2. Tabla de artículos seleccionados a los que se realizó evolución con las preguntas de la guía JAMA para revisión sistemática.

Nro	Base de Datos	Autor	Año	Título	Tipo de Estudio	Responde las 7 Preguntas JAMA	Link en internet
1	BMC	Kim, E., Song, S. & Kim, S.	2023	Development of pediatric simulation-based education – a systematic review	Systematic review	NO	<a href="https://bmccours.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12912-023-01458-8">https://bmccours.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12912-023-01458-8</a>
2	BMC	Masoumian Hosseini, M., Masoumian Hosseini, S.T., Qayumi, K. et al.	2023	Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review	Scoping review	SI	<a href="https://bmccmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02350-w">https://bmccmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02350-w</a>
3	BMJ	Cole AC, Adapa K, Khasanah A, et al	2022	Codesign approaches involving older adults in the development of electronic healthcare tools: a systematic review	Systematic review	NO	<a href="https://bmjopen.bmj.com.ezproxy.unbosque.edu.co/content/12/7/e058390">https://bmjopen.bmj.com.ezproxy.unbosque.edu.co/content/12/7/e058390</a>
4	Clinical key	A.L.D. Araujo et al.	2023	Machine learning for the prediction of toxicities from head and neck cancer treatment: A systematic review with meta-analysis	Metaanalysis	SI	<a href="https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S1368837523000817">https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S1368837523000817</a>
5	Clinical key	Hyeon Ki Jeong et al	2023	Deep Learning in Dermatology: A Systematic Review of Current Approaches, Outcomes, and Limitations	Systematic review	NO	<a href="https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S2667026720005683">https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S2667026720005683</a>
6	Clinical key	E. Rezk et al.	2023	A comprehensive review of artificial intelligence methods and applications in skin cancer diagnosis and treatment: Emerging trends and challenges	Comprehensive Review	NO	<a href="https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S2772442523001260">https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S2772442523001260</a>
7	Clinical key	Borges do Nascimento J I et al	2023	The global effect of digital health technologies on health workers' competencies and health workplace: an umbrella review of systematic reviews and lexical-based and sentence-based meta-analysis	Metaanalysis	SI	<a href="https://www-embase-com.ezproxy.unbosque.edu.co/records?su_baction=viewrecord&amp;id=L362288013">https://www-embase-com.ezproxy.unbosque.edu.co/records?su_baction=viewrecord&amp;id=L362288013</a>
8	PUBMED	Revilla-León M et al	2022	Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35300850/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35300850/</a>
9	PUBMED	Li B, Feridooni T et al	2022	Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal. <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/</a>	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/</a>
10	PUBMED	Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z.	2023	Exploring the effectiveness of artificial intelligence, machine learning and deep learning in trauma triage: A systematic review and meta-analysis.	Metaanalysis	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37822960/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37822960/</a>
11	PUBMED	Orji C et al	2023	Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Diagnosing Scaphoid Fractures: A Systematic Review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38021992/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38021992/</a>
12	PUBMED	Sun C, et al	2022	A systematic review of deep learning methods for modeling electrocardiograms during sleep.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35853448/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35853448/</a>
13	PUBMED	Barrera FJ et al	2023	Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of polycystic ovarian syndrome: a systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37790605/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37790605/</a>
14	PUBMED	Filipow N et al	2022	Implementation of prognostic machine learning algorithms in paediatric chronic respiratory conditions: a scoping review.	Scoping review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35297371/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35297371/</a>
15	PUBMED	Rashid M, Ramakrishnan M, Chandran VP, Nandish S, Nair S, Shanbhag V, Thunga G.	2022	Artificial intelligence in acute respiratory distress syndrome: A systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36100348/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36100348/</a>
16	PUBMED	Chadaga K et al	2023	Application of Artificial Intelligence Techniques for Monkeypox: A Systematic Review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3689968/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3689968/</a>
17	PUBMED	Issa M, Zarei D, Saghazadeh A.	2023	Artificial Intelligence and Acute Appendicitis: A Systematic Review of Diagnostic and Prognostic Models.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38114983/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38114983/</a>
18	PUBMED	Nabizadeh F et al	2022	Artificial intelligence in the diagnosis of multiple sclerosis: A systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35180619/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35180619/</a>
19	PUBMED	Popescu D, El-Khatib M, El-Khatib H, Ichim L.	2022	New Trends in Melanoma Detection Using Neural Networks: A Systematic Review.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35062458/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35062458/</a>
20	PUBMED	Ahmadi N, Peng Y, Wolfen M, Zoch M, Sedmayr M.	2022	OMOP CDM Can Facilitate Data-Driven Studies for Cancer Prediction: A Systematic Review.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36233137/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36233137/</a>
21	PUBMED	Naseri Jahfari A, Tax D, Reinders M, van der Bit I.	2022	Machine Learning for Cardiovascular Outcomes From Wearable Data: Systematic Review From a Technology Readiness Level Point of View.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35044316/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35044316/</a>
22	PUBMED	Altuhaifa FA, Win KT, Su G.	2023	Predicting lung cancer survival based on clinical data using machine learning: A review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37625260/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37625260/</a>
23	PUBMED	Qu C et al	2022	Diagnostic Performance of Generative Adversarial Network-Based Deep Learning Methods for Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35527734/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35527734/</a>
24	PUBMED	Keles E, Bagci U.	2023	The past, current, and future of neonatal intensive care units with artificial intelligence: a systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38012349/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38012349/</a>
25	PUBMED	Kokkosis C et al	2022	Identifying Gait-Related Functional Outcomes in Post-Knee Surgery Patients Using Machine Learning: A Systematic Review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36612771/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36612771/</a>
26	PUBMED	Baashar Y et al	2022	Effectiveness of Artificial Intelligence Models for Cardiovascular Disease Prediction: Network Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35251153/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35251153/</a>
27	PUBMED	Abd-Airazaq A et al	2023	Wearable Artificial Intelligence for Detecting Anxiety: Systematic Review and Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37938883/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37938883/</a>
28	PUBMED	Velazquez-Diaz D	2023	Use of Artificial Intelligence in the Identification and Diagnosis of Frailty Syndrome in Older Adults: Scoping Review.	Scoping review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37862082/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37862082/</a>
29	PUBMED	Meshawrab M, Adda M, Bouzouane A, Ibrahim H, Raad A.	2023	Smart Wearables for the Detection of Cardiovascular Diseases: A Systematic Literature Review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679626/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679626/</a>
30	PUBMED	Nadarajah R et al	2022	Prediction of incident atrial fibrillation in community-based electronic health records: a systematic review with meta-analysis.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607811/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607811/</a>
31	PUBMED	Minissi ME et al	2022	Assessment of the Autism Spectrum Disorder Based on Machine Learning and Social Visual Attention: A Systematic Review.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34101081/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34101081/</a>
32	PUBMED	Pigoni A et al	2024	Machine learning and the prediction of suicide in psychiatric populations: a systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38461283/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38461283/</a>
33	PUBMED	Lunge SB et al	2023	Therapeutic application of machine learning in psoriasis: A Prisma systematic review.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35621249/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35621249/</a>
34	PUBMED	Dhiman P et al	2022	Methodological conduct of prognostic prediction models developed using machine learning in oncology: a systematic review.	Systematic review	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35395724/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35395724/</a>
35	PUBMED	Garg RK et al	2023	Exploring the role of ChatGPT in patient care (diagnosis and treatment) and medical research: A systematic review.	Systematic review	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37808939/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37808939/</a>
36	PUBMED	Abdul NS	2024	Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: a systematic review and meta-analysis.	Metaanalysis	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38263027/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38263027/</a>
37	SCOPUS	R. Dwivedi et al.	2022	Potential of Internet of Medical Things (IoMT) applications in building a smart healthcare system: A systematic review	Systematic review	NO	<a href="https://www-scienceirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S2212426821001408?via=ihub">https://www-scienceirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S2212426821001408?via=ihub</a>
38	SCOPUS	Melissa Y, Yan, Lise Tuset Gustad, Øystein Nytrø 1	2022	Sepsis prediction, early detection, and identification using clinical text for machine learning: a systematic review	Systematic review	SI	<a href="https://watermark-silverchair-com.ezproxy.unbosque.edu.co/ocac236.pdf?token=">https://watermark-silverchair-com.ezproxy.unbosque.edu.co/ocac236.pdf?token=</a>
39	SCOPUS	Badyal DK	2023	Teaching framework of basic sciences in medical curriculum: A literature review	Systematic review	SI	<a href="https://jpp.com/teaching-framework-of-basic-sciences-in-medical-curriculum-a-literature-review/">https://jpp.com/teaching-framework-of-basic-sciences-in-medical-curriculum-a-literature-review/</a>
40	SCOPUS	Konstantin Piliuk, Sven Tomforde	2023	Artificial intelligence in emergency medicine. A systematic literature review	Systematic review	SI	<a href="https://www-scienceirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S138650623002927?via=ihub">https://www-scienceirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S138650623002927?via=ihub</a>

### **Anexo 3. Plantilla del programa de lectura Crítica CASPe para la evaluación de revisiones sistemáticas.**



#### **10 preguntas para ayudarte a entender una revisión**

##### ***Comentarios generales***

- Hay tres aspectos generales a tener en cuenta cuando se hace la lectura crítica de una revisión:

*¿Son válidos esos resultados?*

*¿Cuáles son los resultados?*

*¿Son aplicables en tu medio?*

- Las 10 preguntas de las próximas páginas están diseñadas para ayudarte a pensar sistemáticamente sobre estos aspectos. Las dos primeras preguntas son preguntas "de eliminación" y se pueden responder rápidamente. Sólo si la respuesta es "sí" en ambas, entonces merece la pena continuar con las preguntas restantes.
- Puede haber cierto grado de solapamiento entre algunas de las preguntas.
- En *itálica* y debajo de las preguntas encontrarás una serie de pistas para contestar a las preguntas. Están pensadas para recordarte por que la pregunta es importante. ¡En los pequeños grupos no suele haber tiempo para responder a todo con detalle!
- Estas 10 preguntas están adaptadas de: Oxman AD, Guyatt GH et al, Users' Guides to The Medical Literature, VI How to use an overview. (JAMA 1994; 272 (17): 1367-1371)

El marco conceptual necesario para la interpretación y el uso de estos instrumentos puede encontrarse en la referencia de abajo o/y puede aprenderse en los talleres de CASPe:

Juan B Cabello por CASPe. Lectura crítica de la evidencia clínica. Barcelona: Elsevier; 2015. (ISBN 978-84-9022-447-2)

#### **A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?**

## Preguntas "de eliminación"

<p><b>1 ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?</b></p> <p><i>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La población de estudio.</li><li>- La intervención realizada.</li><li>- Los resultados ("outcomes") considerados.</li></ul>	<p><input type="checkbox"/> SÍ      <input type="checkbox"/> NO SÉ      <input type="checkbox"/> NO</p>
<p><b>2 ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?</b></p> <p><i>PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Se dirige a la pregunta objeto de la revisión.</li><li>- Tiene un diseño apropiado para la pregunta.</li></ul>	<p><input type="checkbox"/> SÍ      <input type="checkbox"/> NO SÉ      <input type="checkbox"/> NO</p>

***¿Merece la pena continuar?***

## Preguntas detalladas

<p><b>3 ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?</b></p> <p><i>PISTA: Busca</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Qué bases de datos bibliográficas se han usado.</li><li>- Seguimiento de las referencias.</li><li>- Contacto personal con expertos.</li><li>- Búsqueda de estudios no publicados.</li><li>- Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés.</li></ul>	<p><input type="checkbox"/> SÍ      <input type="checkbox"/> NO SÉ      <input type="checkbox"/> NO</p>
<p><b>4 ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?</b></p> <p><i>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ      <input type="checkbox"/> NO SÉ      <input type="checkbox"/> NO</p>
<p><b>5 Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?</b></p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Los resultados de los estudios eran similares entre sí.</li><li>- Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados.</li><li>- Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados.</li></ul>	<p><input type="checkbox"/> SÍ      <input type="checkbox"/> NO SÉ      <input type="checkbox"/> NO</p>

## B/ ¿Cuáles son los resultados?

### 6 ¿Cuál es el resultado global de la revisión?

*PISTA: Considera*

- Si tienes claro los resultados últimos de la revisión.
- ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado).
- ¿Cómo están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc.).

### 7 ¿Cuál es la precisión del resultado/s?

*PISTA:*

*Busca los intervalos de confianza de los estimadores.*

## C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?

8 ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?

SÍ  NO SÉ  NO

*PISTA: Considera si*

- Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área.
- Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.

9 ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?

SÍ  NO SÉ  NO

10 ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?

SÍ  NO

*Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿qué opinas?*

## Anexo 4. Tabla de artículos seleccionados posterior a la aplicación de herramienta CASPe por 2 evaluadores

2	BMC	Masoumian Hosseini, M., Masoumian Hosseini, S.T., Gayumi, K. et al.	2023	Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring: a scoping review	Scoping review	SI	SI	<a href="https://bmccmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02350-w">https://bmccmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02350-w</a>
4	Clinical key	A.L.D. Araujo et al.	2023	Machine learning for the prediction of toxicities from head and neck cancer treatment: A systematic review with meta-analysis	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S1368837523000817">https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#/content/journal/1-s2.0-S1368837523000817</a>
7	Clinical key	Borges do Nascimento J I et al	2023	The global effect of digital health technologies on health workers' competencies and health workplace: an umbrella review of systematic reviews and lexical-based and sentence-based meta-analysis	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://www-embase-com.ezproxy.unbosque.edu.co/records?Subscription=viewrecord&amp;id=L36228013">https://www-embase-com.ezproxy.unbosque.edu.co/records?Subscription=viewrecord&amp;id=L36228013</a>
8	PUBMED	Revilla-León M et al	2022	Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35300860/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35300860/</a>
9	PUBMED	Li B, Feridoni T et al	2022	Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal. <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/</a>	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35046493/</a>
10	PUBMED	Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z.	2023	Exploring the effectiveness of artificial intelligence, machine learning and deep learning in trauma triage: A systematic review and meta-analysis.	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37822960/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37822960/</a>
11	PUBMED	Orji C et al	2023	Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Diagnosing Scaphoid Fractures: A Systematic Review.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38021992/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38021992/</a>
13	PUBMED	Barrera FJ et al	2023	Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of polycystic ovarian syndrome: a systematic review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37790605/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37790605/</a>
15	PUBMED	Rashid M, Ramakrishnan M, Chandran VP, Nandish S, Nair S, Shanbhag V, Thunga G.	2022	Artificial intelligence in acute respiratory distress syndrome: A systematic review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36100348/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36100348/</a>
16	PUBMED	Chadaga K et al	2023	Application of Artificial Intelligence Techniques for Monkeypox: A Systematic Review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36899968/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36899968/</a>
17	PUBMED	Issaly M, Zarei D, Saghazadeh A.	2023	Artificial Intelligence and Acute Appendicitis: A Systematic Review of Diagnostic and Prognostic Models.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38114983/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38114983/</a>
18	PUBMED	Nabizadeh F et al	2022	Artificial intelligence in the diagnosis of multiple sclerosis: A systematic review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35180619/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35180619/</a>
21	PUBMED	Naseri Jahfari A, Tax D, Reinders M, van der Bilt I.	2022	Machine Learning for Cardiovascular Outcomes From Wearable Data: Systematic Review From a Technology Readiness Level Point of View.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35044316/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35044316/</a>
22	PUBMED	Altuhaifa FA, Win KT, Su G.	2023	Predicting lung cancer survival based on clinical data using machine learning: A review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37625260/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37625260/</a>
23	PUBMED	Qu C et al	2022	Diagnostic Performance of Generative Adversarial Network-Based Deep Learning Methods for Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36527734/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36527734/</a>
24	PUBMED	Keles E, Bagci U.	2023	The past, current, and future of neonatal intensive care units with artificial intelligence: a systematic review.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38012349/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38012349/</a>
25	PUBMED	Kokkotis C et al	2022	Identifying Gait-Related Functional Outcomes in Post-Knee Surgery Patients Using Machine Learning: A Systematic Review.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36612771/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36612771/</a>
26	PUBMED	Baashar Y et al	2022	Effectiveness of Artificial Intelligence Models for Cardiovascular Disease Prediction: Network Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35251153/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35251153/</a>
27	PUBMED	Abd-Alrazaq A et al	2023	Wearable Artificial Intelligence for Detecting Anxiety: Systematic Review and Meta-Analysis.	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37938883/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37938883/</a>
29	PUBMED	Moshawrab M, Adda M, Bouzouane A, Ibrahim H, Raad A.	2023	Smart Wearables for the Detection of Cardiovascular Diseases: A Systematic Literature Review.	Systematic review	NO	NO	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679626/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679626/</a>
30	PUBMED	Nadarajah R et al	2022	Prediction of incident atrial fibrillation in community-based electronic health records: a systematic review with meta-analysis.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607811/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34607811/</a>
32	PUBMED	Pigori A et al	2024	Machine learning and the prediction of suicide in psychiatric populations: a systematic review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38461283/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38461283/</a>
34	PUBMED	Dhiran P et al	2022	Methodological conduct of prognostic prediction models developed using machine learning in oncology: a systematic review.	Systematic review	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35395724/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35395724/</a>
36	PUBMED	Abdul NS	2024	Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: a systematic review and meta-analysis.	Metaanalysis	SI	SI	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38263027/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38263027/</a>
38	SCOPUS	Melissa Y. Yan, Lise Tuset Gustad, Øystein Nytrø 1	2022	Sepsis prediction, early detection, and identification using clinical text for machine learning: a systematic review	Systematic review	NO	NO	<a "="" href="https://watermark-silverchair-com.ezproxy.unbosque.edu.co/locab236.pdf?token=">https://watermark-silverchair-com.ezproxy.unbosque.edu.co/locab236.pdf?token=</a>
39	SCOPUS	Badyal DK	2023	Teaching framework of basic sciences in medical curriculum: A literature review	Systematic review	NO	NO	<a href="https://ijpp.com/teaching-framework-of-basic-sciences-in-medical-curriculum-a-literature-review/">https://ijpp.com/teaching-framework-of-basic-sciences-in-medical-curriculum-a-literature-review/</a>
40	SCOPUS	Konstantin Piliuk, Sven Tomforde	2023	Artificial intelligence in emergency medicine. A systematic literature review	Systematic review	SI	SI	<a href="https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S1386505623002927?via%3Dihub">https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unbosque.edu.co/science/article/pii/S1386505623002927?via%3Dihub</a>

## Anexo 5. Herramienta ROBIS para la evaluación de sesgos

Summary of phase 2 ROBIS domains, phase 3, and signaling questions

	Phase 2				Phase 3
	1. Study eligibility criteria	2. Identification and selection of studies	3. Data collection and study appraisal	4. Synthesis and findings	Risk of bias in the review
Signaling questions	1.1 Did the review adhere to predefined objectives and eligibility criteria?	2.1 Did the search include an appropriate range of databases/ electronic sources for published and unpublished reports?	3.1. Were efforts made to minimize error in data collection?	4.1. Did the synthesis include all studies that it should?	A. Did the interpretation of findings address all of the concerns identified in domains 1 to 4?
	1.2 Were the eligibility criteria appropriate for the review question?	2.2 Were methods additional to database searching used to identify relevant reports?	3.2. Were sufficient study characteristics available for both review authors and readers to be able to interpret the results?	4.2. Were all predefined analyses reported or departures explained?	B. Was the relevance of identified studies to the review's research question appropriately considered?
	1.3 Were eligibility criteria unambiguous?	2.3 Were the terms and structure of the search strategy likely to retrieve as many eligible studies as possible?	3.3. Were all relevant study results collected for use in the synthesis?	4.3. Was the synthesis appropriate given the nature and similarity in the research questions, study designs, and outcomes across included studies?	C. Did the reviewers avoid emphasizing results on the basis of their statistical significance?
	1.4 Were all restrictions in eligibility criteria based on study characteristics appropriate?	2.4 Were restrictions based on date, publication format, or language appropriate?	3.4. Was risk of bias (or methodologic quality) formally assessed using appropriate criteria?	4.4. Was between-study variation minimal or addressed in the synthesis?	
	1.5 Were any restrictions in eligibility criteria based on sources of information appropriate?	2.5 Were efforts made to minimize error in selection of studies?	3.5. Were efforts made to minimize error in risk of bias assessment?	4.5. Were the findings robust, for example, as demonstrated through funnel plot or sensitivity analyses? 4.6. Were biases in primary studies minimal or addressed in the synthesis?	
Judgment	Concerns regarding specification of study eligibility criteria	Concerns regarding methods used to identify and/or select studies	Concerns regarding methods used to collect data and appraise studies	Concerns regarding the synthesis	Risk of bias in the review

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Randolph T. Artificial Intelligence: Work, Machines and Human Interaction [Internet]. New York: SNOVA; 2021. (Computer Science, Technology and Applications Ser). Available from: <https://login.ezproxy.unbosque.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=3072406&lang=es&site=ehost-live>
2. Masters K. Artificial intelligence in medical education. *Med Teach*. 2019 Sep 2;41(9):976–80.
3. Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhebany N, Alqahtani T, Alshaya AI, Almohareb SN, et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. Vol. 23, *BMC Medical Education*. BioMed Central Ltd; 2023.
4. Azer SA, Guerrero APS. The challenges imposed by artificial intelligence: are we ready in medical education? *BMC Med Educ*. 2023 Sep 19;23(1).
5. Komazawa N, Yokohira M. Simulation-Based Education in the Artificial Intelligence Era. *Cureus*. 2023 Jun 25;
6. Rezazadeh H, Ahmadipour H, Salajegheh M. Psychometric evaluation of Persian version of medical artificial intelligence readiness scale for medical students. *BMC Med Educ*. 2023 Dec 1;23(1).
7. Cohen B, DuBois S, Lynch PA, Swami N, Nofle K, Arensberg MB. Use of an Artificial Intelligence-Driven Digital Platform for Reflective Learning to Support Continuing Medical and Professional Education and Opportunities for Interprofessional Education and Equitable Access. Vol. 13, *Education Sciences*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.
8. Das D, Kumar N, Longjam LA, Sinha R, Deb Roy A, Mondal H, et al. Assessing the Capability of ChatGPT in Answering First- and Second-Order Knowledge Questions on Microbiology as per Competency-Based Medical Education Curriculum. *Cureus*. 2023 Mar 12;
9. Ghosh A, Bir A. Evaluating ChatGPT's Ability to Solve Higher-Order Questions on the Competency-Based Medical Education Curriculum in Medical Biochemistry. *Cureus*. 2023 Apr 2;
10. Giannos P. Evaluating the limits of AI in medical specialisation: ChatGPT's performance on the UK Neurology Specialty Certificate Examination. *BMJ Neurol Open*. 2023 Jun 15;5(1).
11. Corsello A, Santangelo A. May Artificial Intelligence Influence Future Pediatric Research?—The Case of ChatGPT. *Children*. 2023 Apr 1;10(4).
12. Jartarkar SR. Artificial intelligence: Its role in dermatopathology. Vol. 89, *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*. Scientific Scholar; 2023. p. 549–52.
13. Stachowicz-Stanusch A. Principles of Responsible Management Education (PRME) in the Age of Artificial Intelligence (AI): Opportunities, Threats, and the Way Forward [Internet]. Charlotte, NC: Information Age Publishing; 2021. (Research in Management Education and Development). Available from: <https://login.ezproxy.unbosque.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2953380&lang=es&site=eds-live&scope=site>
14. Shah P. AI and the Future of Education : Teaching in the Age of Artificial Intelligence [Internet]. Hoboken, New Jersey: Jossey-Bass; 2023. Available from: <https://login.ezproxy.unbosque.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=3670862&lang=es&site=eds-live&scope=site>
15. Kaban A. Artificial Intelligence in Education: A Science Mapping Approach. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 2023;11(4):844–61.
16. AI and the Future of Skills, Volume 1 [Internet]. OECD; 2021. (Educational Research and Innovation). Available from: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/ai-and-the-future-of-skills-volume-1\\_5ee71f34-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/ai-and-the-future-of-skills-volume-1_5ee71f34-en)
17. Civaner MM, Uncu Y, Bulut F, Chalil EG, Tatli A. Artificial intelligence in medical education: a cross-sectional needs assessment. *BMC Med Educ*. 2022 Dec 1;22(1).
18. Çalışkan SA, Demir K, Karaca O. Artificial intelligence in medical education curriculum: An e-Delphi study for competencies. *PLoS One*. 2022 Jul 1;17(7 July).
19. Palencia-Díaz R, de Jesús Palencia-Vizcarra R, Rodolfo Palencia C. 419 [www.medicinainterna.org.mx](http://www.medicinainterna.org.mx) ANTECEDENTES El potencial de la inteligencia artificial para disminuir errores médicos y mejorar la educación médica continua The potential of artificial intelligence to reduce medical errors and improve continuous medical education. Available from: <https://doi.org/10.24245/mim.v39i3.8934>

20. Zarei M, Eftekhari Mamaghani H, Abbasi A, Hosseini MS. Application of artificial intelligence in medical education: A review of benefits, challenges, and solutions. *Medicina Clinica Practica*. 2024 Apr 1;7(2).
21. Bohler F, Aggarwal N, Peters G, Taranikanti V. Future Implications of Artificial Intelligence in Medical Education. *Cureus*. 2024 Jan 8;
22. Gmj |, Vol X. Artificial Intelligence in Medical Education: Present Situation and Prospects for the Future.
23. Grunhut J, Marques O, Wyatt ATM. Needs, Challenges, and Applications of Artificial Intelligence in Medical Education Curriculum. *JMIR Med Educ*. 2022 Apr 1;8(2).
24. Airaj M. Ethical artificial intelligence for teaching-learning in higher education. *Educ Inf Technol (Dordr)*. 2024;
25. Urrútia G, Bonfill1 X. EDITORIAL LA DECLARACIÓN PRISMA: UN PASO ADELANTE EN LA MEJORA DE LAS PUBLICACIONES DE LA REVISTA ESPAÑOLA DE SALUD PÚBLICA [Internet]. Available from: <http://www.prisma>
26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Antes G, Atkins D, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. Vol. 6, *PLoS Medicine*. Public Library of Science; 2009.
27. Guyatt G, Meade MO, Rennie D, Cook DJ. Users' Guides to the Medical Literature.
28. Rafael Santamaría Olmo Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español (CASPe) - <http://www.redcaspe.org/> Unidad de Gestión Clínica de Nefrología. Hospital Universitario Reina Sofía. Córdoba *NefroPlus* 2017;9(1):100-101
29. Ciapponi, A. (2022). Herramientas ROBINS para evaluar el riesgo de sesgo de estudios no aleatorizados. *Evidencia, Actualizacion En La práctica Ambulatoria*, 25(3), e007024. <https://doi.org/10.51987/evidencia.v25i4.7024>
30. Whiting P, Savović J, Higgins JP, Caldwell DM, Reeves BC, Shea B, Davies P, Kleijnen J, Churchill R; ROBIS group. ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. *J Clin Epidemiol*. 2016 Jan;69:225-34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2015.06.005. Epub 2015 Jun 16. PMID: 26092286; PMCID: PMC4687950.
31. Araújo ALD, Moraes MC, Pérez-de-Oliveira ME, Silva VM da, Saldivia-Siracusa C, Pedroso CM, et al. Machine learning for the prediction of toxicities from head and neck cancer treatment: A systematic review with meta-analysis. Vol. 140, *Oral Oncology*. Elsevier Ltd; 2023.
32. Azzopardi-Muscat N, Zapata T, Novillo-Ortiz D, Martinez Z, Zucoloto ML, Novillo-Ortiz D, et al. The global effect of digital health technologies on health workers' competencies and health workplace: an umbrella review of systematic reviews and lexical-based and sentence-based meta-analysis [Internet]. Vol. 5, *Review Lancet Digit Health*. 2023. Available from: [www.thelancet.com/](http://www.thelancet.com/)
33. Adebayo O, Bhuiyan ZA, Ahmed Z. Exploring the effectiveness of artificial intelligence, machine learning and deep learning in trauma triage: A systematic review and meta-analysis. Vol. 9, *Digital Health*. SAGE Publications Inc.; 2023.
34. Li B, Feridooni T, Cuen-Ojeda C, Kishibe T, de Mestral C, Mamdani M, et al. Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal. Vol. 5, *npj Digital Medicine*. Nature Research; 2022.
35. Baashar Y, Alkawsy G, Alhussian H, Capretz LF, Alwadain A, Alkahtani AA, et al. Effectiveness of Artificial Intelligence Models for Cardiovascular Disease Prediction: Network Meta-Analysis. *Comput Intell Neurosci*. 2022;2022.
36. Qu C, Zou Y, Ma Y, Chen Q, Luo J, Fan H, et al. Diagnostic Performance of Generative Adversarial Network-Based Deep Learning Methods for Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 14, *Frontiers in Aging Neuroscience*. Frontiers Media S.A.; 2022.
37. Abd-Alrazaq A, AISaad R, Harfouche M, Aziz S, Ahmed A, Damseh R, et al. Wearable Artificial Intelligence for Detecting Anxiety: Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 25, *Journal of Medical Internet Research*. JMIR Publications Inc.; 2023.
38. Abdul NS, Shivakumar GC, Sangappa SB, Di Blasio M, Crimi S, Cicciù M, et al. Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2024 Dec 1;24(1).
39. Chadaga K, Prabhu S, Sampathila N, Nireshwalya S, Katta SS, Tan RS, et al. Application of Artificial Intelligence Techniques for Monkeypox: A Systematic Review. Vol. 13, *Diagnostics*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.

40. Nabizadeh F, Masrouri S, Ramezannezhad E, Ghaderi A, Sharafi AM, Soraneh S, et al. Artificial intelligence in the diagnosis of multiple sclerosis: A systematic review. Vol. 59, Multiple Sclerosis and Related Disorders. Elsevier B.V.; 2022.
41. Altuhaifa FA, Win KT, Su G. Predicting lung cancer survival based on clinical data using machine learning: A review. Vol. 165, Computers in Biology and Medicine. Elsevier Ltd; 2023.
42. Barrera FJ, Brown EDL, Rojo A, Obeso J, Plata H, Lincango EP, et al. Application of machine learning and artificial intelligence in the diagnosis and classification of polycystic ovarian syndrome: a systematic review. Vol. 14, Frontiers in Endocrinology. Frontiers Media SA; 2023.
43. Issaiy M, Zarei D, Saghadzadeh A. Artificial Intelligence and Acute Appendicitis: A Systematic Review of Diagnostic and Prognostic Models. Vol. 18, World Journal of Emergency Surgery. BioMed Central Ltd; 2023.
44. Nadarajah R, Alsaeed E, Hurdus B, Aktaa S, Hogg D, Bates MGD, et al. Prediction of incident atrial fibrillation in community-based electronic health records: a systematic review with meta-analysis. Heart. 2022 Jul 1;108(13):1020–9.
45. Dhiman P, Ma J, Andaur Navarro CL, Speich B, Bullock G, Damen JAA, et al. Methodological conduct of prognostic prediction models developed using machine learning in oncology: a systematic review. BMC Med Res Methodol. 2022 Dec 1;22(1).
46. Pigioli A, Delvecchio G, Turtulici N, Madonna D, Pietrini P, Cecchetti L, et al. Machine learning and the prediction of suicide in psychiatric populations: a systematic review. Vol. 14, Translational Psychiatry. Springer Nature; 2024.
47. Rashid M, Ramakrishnan M, Chandran VP, Nandish S, Nair S, Shanbhag V, et al. Artificial intelligence in acute respiratory distress syndrome: A systematic review. Vol. 131, Artificial Intelligence in Medicine. Elsevier B.V.; 2022.
48. Piliuk K, Tomforde S. Artificial intelligence in emergency medicine. A systematic literature review. Vol. 180, International Journal of Medical Informatics. Elsevier Ireland Ltd; 2023.
49. Masoumian Hosseini M, Masoumian Hosseini ST, Qayumi K, Hosseinzadeh S, Sajadi Tabar SS. Smartwatches in healthcare medicine: assistance and monitoring; a scoping review. BMC Med Inform Decis Mak. 2023 Dec 1;23(1).
50. Universitat Oberta de Catalunya [Internet]. Available from: <http://oikonomics.uoc.edu>
51. Jesús Gonzalez-Hernandez I, Armas-Álvarez B, Coronel-Lazcano M, Vergara-Martínez O, Maldonado-López N, Granillo-Macías R. Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales Technological development in industrial revolutions [Internet]. Vol. 8, Publicación semestral. 2021. Available from <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>