

DOI: <http://doi.org/10.22585/hospdomic.v8i4.225>

La Inteligencia Artificial en los servicios de urgencias

Artificial Intelligence in emergency departments

Álvaro Moisés Franco-Pérez¹  0000-0003-0935-6268

1. Centro de Salud de Playa Blanca, Urgencias Extrahospitalarias, Gerencia de Servicios Sanitarios del Área de Salud de Lanzarote, Lanzarote, España.

Correspondencia/Correspondence

Álvaro Moisés Franco Pérez
amoisesfp@hotmail.com

Recibido/Received

22.11.2024

Aceptado/Accepted

28.11.2024

Conflicto de Intereses/Competing interest

El autor declara que no hay ningún posible conflicto de intereses

Financiación/Funding

No se han recibido fuentes de financiación.

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO | HOW TO CITE THIS PAPER

Franco-Pérez AM. La Inteligencia Artificial en los servicios de urgencias. Hosp Domic. 2024;8(4):203-15.

RESUMEN

Tras la pandemia de la COVID 19, se pudo ver las costuras de los sistemas sanitarios. En un contexto de gasto sanitario creciente, con falta de recursos materiales y humanos, en el que el acceso a los sistemas de salud es desigual y en el que los errores evitables derivados de la atención sanitaria causan miles de muertes al año, la inteligencia artificial (IA) ha supuesto una revolución en el campo de la salud. Y teniendo en cuenta que los servicios de urgencias deben gestionar altos volúmenes de pacientes, con una demanda creciente, recursos limitados y toma de decisiones sensibles al mismo tiempo, las aplicaciones de IA tienen el potencial de mejorar los resultados del paciente, optimizar la utilización de los recursos (reducción de costes), apoyar la toma de decisiones clínicas en situaciones sensibles y minimizar las limitaciones humanas y reducir los errores (sesgos cognitivos y fatiga).

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Inteligencia artificial generativa, Servicios Médicos de Urgencia, Medicina de Urgencias, Aprendizaje Automático.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic exposed the vulnerabilities of healthcare systems. In a context of increasing healthcare expenditure, with a shortage of material and human resources, where access to health systems is unequal and where preventable errors resulting from healthcare cause thousands of deaths annually, artificial intelligence (AI) has brought about a revolution in the field of health. Considering that emergency services must manage high volumes of patients, with increasing demand, limited resources, and time-sensitive decision-making, AI applications have the potential to improve patient outcomes, optimize resource utilization (cost reduction), support clinical decision-making in critical situations, and minimize human limitations and reduce errors (cognitive biases and fatigue).

Keywords: Artificial Intelligence, Generative Artificial Intelligence, Emergency Medical Services, Emergency Medicine, Machine Learning.

Desde que OpenAI lanzara ChatGPT en noviembre de 2022⁽¹⁾, la inteligencia artificial generativa se ha colado en el día a día de nuestras vidas (incluida la salud), copando noticias y titulares, generando grandes expectativas y controversia a partes iguales⁽²⁾.

ChatGPT es un sistema de chat basado en inteligencia artificial (IA) que interactúa de manera conversacional con el usuario (lenguaje natural) y está entrenado para seguir una instrucción en un mensaje y brindar una respuesta detallada^(1,3). Desde entonces, han surgido múltiples actores que han impulsado una carrera de desarrollo sin precedentes y con grandes expectativas de crecimiento, tanto en rendimiento y capacidad de computación, como en financiación e inversión para su desarrollo e implementación^(4,5).

La inteligencia artificial en medicina (mejor denominada IA en cuidado de la salud) es un área científica emergente que tiene como objetivo generar inteligencia en el ámbito de la asistencia sanitaria mediante el análisis de datos de salud y el uso de modelos (algoritmos) de “*machine learning*” y “*deep learning*”^(6,7). Para ponerlo en contexto, los métodos basados en IA existen desde la década de 1970 y se han aplicado principalmente al apoyo en la toma de decisiones clínicas, al análisis de imágenes médicas, la gestión del conocimiento y la educación del paciente^(6,7).

La IA como herramienta en medicina nos ayuda de varias maneras clave:

- **Automatizar:** Delegar tareas repetitivas y predecibles, como recolección y análisis de datos o consultas, liberando tiempo para que los profesionales puedan centrarse en problemas más complejos.
- **Toma de decisiones aumentada:** Ya sea basándose en datos históricos o en tiempo real, la IA mejora la capacidad de los profesionales en la toma de decisiones informadas, permitiendo realizar diagnósticos más rápidos y precisos, optimizando recursos y minimizando riesgos.
- **Reducir errores humanos:** La IA puede reducir los errores humanos de diversas maneras, desde guiar a las personas a través de los pasos adecuados de un proceso, hasta detectar posibles errores antes de que ocurran y automatizar por completo los procesos sin intervención humana si fuera necesario. Los algoritmos de *machine learning* pueden mejorar continuamente su precisión y reducir aún más los errores a medida que están expuestos a más datos y “aprender” de la experiencia.
- **Disponibilidad y consistencia 24/7:** La IA está disponible las 24 horas del día y ofrece un rendimiento constante en todo momento.
- **Priorizar:** La IA permite entender los procesos y obtener más información y de forma más rápida a partir de los datos, lo que resulta especialmente útil para poder priorizar de forma eficiente la atención y los recursos⁽⁸⁾.

Tras la pandemia de la COVID 19, se pudo ver las costuras de los sistemas sanitarios y sus limitaciones para atender a gran número de personas con recursos limitados, además de evidenciar la escasez de trabajadores de la salud que se vive a nivel mundial⁽⁹⁾. En un contexto de gasto sanitario creciente, con falta de recursos materiales y humanos, en el que el acceso a los sistemas de salud es desigual⁽¹⁰⁾ y en el que los errores evitables derivados de la atención sanitaria causan miles de muertes al año⁽¹¹⁾, la IA generativa ha supuesto una revolución en el campo de la salud, cuyo potencial y beneficios pueden ser una valiosa herramienta que ayude a mejorar la eficiencia de los sistemas, la calidad de la asistencia, la experiencia del paciente y la equidad en el acceso a los servicios de salud⁽¹²⁾.

Teniendo en cuenta que los servicios de urgencias deben gestionar altos volúmenes de pacientes, con una demanda creciente, recursos limitados y toma de decisiones sensibles al mismo tiempo, las aplicaciones de IA tienen el potencial de mejorar los resultados del paciente, optimizar la

utilización de los recursos (reducción de costes), apoyar la toma de decisiones clínicas en situaciones sensibles y minimizar las limitaciones humanas y reducir errores (sesgos cognitivos y fatiga)^(7,12).

PRINCIPALES APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LOS SERVICIOS DE URGENCIAS

A continuación se describen los procesos, sistemas y aplicaciones relacionados con los servicios de urgencias en los que la inteligencia artificial está o podría estar presente:

Verificadores de síntomas para una gestión eficiente de la demanda.

El auge y creciente interés por los verificadores de síntomas en línea (*Online Symptom Checkers*) ha surgido como una forma de promover un uso más racional de los servicios de atención sanitaria (especialmente de urgencias), permitiendo el empoderamiento de los pacientes (autocuidado), reduciendo la ansiedad y ahorrando tiempo y recursos, tanto a ellos mismos como a los sistemas de salud⁽¹³⁾. Se trata de herramientas basadas en la web y en IA que a través de una serie de preguntas y las respuestas, pueden sugerir un posible diagnóstico y una recomendación de triaje para guiar a los usuarios sobre el mejor curso de acción (acudir a su médico de cabecera, cita con enfermería o servicio de urgencias) y el grado de urgencia (inmediatamente, en unos días o semanas)⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Aumentar la eficiencia de los diagnósticos médicos.

Una de las características de los servicios de urgencias, es que se indican y realizan una gran cantidad de pruebas diagnósticas. Por tanto, el apoyo de una IA para el diagnóstico resultaría en un ahorro considerable de tiempo, dinero y personal, además de una mejora significativa en los tiempos de espera y en la eficiencia y diagnóstico preciso de patologías fácilmente detectables a través de métodos diagnósticos por imagen (radiografía, TAC, RMN, etc.)⁽¹⁵⁾. A su vez, la IA podría sugerir el mejor curso de acción o la mejor intervención coste/beneficio, ahorrando costes y sobre todo, minimizando los errores evitables y mejorando la seguridad del paciente⁽¹²⁾.

Las herramientas de IA aplicadas al diagnóstico médico, especialmente por imagen, son de sobra conocidas, también las aplicadas en los servicios de urgencias^(15,16). Por ejemplo, la indicación de pruebas diagnósticas por imagen en patologías concretas, es un proceso que puede ser automatizado mediante el uso de IA para ayudar en la selección del protocolo de imagen óptimo⁽¹⁷⁾, permitiendo gestionar de forma más eficiente el alto volumen de pruebas que se realizan. En esta misma línea, un modelo de IA se encargó de predecir varias tareas de imagen en función de los datos clínicos proporcionados, mostrando una gran precisión en la selección de protocolos, la administración de material de contraste y la priorización de tareas. Estos sistemas de automatización de protocolos pueden facilitar el flujo de trabajo de médicos y radiólogos de urgencias y disminuir el tiempo necesario para estas tareas⁽¹⁸⁾. Un sistema de IA ideal ordenará los estudios de imagen en función de la urgencia y notificará al radiólogo los hallazgos emergentes para su atención inmediata⁽¹⁴⁾. Los modelos de IA ya ayudan a detectar hemorragias intracraneales⁽¹⁹⁾, enfermedad pulmonar⁽²⁰⁾, cáncer de mama⁽²¹⁾ y fracturas de cadera⁽²²⁾.

Un ejemplo más claro de la utilidad de la IA aplicada al diagnóstico, lo muestra un estudio recientemente publicado en *The Lancet*, donde se empleó un soporte de IA para ayudar en el cribado de mamografías, lo que llevó a un aumento del 29% en la detección del cáncer en comparación con la doble lectura estándar. El gran aumento de los cánceres invasivos pequeños detectados, de ganglios linfáticos negativos, sugiere que el uso de IA podría ser de beneficio clínico ya que el estadio tiene una gran influencia en el tratamiento y pronóstico del cáncer de mama⁽²¹⁾.

La IA se aplica también a los dispositivos médicos, como electrocardiogramas⁽²³⁾ y permite que una vez se disponga de los resultados de las pruebas, la IA puede ayudar indicando qué valores son anormales en función de los resultados anteriores del paciente o en base a los estándares establecidos⁽²⁴⁾.

Los sistemas de IA también son de utilidad a la hora de dar soporte en la resolución de casos clínicos complejos. Un estudio publicado en *Nature Medicine* sobre un ensayo controlado con 92 médicos, reveló que aquellos que emplearon la asistencia de IA (ChatGPT-4) frente a los que solo usaron métodos convencionales, obtuvieron mejores puntuaciones en la resolución de casos clínicos complejos⁽²⁵⁾.

Sistemas de triaje mejorados.

El triaje es un proceso fundamental y sistemático que se lleva a cabo en los servicios de urgencias. Ayuda a priorizar a los pacientes en función de la gravedad de su estado, la urgencia de su necesidad de atención y la disponibilidad de recursos dentro del servicio. El objetivo es asegurar que los pacientes que necesitan atención inmediata lo reciban rápidamente, mientras que aquellos con necesidades menos críticas sean atendidos en un orden que maximice la eficiencia y eficacia generales del servicio⁽¹⁴⁾.

Durante este proceso, una enfermera recoge información básica sobre el motivo de consulta (síntomas) y realiza la toma de signos vitales (tensión arterial, temperatura, frecuencia cardíaca, glucemia capilar) y pruebas diagnósticas si fuera necesario (electrocardiograma, tira reactiva de orina, etc.). Después de la recolección de datos, se asigna un nivel de triaje que va a depender de la escala o índice que se utilice, como puede ser el *Emergency Severity Index* (ESI), que es el más utilizado en los EEUU⁽²⁴⁾. Sin embargo, estudios han demostrado, que las asignaciones de ESI son frecuentemente inexactas y pueden exacerbar los sesgos basados en la raza y el sexo^(26,27).

El proceso de triaje, al ser una parte fundamental de los servicios de urgencias, se enfrenta a los mismos desafíos, como pueden ser, la saturación, las epidemias y los recursos limitados^(9,10). El triaje efectivo requiere flexibilidad y capacidad de adaptación a circunstancias cambiantes, como brotes epidémicos o desastres naturales, lo que puede requerir modificaciones en los protocolos de triaje y estrategias de priorización. A pesar de su adopción y difusión en todo el mundo, los sistemas de triaje se ven afectados por algunos problemas comunes, como los sesgos cognitivos⁽²⁷⁾ o el triaje incorrecto⁽²⁶⁾ (ya sea por defecto o por exceso) y que tiene notables consecuencias tanto en los pacientes (retrasos en la atención, asignar menor gravedad de la real, aumento de mortalidad y morbilidad, etc.) como en el servicio (uso ineficaz de recursos, demoras, etc.).

En relación a lo previamente expuesto, el uso de un sistema de triaje basado en IA podría reducir los tiempos de espera y asegurar que los pacientes reciban atención proporcional a la urgencia de su condición, mejorando la seguridad y pronóstico de los pacientes y la eficiencia operativa dentro de los hospitales⁽¹⁴⁾. Las investigaciones en el triaje con algoritmos impulsados por IA se centran en los siguientes aspectos⁽¹²⁾:

- Predicción de la mortalidad.
- Predicción de resultados (secuelas).

- Predicción en base a la admisión en el Servicio de Urgencias.
- Predecir la necesidad de un procedimiento concreto.
- Estimación directa del estado de gravedad.

Los sistemas basados en IA podrían aumentar el juicio clínico al utilizar datos del triaje del paciente y la historia clínica electrónica para sugerir un nivel de ESI. Por ejemplo, el modelo de triaje KATE fue un 26,9 % más preciso que la enfermera promedio⁽²⁸⁾ y otro modelo basado en *machine learning* identificó un 10 % más de pacientes con nivel de triaje ESI 3, que requerían un nivel superior, lo que aumenta el riesgo de requerir cuidados críticos, procedimientos u hospitalización⁽²⁹⁾. Por otro lado, Defilippo et al⁽¹⁴⁾, crearon un módulo de IA (utilizando algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales gráficas) para categorizar con precisión a los pacientes en niveles de triaje, exhibiendo un rendimiento superior sobre los métodos de triaje convencionales. Estos modelos subrayan las ventajas de la integración de IA en el contexto del triaje, aumentando la precisión, mejorando el proceso de priorización, simplificando la asignación de recursos y minimizando los errores y sesgos en la evaluación de los pacientes^(14,24).

Soporte para el personal de enfermería.

El tiempo es uno de los recursos más valorados por las enfermeras de urgencias, sin embargo, una gran parte se pierde en tareas como registros repetitivos, búsqueda de información diseminada, tareas administrativas, búsqueda de pacientes y en otras labores que podrían ser delegadas para permitirles centrar sus esfuerzos en aquellas actividades profesionales que utilicen toda su educación, formación y experiencia. Por tanto, el personal de enfermería se podría beneficiar enormemente del uso de aplicaciones basadas en IA y de robots^(30,31) que se puedan encargar de tareas no esenciales, permitiéndoles ejercer al máximo de sus capacidades y ofreciendo tiempo de calidad, lo que está demostrado que mejora el nivel de los cuidados y reduce la mortalidad⁽³²⁾. Además, el hecho de reducir las cargas de trabajo también implica una mejor gestión de los recursos humanos y para los pacientes, mejor acceso a enfermería y una mejor gestión de sus cuidados por parte de robot y enfermera^(30,31).

Gestión de las altas y seguimiento.

La utilización de un sistema de IA sería de valiosa ayuda en la gestión de las altas tras la estancia en el servicio de urgencias, creando un resumen personalizado del curso clínico e instrucciones de alta que incluya información de la asistencia recibida, cuidados de enfermería y recomendaciones para revisita e instrucciones de seguimiento. Además, la IA permitiría que esta información se tradujera a otros idiomas, adaptar el lenguaje a niveles fácilmente entendibles e incluso convertir la información en un video corto, lo que puede ayudar a abordar las desigualdades en materia de salud y alfabetización sanitaria. La IA también podría revisar la medicación prescrita para determinar su idoneidad, por ejemplo, evitando interacciones peligrosas o que los medicamentos no estén recomendados en ancianos (benzodicepinas) o no sea seguros tomarlos en el embarazo. Igualmente, un *chatbot* podría hacer un seguimiento de los pacientes en el domicilio e informar a los mismos sobre la necesidad de reconsulta o responder a cuestiones sencillas⁽²⁴⁾.

Existen otras consideraciones de gran relevancia a la hora de aplicar la inteligencia artificial a los sistemas y servicios de salud y que deben ser tenidos en cuenta para su correcta implementación y desarrollo.

Consideraciones, valores y principios éticos en el uso de la Inteligencia Artificial aplicada a los sistemas de salud

La “*Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*”, adoptada el 23 de noviembre de 2021 en la 41ª reunión de la Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), promueve una serie de valores y principios que deberían ser respetados por todos los actores (instituciones, empresas, universidades, centros de investigación y sociedad civil) durante el ciclo de vida de los sistemas de IA, además de promover acciones políticas (marcos o mecanismos normativos) que pongan en práctica los valores y principios expuestos en el documento en once ámbitos de actuación distintos, prestando especial atención a la salud y el bienestar social⁽³³⁾.

El ámbito de actuación sobre salud y bienestar social describe varias medidas que los estados miembros deberían aplicar o implementar:

- Emplear sistemas eficaces de IA para mejorar la salud humana y proteger el derecho a la vida, en particular atenuando los brotes de enfermedades.
- Garantizar que el desarrollo y despliegue de los sistemas de IA relacionados con la salud en general y con la salud mental en particular —prestando especial atención a niños y jóvenes— estén regulados, de modo que esos sistemas sean seguros, eficaces, eficientes y probados desde el punto de vista científico y médico y faciliten la innovación y el progreso médico con base empírica.
- Velar por que los usuarios puedan determinar fácilmente si interactúan con un ser vivo o con un sistema de IA que imita las características humanas o animales y puedan rechazar eficazmente dicha interacción y solicitar la intervención humana.
- Prestar particular atención a la regulación de las soluciones de predicción, detección y tratamiento médicos en las aplicaciones de IA, evitando sesgos, incluyendo profesionales y pacientes a la hora de elaborar algoritmos, velando por la privacidad y la protección de datos personales, garantizando que la decisión final sobre el diagnóstico y el tratamiento correspondan siempre a seres humanos y reconociendo al mismo tiempo que los sistemas de IA también pueden ayudar a los profesionales en su trabajo⁽³³⁾.

En este sentido, uno de los principios fundamentales que recoge estas recomendaciones tiene que ver con la supervisión y decisión humanas, parte que suscita controversia en los sistemas médicos asistidos por IA, especialmente en situaciones de urgencia como las que se viven en los servicios de urgencias hospitalarias y extrahospitalarias. Así en su punto 36 se especifica lo siguiente: los sistemas de IA nunca podrán reemplazar la responsabilidad final de los seres humanos y que por regla general, las decisiones de vida o muerte no deberían cederse a los sistemas de IA⁽³³⁾.

Control de riesgos de la IA generativa y política global

El rápido desarrollo de las tecnologías de la IA hace que su aplicación, gobernanza y regulación, siguiendo principios éticos, especialmente en campos de tanta sensibilidad y riesgo como la salud y la privacidad (protección de datos personales), sea un equilibrio complejo y delicado donde se enfrentan posturas contrapuestas como la de la Unión Europea que aboga por una fuerte regulación y una visión más humana de la IA⁽³⁴⁾, frente a otras potencias más liberales y más proclives a regulaciones laxas como los Estados Unidos y con fuertes intereses comerciales.

En relación a los riesgos a nivel global de la IA, en la última reunión del G20 celebrada en Brasil, se proponía establecer un marco global de responsabilidad para la IA que integre esfuerzos técnicos, de políticas públicas y regulatorias a nivel internacional. Especialmente en aplicaciones de IA

centradas en el ser humano que aborden el cambio climático, los problemas de salud y la pobreza, y fomenten el escrutinio público de la IA de alto riesgo. Además de promover la mejora en la cooperación internacional en materia de IA, una democratización en el acceso a los países del Sur Global, asegurar el monitoreo de riesgos y las evaluaciones de impacto, priorizar modelos de IA orientados a acelerar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible e implementar programas de capacitación para mujeres y minorías^(35,36). En esta línea, la UNESCO, consciente de que la IA se ha convertido en un nuevo campo de batalla en donde se juega el liderazgo global, aboga igualmente por la creación de un espacio compartido y normas comunes para la digitalización y la inteligencia artificial, siendo una aspiración máxima a la que los Estados miembros no deben renunciar⁽³⁷⁾.

Por último, es importante recordar, y como recoge la UNESCO en las Recomendaciones sobre la ética de la inteligencia artificial⁽³³⁾, que aunque las tecnologías de la IA pueden aportar importantes beneficios a nivel global y en múltiples áreas, su consecución también puede hacer aumentar la tensión en lo que respecta a la innovación, el acceso asimétrico a los conocimientos y las tecnologías, en particular la insuficiente educación digital y cívica que limita la capacidad del público para participar en los temas relacionados con la IA, así como las barreras al acceso a la información y las brechas en cuanto a las capacidades humanas e institucionales, los obstáculos al acceso a la innovación tecnológica y la falta de infraestructura física y digital y de marcos reguladores adecuados, en particular los relativos a los datos, problemas todos ellos que deben ser abordados.

La IA generativa y los desafíos para los investigadores

Como muestra de la innovación que está suponiendo la IA generativa en el campo de las ciencias de la salud, Open IA ha lanzado un nuevo asistente para ChatGPT llamado “*Deep Research*” que es capaz de realizar investigaciones complejas de forma independiente y encontrar, analizar y sintetizar cientos de fuentes en línea para crear un informe completo al nivel de un investigador científico, siendo capaz de producir nuevas investigaciones científicas⁽³⁸⁾.

Al igual que con cualquier desarrollo novedoso, existen inconvenientes que pueden obstaculizar la adopción generalizada de la IA en los procesos y recursos de los servicios de urgencias. Por una parte, existe mucha confusión sobre cómo funcionan los sistemas basados en IA debido a su complejidad inherente y al diseño de caja negra, por lo que algunos sanitarios se muestran reacios a utilizar tecnología con la que no están familiarizados. Por otra parte, los costes, la preocupación sobre la confidencialidad y la desconfianza del personal sanitario son debilidades que deben abordarse. Aunque, dado que la IA generativa se encuentra en sus primeras etapas, es probable que estos problemas comiencen a resolverse en un futuro próximo.

Sin embargo y a pesar de todos los interrogantes y desafíos a los que se enfrenta la inteligencia artificial aplicada a los servicios de urgencia, los potenciales beneficios son incalculables, pues con un uso adecuado y dentro de un marco regulatorio seguro, se podría mejorar notablemente la asistencia en los servicios de urgencia, regulando la demanda, descargando a los profesionales de tareas administrativas, evitando cuellos de botella, gestionando los procesos de forma eficiente, ayudando en el diagnóstico y triaje, reduciendo costes, mejorando la trazabilidad y limitando los errores evitables y sesgos.

Por último, debemos ser conscientes que la llegada de la inteligencia artificial ha supuesto una auténtica revolución, incluso mayor que la supuso la aparición de Internet. Actualmente la cantidad de trabajos e investigaciones sobre IA crece de forma exponencial y resulta realmente complejo gestionar tal magnitud de información. La IA se va a convertir en un fenómeno transversal a todos los aspectos de la vida, lo que está impulsando una carrera frenética y exponencial para liderar su desarrollo y tomar ventaja frente a otros competidores. Los investigadores y sanitarios tenemos

la responsabilidad de formarnos, informarnos, investigar y aplicar estas valiosas herramientas en nuestra labor diaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Introducing ChatGPT [Internet]. 2024 [citado 10 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://openai.com/index/chatgpt/>
2. ¿Quién va ganando en la carrera de la inteligencia artificial generativa? [Internet]. [citado 19 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://retinatendencias.com/analisis/quien-va-ganando-en-la-carrera-de-la-inteligencia-artificial-generativa/>
3. Sánchez JM. ChatGPT: qué es, para qué sirve y cómo usarlo. [Internet]. Telefónica: 2023 [citado 10 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/chatgpt-que-es-para-que-sirve-y-como-usarlo/>
4. EU competitiveness - European Commission [Internet]. [citado 19 de febrero de 2025]. Disponible en: https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness_en
5. Announcing The Stargate Project [Internet]. [citado 19 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://openai.com/index/announcing-the-stargate-project/>
6. Abidi SSR, Abidi SR. Intelligent health data analytics: A convergence of artificial intelligence and big data. *Healthc Manage Forum*. 2019;32(4):178-82. DOI: 10.1177/0840470419846134
7. ¿Qué es la inteligencia artificial en medicina? [Internet]. IBM: 2021 [citado 14 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/artificial-intelligence-medicine>
8. What Is Artificial Intelligence (AI)? [Internet]. IBM: 2024 [citado 19 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>
9. McPake B, Dayal P, Zimmermann J, Williams GA. How can countries respond to the health and care workforce crisis? Insights from international evidence. *Int J Health Plann Manage*. 2024;39(3):879-87. DOI: 10.1002/hpm.3766
10. Azzopardi-Muscat N, Zapata T, Kluge H. Moving from health workforce crisis to health workforce success: the time to act is now. *Lancet Reg Health Eur*. 2023;35:100765. DOI: 10.1016/j.lanepe.2023.100765
11. Newman-Toker DE, Nassery N, Schaffer AC, Yu-Moe CW, Clemens GD, Wang Z, et al. Burden of serious harms from diagnostic error in the USA. *BMJ Qual Saf*. 2024;33(2):109-20. DOI: 10.1136/bmjqs-2021-014130
12. Piliuk K, Tomforde S. Artificial intelligence in emergency medicine. A systematic literature review. *Int J Med Inf*. 2023;180:105274. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2023.105274
13. Riboli-Sasco E, El-Osta A, Alaa A, Webber I, Karki M, El Asmar ML, et al. Triage and Diagnostic Accuracy of Online Symptom Checkers: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2023;25:e43803. DOI: 10.2196/43803
14. Defilippo A, Veltri P, Lió P, Guzzi PH. Leveraging graph neural networks for supporting automatic triage of patients. *Sci Rep*. 2024;14(1):12548. DOI: 10.1038/s41598-024-63376-2
15. Al-Dasuqi K, Johnson MH, Cavallo JJ. Use of artificial intelligence in emergency radiology: An overview of current applications, challenges, and opportunities. *Clin Imaging*. 2022;89:61-7. DOI: 10.1016/j.clinimag.2022.05.010

16. Katzman BD, van der Pol CB, Soyer P, Patlas MN. Artificial intelligence in emergency radiology: A review of applications and possibilities. *Diagn Interv Imaging*. 2023;104(1):6-10. DOI: 10.1016/j.diii.2022.07.005
17. Lee YH. Efficiency Improvement in a Busy Radiology Practice: Determination of Musculoskeletal Magnetic Resonance Imaging Protocol Using Deep-Learning Convolutional Neural Networks. *J Digit Imaging*. 2018;31(5):604-10. DOI: 10.1007/s10278-018-0066-y
18. Brown AD, Marotta TR. A Natural Language Processing-based Model to Automate MRI Brain Protocol Selection and Prioritization. *Acad Radiol*. 2017;24(2):160-6. DOI: 10.1016/j.acra.2016.09.013
19. Seyam M, Weikert T, Sauter A, Brehm A, Psychogios MN, Blackham KA. Utilization of Artificial Intelligence-based Intracranial Hemorrhage Detection on Emergent Noncontrast CT Images in Clinical Workflow. *Radiol Artif Intell*. 2022;4(2):e210168. DOI: 10.1148/ryai.210168
20. Lee HW, Jin KN, Oh S, Kang SY, Lee SM, Jeong IB, et al. Artificial Intelligence Solution for Chest Radiographs in Respiratory Outpatient Clinics: Multicenter Prospective Randomized Clinical Trial. *Ann Am Thorac Soc*. 2023;20(5):660-7. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202206-481OC
21. Hernström V, Josefsson V, Sartor H, Schmidt D, Larsson AM, Hofvind S, et al. Screening performance and characteristics of breast cancer detected in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a randomised, controlled, parallel-group, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *Lancet Digit Health*. 2025;S258975002400267X. DOI: 10.1016/S2589-7500(24)00267-X
22. Lex JR, Di Michele J, Koucheiki R, Pincus D, Whyne C, Ravi B. Artificial Intelligence for Hip Fracture Detection and Outcome Prediction: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2023;6(3):e233391. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.3391
23. Ose B, Sattar Z, Gupta A, Toquica C, Harvey C, Noheria A. Artificial Intelligence Interpretation of the Electrocardiogram: A State-of-the-Art Review. *Curr Cardiol Rep*. 2024;26(6):561-80. DOI: 10.1007/s11886-024-02062-1
24. Kachman MM, Brennan I, Oskvarek JJ, Waseem T, Pines JM. How artificial intelligence could transform emergency care. *Am J Emerg Med*. 2024;81:40-6. DOI: 10.1016/j.ajem.2024.04.024
25. Goh E, Gallo RJ, Strong E, Weng Y, Kerman H, Freed JA, et al. GPT-4 assistance for improvement of physician performance on patient care tasks: a randomized controlled trial. *Nat Med* [Internet]. 2025 [citado 16 de febrero de 2025]; Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41591-024-03456-y>
26. Sax DR, Warton EM, Mark DG, Vinson DR, Kene MV, Ballard DW, et al. Evaluation of Version 4 of the Emergency Severity Index in US Emergency Departments for the Rate of Mistriage. *JAMA Netw Open*. 2023;6(3):e233404. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.3404
27. Saposnik G, Redelmeier D, Ruff CC, Tobler PN. Cognitive biases associated with medical decisions: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2016;16(1):138. DOI: 10.1186/s12911-016-0377-1
28. Ivanov O, Wolf L, Brecher D, Lewis E, Masek K, Montgomery K, et al. Improving ED Emergency Severity Index Acuity Assignment Using Machine Learning and Clinical Natural Language Processing. *J Emerg Nurs*. 2021;47(2):265-278.e7. DOI: 10.1016/j.jen.2020.11.001
29. Levin S, Toerper M, Hamrock E, Hinson JS, Barnes S, Gardner H, et al. Machine-Learning-Based Electronic Triage More Accurately Differentiates Patients With Respect to Clinical Outcomes Compared With the Emergency Severity Index. *Ann Emerg Med*. 2018;71(5):565-574.e2. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2017.08.005

30. Soriano GP, Yasuhara Y, Ito H, Matsumoto K, Osaka K, Kai Y, et al. Robots and Robotics in Nursing. *Healthc Basel Switz*. 2022;10(8):1571. DOI: 10.3390/healthcare10081571
31. Vasquez B, Moreno-Lacalle R, Soriano GP, Juntasoopeeepun P, Locsin RC, Evangelista LS. Technological machines and artificial intelligence in nursing practice. *Nurs Health Sci*. 2023;25(3):474-81. DOI: 10.1111/nhs.13029
32. Driscoll A, Grant MJ, Carroll D, Dalton S, Deaton C, Jones I, et al. The effect of nurse-to-patient ratios on nurse-sensitive patient outcomes in acute specialist units: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2018;17(1):6-22. DOI: 10.1177/1474515117721561
33. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence - UNESCO Digital Library [Internet]. [citado 14 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
34. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) [Internet]. 2024/1689. Sec. EU jun 13, 2024. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
35. TF05 Inclusive digital transformation [Internet]. [citado 14 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.t20brasil.org/en/tf/5/tf05-inclusive-digital-transformation>
36. Adegoke B, Ifayemi D, Junquilha T. T20 Brasil. Inclusive digital transformation [Internet]. Brasil: G20; 2024. Disponible en: https://www.t20brasil.org/media/documentos/arquivos/TF05_State-ment_A5.pdf
37. Innerarity D. Artificial intelligence and democracy [Internet]. UNESCO Office Montevideo; 2024 [citado 14 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389736?posInSet=3&queryId=659fc9a0-c411-4a18-9694-9603374c95d9>
38. Introducing deep research [Internet]. [citado 10 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://openai.com/index/introducing-deep-research/>