



ARTÍCULOS Y REPORTAJES  
ESPECIALES

# Inteligencia artificial, ¿transformación de la reumatología? - Parte I

Artificial Intelligence, the transformation of rheumatology? – Part I

Inteligência artificial, transformação da reumatologia? - Parte I

<https://doi.org/10.46856/grp.21.e115>

Date received: February 10 / 2022  
Date acceptance: March 26 / 2022  
Date published: April 28 / 2022

Cite as: Fajardo E, Graf C. Inteligencia artificial, ¿transformación de la reumatología? - Parte I [Internet]. Global Rheumatology. Vol 3 / Ene - Jun [2022]. Available from: <https://doi.org/10.46856/grp.21.e115>



ARTÍCULOS Y REPORTAJES  
ESPECIALES

# Inteligencia artificial, ¿transformación de la reumatología? - Parte I

**Estefanía Fajardo** Scientific journalist of Global Rheumatology by PANLAR, [estefaniafajardod@gmail.com](mailto:estefaniafajardod@gmail.com)  
**Cesar Graf** Especialista en reumatología Sociedad Argentina de Reumatología, [cesar.graf@hotmail.com](mailto:cesar.graf@hotmail.com)

Palabras Clave: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BIG DATA, MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING, REUMATOLOGÍA

**"En un texto de dos entregas abordaremos los conceptos de inteligencia artificial y su aplicación a la Medicina, así como su incursión en la reumatología y los retos que representa a corto, mediano y largo plazo."**

## INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es un término acuñado en 1955 por John McCarthy, profesor emérito de la Universidad de Stanford. Este concepto fue definido por él como "la ciencia y la ingeniería para fabricar máquinas inteligentes" (1).

Es la parte de la informática que estudia la simulación de la inteligencia humana.

Para ello utiliza un conjunto de hardware y software con un formato de redes neuronales inspirados en el cerebro humano, que conforman algoritmos matemáticos tomados de datos verbales, escritos o numéricos, para almacenarlos, analizarlos, procesarlos y compararlos dando una respuesta rápida, automática e inteligente que le permiten resolver problemas complejos con un alto nivel de exactitud y evidencia.

Dicho de otro modo, la inteligencia artificial es aquella que permite que las máquinas tengan comportamientos racionales, propios de los seres humanos, maximizando sus posibilidades de éxito.

De esta forma, la inteligencia artificial no solo emula la inteligencia humana, sino que incluso, la superaría, al realizar tareas y funciones que, de ninguna manera, podría desempeñar un humano,

tales como almacenar miles de datos (**Big Data**), analizarlos (**Data Analytics**), aprender de sí misma (**Machine Learning**) e identificar patrones de conducta y tendencias en segundos, formulando predicciones automáticas.

Los primeros estudios sobre este concepto se remontan a 1950, cuando Alan Turing publicó un artículo titulado "*Máquinas de computación e inteligencia*". Turing (1912-1954), matemático británico, es considerado el padre de la inteligencia artificial. Fue famoso por descifrar el código nazi en la Segunda Guerra Mundial y pionero en diferentes ramas del conocimiento, cuya contribución es imprescindible en el desarrollo de las tecnologías actuales.

Otro pionero del campo es Marvin Minsky, quien tenía el sueño de dotar las máquinas con inteligencia humana de manera que pudieran aprender, resolver problemas y ofrecer soluciones sin nuestra intervención. Creó, en 1951, la primera red neuronal artificial capaz de aprender, llamada SNARC (*Spatial Numerical Associations of Response Codes*), lo que conocemos hoy como Machine Learning.

En 1956, se celebró la primera Conferencia de Dartmouth sobre inteligencia artificial y allí se reunieron los científicos que marcaron un hito en la historia del nacimiento de la especialidad. En esa conferencia, cuatro fueron los nombres que le pusieron significado y aplicación: John McCarthy, Marvin Minsky, Nat Rochester y Claude Shannon. Ellos fueron los que bautizaron este nuevo campo de estudio, y por ello son considerados los padres de la Inteligencia Artificial.

Podríamos decir que muchas investigaciones han hecho que se programen las máquinas para que se comporten de manera similar a la inteligencia humana, de manera que, mediante algoritmos aplicados, esta pueda aprender, resolver problemas y ofrecer soluciones de manera rápida, automática y segura sin nuestra intervención.

Por ejemplo, en la era anterior a las potentes computadoras y los grandes volúmenes de datos, dichos sistemas fueron programados por humanos y seguían las reglas de la invención humana, pero los avances en la tecnología han llevado al desarrollo de nuevos enfoques.

Uno de ellos es el aprendizaje automático, ahora el área más activa de la IA, en el que los métodos estadísticos permiten que un sistema "aprenda" de los datos y tome decisiones, sin estar programado explícitamente. Dichos sistemas combinan un algoritmo, o una serie de pasos para resolver un problema, con una base o flujo de conocimiento: la información que el algoritmo usa para construir un modelo del mundo. (2)

En un texto de dos entregas, profundizaremos en los conceptos de inteligencia artificial y su aplicación a la Medicina.

En esta primera parte, además de las definiciones de IA como hemos desarrollado en la introducción, revisaremos sus aplicaciones a nivel general, los logros que ha tenido, usos y retos, para posteriormente, en una segunda parte, centrarnos en la relación de la inteligencia artificial y la reumatología, su aplicación en la especialidad y los desafíos para los especialistas y para los pacientes, así como lo que se cree vendrá a futuro.

## **APLICACIÓN EN LA MEDICINA**

Hasta hace algunos años, la inteligencia artificial era una tecnología desconocida para muchos, asociada a películas de ciencia ficción futuristas. Ahora es una realidad.

Es claro en diferentes aspectos que puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de la medicina personalizada. El potencial de esta en la medicina es enorme y, en comparación con las estadísticas convencionales, ofrece una plétora de nuevas posibilidades. (3)

Las tecnologías médicas inteligentes permiten trabajar un modelo de medicina 4P (predictivo, preventivo, personalizado y participativo); los teléfonos inteligentes se están convirtiendo, por ejemplo, en el elemento de referencia para completar y distribuir un registro de salud personal electrónico, monitorizar funciones vitales con biosensores y ayudar a alcanzar un cumplimiento terapéutico óptimo, otorgando así al paciente el lugar como actor principal en la ruta de atención. (4)

En este sentido, se han planteado una serie de preguntas fundamentalmente éticas y morales sobre las intervenciones en salud impulsadas por la inteligencia artificial, y si las herramientas, los métodos y las protecciones que se utilizan tradicionalmente para la toma de decisiones basadas en la evidencia o en la experiencia serían aplicadas también sobre las nuevas tecnologías. (5)

La comunidad de la salud mundial ha reconocido cada vez más la urgencia de abordar estos problemas para garantizar que las poblaciones de países en vías de desarrollo se beneficien de los avances e innovaciones en salud digital e inteligencia artificial (6). En estos países, el despliegue de la inteligencia artificial ya ha comenzado para una amplia gama de problemas de salud con intervenciones centradas principalmente en enfermedades transmisibles, incluidas la tuberculosis y la malaria.

## BIG DATA

Para iniciar, sobre Big data debemos dejar claro que se trata de un término reciente –se introdujo en la década de 1990– y su objetivo era incluir conjuntos de datos demasiado grandes para ser utilizados con software común.

La medicina es un campo importante que se prevé seguirá aumentando de manera significativa el uso de Big data a partir de 2025 y en los años subsiguientes. Los grandes datos en medicina pueden ser utilizados por los sectores comercial, académico, gubernamental y público. Además, incluye datos de salud biológicos, biométricos y electrónicos. (7)

El Big data muestra desde tendencias de compras, hasta estadísticas de delincuencia, patrones climáticos, brotes de enfermedades, entre otros. El análisis de esta información disponible integra la disponibilidad de datos denominados heterogéneos, así como el análisis de estos bajo un preciso control, un modelado para una posterior interpretación y validación.

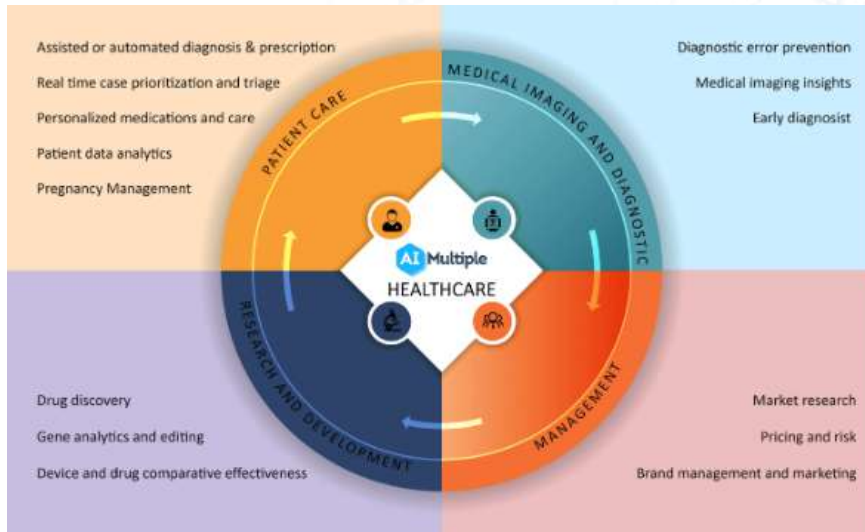
## DEEP LEARNING

El aprendizaje profundo (**Deep learning**) es una subdisciplina de la inteligencia artificial, ha demostrado múltiples éxitos en aplicaciones clínicas (8) que involucran datos de imágenes para melanoma (9), retinopatía (10), cáncer de mama metastásico (11), y otros dominios biomédicos (12) y de atención médica (13, 14). El aprendizaje profundo se está aplicando a un número cada vez mayor de conjuntos de datos relacionados con las historias clínicas electrónicas (15) y, al igual que la aplicación de la tecnología a cualquier campo nuevo, existen numerosas oportunidades y desafíos (12,16).

## PRINCIPALES APLICACIONES

Las aplicaciones de la inteligencia artificial y sus diversas áreas abarcan muchos dominios. En la gráfica 1 se resumen las principales aplicaciones donde hay evidencia del beneficio de la utilización de tecnologías en el sector salud, dividiendo esto en cuatro grandes grupos: Atención al paciente, imágenes médicas y diagnóstico, investigación y desarrollo, y administración.

### Aplicaciones de la inteligencia artificial en reumatología



Fuente: Tomado de referencia (17) Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet]. AIMultiple. 2017. Disponible en: <https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>

**TRADUCCIÓN GRÁFICA: (ARRIBA IZQUIERDA) Título: Atención al paciente - Listado: Diagnóstico y prescripción asistida / Priorización y triaje de casos en tiempo real / Medicación y atención personalizada / Análisis de datos de pacientes / Monitoreo de embarazo.**

**(ARRIBA DERECHA) Título: Imágenes médicas y diagnóstico - Listado: Prevención de errores en diagnóstico / Información sobre imágenes médicas / Diagnóstico temprano**

**(ABAJO IZQUIERDA) Título: Investigación y desarrollo - Listado: Descubrimiento de fármacos / Análisis y edición de genes / Efectividad comparativa de medicamentos y tecnologías**

**(ABAJO DERECHA) Título: Administración - Listado: Mercadeo / Precio y riesgo / Mercadeo de marca**

El primer grupo, atención al paciente, aborda aspectos como diagnóstico y prescripción asistida, la cual puede ser de gran ayuda a partir de herramientas como los chatbots. También los sistemas de auditoría de IA, así como el monitoreo y manejo del embarazo y una priorización y triaje en tiempo real.

En este punto también se aborda la atención y medicación personalizada, lo que permite reducir costos y aumentar la efectividad de la atención, además de los análisis de datos de los pacientes sugiriendo acciones o generar conocimientos sobre su estado. Finalmente, se mencionan los robots quirúrgicos.

El segundo grupo indica el diagnóstico temprano bajo el aprovechamiento de datos de laboratorio y condiciones crónicas; así como la información sobre imágenes médicas que permiten el modelado de situaciones. En el punto de investigación y desarrollo se tienen elementos como el descubrimiento de fármacos, el análisis y edición de genes, y la efectividad comparativa de medicamentos y tecnologías.

Finalmente, en administración se encuentran puntos de creación de estrategia de marca; precio y riesgo considerando las condiciones del mercado; estudios de mercado; operaciones; chatbots; y detección de fraude.

## CONCLUSIONES

La inteligencia artificial es un campo que no podemos llamar nuevo, pero en el cual se están realizando múltiples avances, puntualmente durante los últimos años. Por lo anterior, podemos decir –sin temor a equivocarnos– que está listo para un “prime time”, reconociendo la aplicación de las tecnologías en el campo de la medicina y el apoyo que pueden brindar a los profesionales de la salud.

Es importante tener claro que equipar a los médicos con habilidades, recursos y apoyos necesarios para usar tecnologías basadas en inteligencia artificial es esencial para la implementación exitosa de esta en el cuidado de la salud. Para hacerlo, los médicos deben tener una comprensión realista de los posibles usos y limitaciones de las aplicaciones médicas. (18)

Además, es prudente equilibrar la necesidad de una inteligencia artificial de la atención médica reflexiva e inclusiva que planifique y gestione activamente y reduzca las posibles consecuencias no deseadas. (19)

Es claro que se deben desarrollar pautas de informes estandarizadas, confiables y basadas en evidencia para ensayos clínicos de IA y estudios relevantes utilizados para evaluar la utilidad de las tecnologías (18), pues sabemos que queda un largo camino por recorrer y una legislación pendiente en materia ética y de aplicabilidad, así como el uso de estos datos y la forma de compartirlos para investigaciones.

También está el reto de ir más allá y abordar las necesidades de los pacientes y de la comunidad. Tiene el potencial (con el consentimiento apropiado) de vincular datos personales y públicos para una atención médica verdaderamente personalizada. (19)

En la siguiente entrega evaluaremos estos aspectos fundamentales para tener en cuenta en la práctica de la reumatología.



# Referencias

1. Artificial Intelligence Definitions [Internet]. Stanford.edu. Disponible en:<https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2020-09/AI-Definitions-HAI.pdf>
2. Harvardmagazine.com. Disponible en:<https://www.harvardmagazine.com/2019/01/artificial-intelligence-limitations>
3. Hügler M, Omoumi P, van Laar JM, Boedecker J, Hügler T. Applied machine learning and artificial intelligence in rheumatology. Rheumatol adv pract [Internet]. 2020;4(1):rkaa005. Disponible en:<https://academic.oup.com/rheumap/article/4/1/rkaa005/5740589?login=true>
4. Briganti G, Le Moine O. Inteligencia artificial en medicina: hoy y mañana. Front Med (Lausana) [Internet]. 2020;7:27. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2020.00027>
5. Schwalbe N, Wahl B. Artificial intelligence, and the future of global health. Lancet [Internet]. 2020;395(10236):1579–86. Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620302269>
6. USAID's Center for Innovation and Impact (CII). Artificial intelligence in Global Health: Defining a Collective Path Forward [Internet]. Usaid.gov. Disponible en:[https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health\\_webFinal\\_508.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health_webFinal_508.pdf)
7. Mallappallil M, Sabu J, Gruessner A, Salifu M. Una revisión de Big data e investigación médica. SAGE Open Med [Internet]. 2020;8:2050312120934839. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.1177/2050312120934839>
8. Greenspan H, Ginneken BV, Summers RM. Aprendizaje profundo en imágenes médicas: descripción general y promesa futura de una nueva técnica emocionante. IEEE Trans Med Imaging. 2016;35(5):1153-1159.
9. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Clasificación a nivel dermatólogo del cáncer de piel con redes neuronales profundas. naturaleza \_ 2017;542(7639):115-118.
10. Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Desarrollo y validación de un algoritmo de aprendizaje profundo para la detección de retinopatía diabética en fotografías de fondo de retina. JAMA. 2016;316(22):2402-2410.

11. Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Aprendizaje profundo para identificar el cáncer de mama metastásico. Impresiones electrónicas ArXiv. 2016. <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2016arXiv160605718W>
12. Ching T, Himmelstein DS, Beaulieu-Jones BK, et al. Oportunidades y obstáculos para el aprendizaje profundo en biología y medicina. *Interfaz JR Soc.* 2018;15(141):20170387
13. Miotto R, Wang F, Wang S, Jiang X, Dudley JT. Aprendizaje profundo para el cuidado de la salud: revisión, oportunidades y desafíos. *Breve Bioinforme.* 2018;19(6):1236-1246.
14. Miotto R, Li L, Kidd BA, Dudley JT. Paciente profundo: una representación no supervisada para predecir el futuro de los pacientes a partir de la historia clínica electrónica. *Representante científico* 2016;6:26094.
15. Shickel B, Tighe PJ, Bihorac A, Rashidi P. Deep EHR: una encuesta de avances recientes en técnicas de aprendizaje profundo para el análisis de registros de salud electrónicos (EHR). *IEEE J Biomed Salud Informar.* 2018;22(5):1589-1604.
16. Norgeot B, Glicksberg BS, Butte AJ. Un llamado a la atención médica de aprendizaje profundo. *Nat Med.* 2019;25(1):14-15.
17. Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet]. *AIMultiple.* 2017. Disponible en: <https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>
18. James CA, Wachter RM, Woolliscroft JO. Preparando a los médicos para un mundo clínico influenciado por la inteligencia artificial. *JAMA.* Publicado en línea el 21 de marzo de 2022. doi:10.1001/jama.2022.3580
19. Matheny M, Sonoo T, Israni M, Ahmed D, Edu N. Inteligencia artificial en el cuidado de la salud: la esperanza, la exageración, la promesa, el peligro [Internet]. *Nam.edu.* Disponible en: <https://nam.edu/wp-content/uploads/2021/07/4.3-AI-in-Health-Care-title-authors-summary.pdf>

ARTICLES AND SPECIAL  
REPORTS

# Artificial Intelligence, the transformation of rheumatology? – Part I

**Estefanía Fajardo** Scientific journalist of Global Rheumatology by PANLAR, [estefaniafajardod@gmail.com](mailto:estefaniafajardod@gmail.com)  
**Cesar Graf** Especialista en reumatología Sociedad Argentina de Reumatología, [cesar.graf@hotmail.com](mailto:cesar.graf@hotmail.com)

Keywords: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, BIG DATA, DEEP LEARNING, MACHINE LEARNING, RHEUMATOLOGY

"In a two-part text we will discuss the concepts of artificial intelligence and its application in medicine, as well as its incursion into rheumatology and the challenges it poses in the short, medium, and long term. "

## INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI) is a term coined in 1955 by John McCarthy, Professor Emeritus at Stanford University. He defined this concept as "the science and engineering making intelligent machines" (1).

It is the part of IT studying the simulation of human intelligence.

For this purpose, it uses a set of hardware and software with a brain-inspired neural network format, which creates mathematical algorithms taken from verbal, written or numerical data, to store, analyze, process, and compare them, giving a fast, automatic, and intelligent response that allows it to solve complex problems with a high level of accuracy and evidence.

In other words, Artificial Intelligence allows machines to have a rational behavior, like human beings, maximizing its changes of success.

As such, artificial intelligence not only emulates human intelligence, but even surpasses it by performing tasks and functions that, in no way, a human could perform, such as storing thousands of data (**Big Data**), analyzing them (**Data Analytics**), learning from itself (**Machine Learning**) and identifying behavioral patterns and trends in seconds, formulating automatic predictions.

The first studies on this concept date back to 1950, when Alan Turing published a paper titled "Computing Machinery and Intelligence". Turing (1912-1954), British mathematician, is considered the father of artificial intelligence. He was famous for decoding the encryption of German Enigma machines during the second world war and was a pioneer in different branches of knowledge, whose contribution is essential in the development of current technologies.

Marvin Minsky is another pioneer in the field of artificial intelligence. He dreamed of endowing machines with human intelligence so that they could learn, solve problems, and offer solutions without our intervention. In 1951, he built the first artificial neural network capable of learning, called SNARC (Stochastic Neural-Analog Reinforcement Computer), which is we know today as Machine Learning.

In 1956 took place the first Dartmouth Conference on Artificial Intelligence. There, the scientists who marked a milestone in the history of this specialty came together. That conference was the result of a proposal wrote by John McCarthy, Marvin Minsky, Nat Rochester, and Claude Shannon, where they proposed a 2-month, 10-man study on artificial intelligence. They were the ones that baptized this new field of study, and therefore are considered the fathers of artificial intelligence.

One could say that much research has led to machines being programmed to behave in a similar way to human intelligence, so that, through applied algorithms, they can learn, solve problems, and provide solutions quickly, automatically, and safely without our intervention.

For instance, in the era before powerful computers and big data, such systems were programmed by humans and followed the rules of human invention, but advances in technology have led to the development of new approaches.

One of them is machine learning, today the most active area of AI, in which statistical methods allow a system to "learn" from data and make decisions, without being explicitly programmed. Such systems combine an algorithm, or a series of steps to solve a problem, with a knowledge base or stream: the information that the algorithm uses to build a model of the world. (2)

In a two-parts text, we will explore in depth the concepts of artificial intelligence and its application in medicine. In this first part, in addition to the definitions of AI as we have developed in the introduction, we will review its applications at a general level, its achievements, uses and challenges, and then, in a second part, we will focus on the relationship between artificial intelligence and rheumatology, its application in the specialty and the challenges for specialists and for patients, as well as what is believed to come in the future.

## **USES IN MEDICINE**

Until a few years ago, artificial intelligence was a technology unknown to many, associated to futuristic science fiction movies. Now, it is a reality.

It is clear in many ways that AI can play an important role in the development of personalized medicine. The potential of this in medicine is enormous and, compared with conventional statistics, offers a plethora of new possibilities. (3)

Smart technologies allow to have a 4P approach in medicine (predictive, preventive, personalized and participatory); for example, smartphones are becoming a reference element for completing and distributing an electronic personal health record, monitoring vital functions with biosensors, and helping to achieve optimal therapeutic compliance, thus giving the patient the place as the main actor in the care pathway. (4)

In this regard, a number of fundamentally ethical and moral questions have been raised about artificial intelligence-driven health interventions, and whether the tools, methods, and protections traditionally used for evidence- or experience-based decision making would also apply to new technologies. (5)

The global health community has increasingly recognized the urgency of addressing these issues to ensure that populations in developing countries benefit from advances and innovations in digital health and artificial intelligence (6). In these countries, the deployment of artificial intelligence has already begun for a wide range of health problems with interventions focused primarily on communicable diseases, including tuberculosis and malaria.

## **BIG DATA**

To begin with, it is worth noting that big data is a relatively recent term -introduced in the 1990s- whose purpose was to include data sets that were too large to be used with regular software.

Medicine is an important field that is expected to significantly increase the use of big data from 2025 and beyond. Big data in medicine can be used by commercial, academic, government and public sectors. In addition, it includes biological, biometric, and electronic health data. (7)

Big data serves to analyze from purchasing behaviors to crime statistics, weather patterns, outbreaks of diseases, among others. Big data allows for the integration of information extracted from heterogeneous sources, as well as its analysis under precise control, modeling for subsequent interpretation and validation.

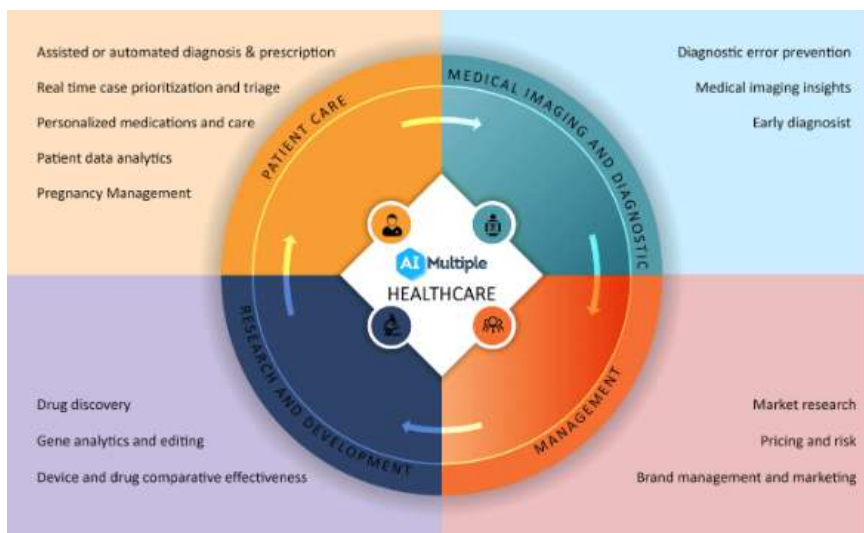
## DEEP LEARNING

Deep learning is a sub-discipline of artificial intelligence that has shown multiple successes in clinical applications (8) involving melanoma imaging data (9), retinopathy (10), metastatic breast cancer (11), and other biomedical areas (12) and healthcare (13, 14). Deep learning is being applied to an increasing number of electronic health record-related data sets (15) and, as with the application of technology to any new field, there are plenty of opportunities and challenges (12,16).

## MAIN USES

The main uses of artificial intelligence and its different areas cover several domains. Figure 1 summarizes the main uses where there is evidence of the benefit of the use of technologies in the healthcare sector, dividing this into four main groups: patient care, medical imaging and diagnostic, research and development, and management.

### Applications of Artificial Intelligence in Rheumatology



Source : From Reference 17: Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet]. AI multiple. 2017. Available in:<https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>

The first group, patient care, addresses aspects such as diagnosis and assisted prescription, which can be very helpful with tools such as the chatbots. Also, AI audit systems, as well as pregnancy monitoring and management and real-time prioritization and triage.

The uses considered in this first group also addresses personalized care and medication, which allows reducing costs and increasing the effectiveness of care, in addition to the analysis of patient data suggesting actions or providing knowledge about the patient's condition. Finally, in this group we have also the surgical robots.

The second group addresses early diagnosis by leveraging laboratory data and chronic conditions, as well as information on medical images that allow the modeling of different scenarios. Research and development include elements such as drug discovery, gene analysis and editing, and the comparative effectiveness of drugs and technologies.

Finally, in the management group, AI addresses aspects such as brand management; pricing and risk considering market conditions, market research, operations, chatbots, and fraud detection.

## CONCLUSIONS

Although artificial intelligence is not something new, several advances are being made, especially during the last few years. Therefore, we can say -without fear of error- that it is ready for prime time, recognizing the application of technologies in the field of medicine and the support they can provide to health professionals.

It is important to bear in mind that providing physicians with the skills, resources and support needed to use artificial intelligence-based technologies is essential for the successful implementation of artificial intelligence in healthcare. To do so, physicians must have a realistic understanding of the potential uses and limitations of medical applications. (18)

Furthermore, it is wise to balance the need for thoughtful and inclusive health care artificial intelligence that actively plans and manages and reduces potential unintended consequences. (19)

There is a clear need to develop standardized, reliable, evidence-based reporting guidelines for AI clinical trials and relevant studies used to evaluate the usefulness of such technologies (18), as we know that there is a long way to go and legislation pending on ethics and applicability, as well as the use of these data and how to share them for research.

There is also a challenge to go further and address the needs of patients and the community. This technology has the potential (with appropriate consent) to connect personal and public data for truly personalized health care. (19)

In the second part we will talk about these fundamental aspects to consider in the rheumatology practice.



# References

1. Artificial Intelligence Definitions [Internet]. Stanford.edu. Disponible en:<https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2020-09/AI-Definitions-HAI.pdf>
2. Harvardmagazine.com. Disponible en:<https://www.harvardmagazine.com/2019/01/artificial-intelligence-limitations>
3. Hügler M, Omoumi P, van Laar JM, Boedecker J, Hügler T. Applied machine learning and artificial intelligence in rheumatology. Rheumatol adv pract [Internet]. 2020;4(1):rkaa005. Disponible en:<https://academic.oup.com/rheumap/article/4/1/rkaa005/5740589?login=true>
4. Briganti G, Le Moine O. Inteligencia artificial en medicina: hoy y mañana. Front Med (Lausana) [Internet]. 2020;7:27. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2020.00027>
5. Schwalbe N, Wahl B. Artificial intelligence, and the future of global health. Lancet [Internet]. 2020;395(10236):1579–86. Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620302269>
6. USAID's Center for Innovation and Impact (CII). Artificial intelligence in Global Health: Defining a Collective Path Forward [Internet]. Usaid.gov. Disponible en:[https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health\\_webFinal\\_508.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health_webFinal_508.pdf)
7. Mallappallil M, Sabu J, Gruessner A, Salifu M. Una revisión de Big data e investigación médica. SAGE Open Med [Internet]. 2020;8:2050312120934839. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.1177/2050312120934839>
8. Greenspan H, Ginneken BV, Summers RM. Aprendizaje profundo en imágenes médicas: descripción general y promesa futura de una nueva técnica emocionante. IEEE Trans Med Imaging. 2016;35(5):1153-1159.
9. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Clasificación a nivel dermatólogo del cáncer de piel con redes neuronales profundas. naturaleza \_ 2017;542(7639):115-118.
10. Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Desarrollo y validación de un algoritmo de aprendizaje profundo para la detección de retinopatía diabética en fotografías de fondo de retina. JAMA. 2016;316(22):2402-2410.

11. Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Aprendizaje profundo para identificar el cáncer de mama metastásico. Impresiones electrónicas ArXiv. 2016. <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2016arXiv160605718W>
12. Ching T, Himmelstein DS, Beaulieu-Jones BK, et al. Oportunidades y obstáculos para el aprendizaje profundo en biología y medicina. *Interfaz JR Soc.* 2018;15(141):20170387
13. Miotto R, Wang F, Wang S, Jiang X, Dudley JT. Aprendizaje profundo para el cuidado de la salud: revisión, oportunidades y desafíos. *Breve Bioinforme.* 2018;19(6):1236-1246.
14. Miotto R, Li L, Kidd BA, Dudley JT. Paciente profundo: una representación no supervisada para predecir el futuro de los pacientes a partir de la historia clínica electrónica. *Representante científico* 2016;6:26094.
15. Shickel B, Tighe PJ, Bihorac A, Rashidi P. Deep EHR: una encuesta de avances recientes en técnicas de aprendizaje profundo para el análisis de registros de salud electrónicos (EHR). *IEEE J Biomed Salud Informar.* 2018;22(5):1589-1604.
16. Norgeot B, Glicksberg BS, Butte AJ. Un llamado a la atención médica de aprendizaje profundo. *Nat Med.* 2019;25(1):14-15.
17. Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet]. *AIMultiple.* 2017. Disponible en:<https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>
18. James CA, Wachter RM, Woolliscroft JO. Preparando a los médicos para un mundo clínico influenciado por la inteligencia artificial. *JAMA.* Publicado en línea el 21 de marzo de 2022. doi:10.1001/jama.2022.3580
19. Matheny M, Sonoo T, Israni M, Ahmed D, Edu N. Inteligencia artificial en el cuidado de la salud: la esperanza, la exageración, la promesa, el peligro [Internet]. *Nam.edu.* Disponible en: <https://nam.edu/wp-content/uploads/2021/07/4.3-AI-in-Health-Care-title-authors-summary.pdf>

ARTIGOS E REPORTAGENS  
ESPECIAIS

# Inteligência artificial, transformação da reumatologia? - Parte I

**Estefanía Fajardo** Scientific journalist of Global Rheumatology by PANLAR, [estefaniafajardod@gmail.com](mailto:estefaniafajardod@gmail.com)  
**Cesar Graf** Especialista en reumatología Sociedad Argentina de Reumatología, [cesar.graf@hotmail.com](mailto:cesar.graf@hotmail.com)

Palavras chaves: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MACHINE LEARNING, BIG DATA, DEEP LEARNING, REUMATOLOGIA

"Em um texto de duas partes, abordaremos os conceitos da inteligência artificial e a sua aplicação à medicina, bem como a sua incursão na reumatologia e os desafios que ela representa a curto, médio e longo prazo."

## INTRODUÇÃO

A Inteligência artificial (IA) é um termo cunhado em 1955 pelo John McCarthy, professor emérito da Universidade de Stanford. Este conceito foi definido por ele como "a ciência e a engenharia para fabricar máquinas inteligentes" (1).

É a parte da ciência da computação que estuda a simulação da inteligência humana.

Para isto, utiliza um conjunto de hardware e software com um formato de redes neurais inspiradas no cérebro humano, que compõem algoritmos matemáticos a partir de dados verbais, escritos ou numéricos, para armazená-los, analisá-los, processá-los e compará-los, dando uma resposta rápida, automática e inteligente, que permite resolver problemas complexos com um alto nível de precisão e evidência.

Em outras palavras, a inteligência artificial é aquela que permite que as máquinas se comportem de forma racional, típica do ser humano, maximizando as suas chances de sucesso.

Desta forma, a inteligência artificial não apenas emula a inteligência humana, mas até a supera, realizando tarefas e funções que um ser humano jamais poderia realizar, como armazenar milhares de dados (**Big Data**), analisá-los (**Data Analytics**), aprender consigo mesmo (**Machine Learning**) e identificar padrões e tendências de comportamento em segundos, formulando previsões automáticas.

Os primeiros estudos sobre este conceito datam de 1950, quando Alan Turing publicou um artigo intitulado "*Computing machines and intelligence*". Turing (1912-1954), matemático britânico, é considerado o pai da inteligência artificial. Ficou famoso por decifrar o código nazista na Segunda Guerra Mundial e pioneiro em diversos ramos do conhecimento, cuja contribuição é essencial no desenvolvimento das tecnologias atuais.

Outro pioneiro na área é o Marvin Minsky, que tinha o sonho de dotar as máquinas de inteligência humana para que pudessem aprender, resolver problemas e oferecer soluções sem a nossa intervenção. Em 1951, ele criou a primeira rede neural artificial capaz de aprender, chamada SNARC (*Spatial Numerical Associations of Response Codes*), o que conhecemos hoje como Machine Learning.

Em 1956, foi realizada a primeira Conferência de Dartmouth sobre a inteligência artificial e cientistas destacados na história do nascimento da especialidade se reuniram lá. Nessa conferência, quatro foram os nomes que lhe deram significado e aplicação: John McCarthy, Marvin Minsky, Nat Rochester e Claude Shannon. Foram eles que batizaram este novo campo de estudo, e por isso são considerados os pais da Inteligência Artificial.

Poderíamos dizer que muitas pesquisas levaram as máquinas a serem programadas para se comportarem de maneira semelhante à inteligência humana, para que, por meio de algoritmos aplicados, ela possa aprender, resolver problemas e oferecer soluções de forma rápida, automática e segura sem a nossa intervenção.

Por exemplo, na era anterior aos computadores poderosos e à big data, estes sistemas eram programados por humanos e seguiam as regras da invenção humana, mas os avanços na tecnologia levaram ao desenvolvimento de novas abordagens.

Uma delas é o aprendizado automático, agora a área mais ativa da IA, no qual os métodos estatísticos permitem que um sistema "aprenda" com os dados e tome decisões, sem ser explicitamente programado. Tais sistemas combinam um algoritmo, ou uma série de etapas para resolver um problema, com uma base de conhecimento ou fluxo: as informações que o algoritmo usa para construir um modelo do mundo. (2)

Em um texto de duas partes, aprofundaremos os conceitos da inteligência artificial e sua aplicação à medicina. Nesta primeira parte, além das definições de IA que desenvolvemos na introdução, revisaremos as suas aplicações em um nível geral, as conquistas que teve, usos e desafios, para mais tarde, em uma segunda parte, focar na relação da inteligência artificial e da reumatologia, a sua aplicação na especialidade e os desafios para especialistas e pacientes, bem como o que se acredita virá no futuro.

## **APLICAÇÃO NA MEDICINA**

Até alguns anos atrás, a inteligência artificial era uma tecnologia desconhecida para muitos, associada aos filmes futuristas de ficção científica. Agora é uma realidade.

Fica claro em diferentes aspectos que ela pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento da medicina personalizada. O potencial disto na medicina é enorme e, comparado às estatísticas convencionais, oferece uma infinidade de novas possibilidades. (3)

As tecnologias médicas inteligentes permitem trabalhar com um modelo de medicina 4P (preditivo, preventivo, personalizado e participativo); os smartphones estão se tornando, por exemplo, o item obrigatório para preencher e distribuir um prontuário eletrônico pessoal, monitorar funções vitais com biossensores e ajudar a alcançar a adesão terapêutica ideal, dando ao paciente o lugar como ator principal no caminho da atenção. (4)

A este respeito, uma série de questões fundamentalmente éticas e morais foram levantadas em consideração sobre as intervenções na saúde orientadas pela IA, e se as ferramentas, métodos e proteções tradicionalmente usados na toma de decisões baseadas nas evidências ou na experiência também seriam aplicadas às novas tecnologias. (5)

A comunidade global de saúde tem reconhecido cada vez mais a urgência de abordar estas questões para garantir que as populações dos países em desenvolvimento se beneficiem dos avanços e inovações na saúde digital e inteligência artificial (6). Nestes países, a implantação da inteligência artificial já começou para uma ampla gama de problemas de saúde com intervenções focadas principalmente nas doenças transmissíveis, incluindo a tuberculose e a malária.

## **BIG DATA**

Para começar, devemos deixar claro que Big Data é um termo recente – foi introduzido na década de 1990 – e o seu objetivo era incluir conjuntos de dados muito grandes para serem usados com softwares comuns.

A medicina é um campo importante que deverá continuar a aumentar significativamente no uso de big data a partir de 2025 e além. A Big data na medicina pode ser usada pelos setores comercial, acadêmico, governamental e público. Além disso, inclui dados biológicos, biométricos e eletrônicos de saúde. (7)

A Big data mostra tudo, desde tendências de compras a estatísticas de crimes, padrões climáticos, surtos de doenças, entre outros.

A análise desta informação disponível integra a disponibilização dos chamados dados heterogêneos, bem como a análise destes sob um controle preciso, modelação para posterior interpretação e validação.

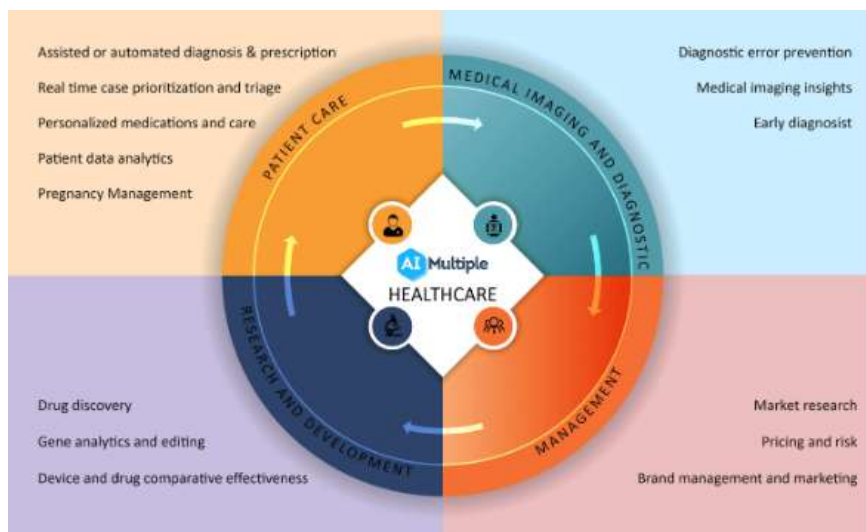
## DEEP LEARNING

O aprendizado profundo é uma subdisciplina da inteligência artificial, que demonstrou vários sucessos em aplicações clínicas (8) envolvendo dados de imagem para melanoma (9), retinopatia (10), câncer de mama metastático (11) e outros domínios biomédicos (12) e de saúde (13, 14). O aprendizado profundo está sendo aplicado a um número cada vez maior de conjuntos de dados relacionados a registros eletrônicos de saúde (15) e, assim como a aplicação da tecnologia a qualquer campo novo, existem inúmeras oportunidades e desafios (12,16).

## APLICAÇÕES PRINCIPAIS

As aplicações da inteligência artificial e as suas diversas áreas abrangem vários domínios. O Gráfico 1 resume as principais aplicações nas quais há evidências do benefício do uso de tecnologias no setor da saúde, dividindo-as em quatro grandes grupos: Atendimento ao paciente, diagnóstico e imagem médica, pesquisa e desenvolvimento e administração.

### Aplicações da inteligência artificial em reumatologia



Fonte:Referência 17 . Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet].AIMultiple. 2017. Disponible en:<https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>

**TRADUÇÃO GRÁFICA: (ACIMA À ESQUERDA) Título: Atendimento ao paciente - Listagem: Diagnóstico e prescrição assistida / Priorização e triagem de casos em tempo real / Medicação e atendimento personalizado / Análise de dados do paciente / Acompanhamento da gravidez.**

**(ACIMA À DIREITA) Título: Imagiologia Médica e Diagnóstico - Listagem: Prevenção de Erros no Diagnóstico / Informações sobre Imagiologia Médica / Diagnóstico Precoce**

**(ABAIXO À ESQUERDA) Título: Pesquisa e Desenvolvimento - Listagem: Descoberta de Medicamentos / Análise e Edição de Genes / Eficácia Comparativa de Medicamentos e Tecnologias**

**(ABAIXO À DIREITA) Título: Administração - Listagem: Marketing / Preço e risco / Marketing de marca**

O primeiro grupo, atendimento ao paciente, aborda aspectos como O diagnóstico assistido e prescrição, que podem ser de grande ajuda a partir de ferramentas como chatbots. Também sistemas de auditoria de IA, bem como monitoramento e gerenciamento de gravidez e priorização e triagem em tempo real.

Neste ponto, também são abordados o atendimento personalizado e a medicação, o que permite reduzir custos e aumentar a efetividade do atendimento, além da análise dos dados do paciente sugerindo ações ou gerando conhecimento sobre a sua situação. Finalmente, os robôs cirúrgicos são mencionados.

O segundo grupo indica o diagnóstico precoce com o uso de dados laboratoriais e condições crônicas; bem como informações sobre imagens médicas que permitem a modelagem de situações. No ponto de pesquisa e desenvolvimento, existem elementos como descoberta de medicamentos, análise e edição de genes e a eficácia comparativa de medicamentos e tecnologias.

Por fim, na administração há pontos de criação de estratégia de marca; preço e risco considerando as condições de mercado; estudos de mercado; operações; chatbots; e detecção de fraudes.

## CONCLUSÕES

A inteligência artificial é um campo que não podemos chamar de novo, mas no qual vários avanços estão sendo feitos, especificamente nos últimos anos. Pelo exposto, podemos dizer – sem medo de errar – que está pronto para um “prime time”, reconhecendo a aplicação de tecnologias no campo da medicina e o suporte que elas podem oferecer aos profissionais da saúde.

É importante deixar claro que equipar os médicos com as habilidades, recursos e suporte necessários para usar tecnologias baseadas na IA é essencial para a implementação bem-sucedida da IA na área da saúde. Para fazer isso, os médicos devem ter uma compreensão realista dos possíveis usos e limitações das aplicações médicas.(18)

Além disso, é prudente equilibrar a necessidade de uma IA de saúde cuidadosa e inclusiva que planeje e gere ativamente e reduza possíveis consequências não intencionais. (19)

É claro que diretrizes de relatórios padronizados, confiáveis e baseados em evidências devem ser desenvolvidos para ensaios clínicos de IA e estudos relevantes usados para avaliar a utilidade das tecnologias (18), pois sabemos que há um longo caminho a percorrer e legislação pendente em questões éticas e de aplicabilidade, bem como o uso destes dados e a forma de compartilhá-los para pesquisa.

Há também o desafio de ir além para atender às necessidades dos pacientes e da comunidade. Ele tem o potencial (com o consentimento apropriado) para vincular dados pessoais e públicos para cuidados de saúde verdadeiramente personalizados. (19)

No próximo número iremos avaliar estes aspectos fundamentais a ter em conta na prática da reumatologia.



# Referências

1. Artificial Intelligence Definitions [Internet].Stanford.edu. Disponível em:<https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2020-09/AI-Definitions-HAI.pdf>
2. Harvardmagazine.com. Disponível em:<https://www.harvardmagazine.com/2019/01/artificial-intelligence-limitations>
3. Hügler M, Omoumi P, van Laar JM, Boedecker J, Hügler T. Applied machine learning and artificial intelligence in rheumatology.Rheumatol adv pract [Internet]. 2020;4(1):rkaa005. Disponível em:<https://academic.oup.com/rheumap/article/4/1/rkaa005/5740589?login=true>
4. Briganti G, Le Moine O. Inteligencia artificial en medicina: hoy y mañana.Front Med (Lausana) [Internet]. 2020;7:27.Disponível em:<http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2020.00027>
5. Schwalbe N, Wahl B. Artificial intelligence, and the future of global health.Lancet [Internet]. 2020;395(10236):1579–86.Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620302269>
6. USAID’s Center for Innovation and Impact (CII). Artificial intelligence in Global Health: Defining a Collective Path Forward [Internet].Usaid.gov. Disponível em:[https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health\\_webFinal\\_508.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/AI-in-Global-Health_webFinal_508.pdf)
7. Mallappallil M, Sabu J, Gruessner A, Salifu M. Una revisión de Big data e investigación médica.SAGE Open Med [Internet]. 2020;8:2050312120934839.Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1177/2050312120934839>
8. Greenspan H, Ginneken BV, Summers RM.Aprendizaje profundo en imágenes médicas: descripción general y promesa futura de una nueva técnica emocionante. IEEE Trans Med Imaging. 2016;35(5):1153-1159.
9. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Clasificación a nivel dermatólogo del cáncer de piel con redes neuronales profundas. naturaleza \_ 2017;542(7639):115-118.
10. Gulshan V, Peng L, Coram M, et al.Desarrollo y validación de un algoritmo de aprendizaje profundo para la detección de retinopatía diabética en fotografías de fondo de retina. JAMA. 2016;316(22):2402-2410.

11. Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Aprendizaje profundo para identificar el cáncer de mama metastásico. Impresiones electrónicas ArXiv. 2016. <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2016arXiv160605718W>
12. Ching T, Himmelstein DS, Beaulieu-Jones BK, et al. Oportunidades y obstáculos para el aprendizaje profundo en biología y medicina. Interfaz JR Soc. 2018;15(141):20170387
13. Miotto R, Wang F, Wang S, Jiang X, Dudley JT. Aprendizaje profundo para el cuidado de la salud: revisión, oportunidades y desafíos. Breve Bioinforme. 2018;19(6):1236-1246.
14. Miotto R, Li L, Kidd BA, Dudley JT. Paciente profundo: una representación no supervisada para predecir el futuro de los pacientes a partir de la historia clínica electrónica. Representante científico 2016;6:26094.
15. Shickel B, Tighe PJ, Bihorac A, Rashidi P. Deep EHR: una encuesta de avances recientes en técnicas de aprendizaje profundo para el análisis de registros de salud electrónicos (EHR). IEEE J Biomed Salud Informar. 2018;22(5):1589-1604.
16. Norgeot B, Glicksberg BS, Butte AJ. Un llamado a la atención médica de aprendizaje profundo. Nat Med. 2019;25(1):14-15.
17. Dilmegani W by C, Dilmegani C. Top 18 AI applications / use cases / examples in healthcare [Internet]. AIMultiple. 2017. Disponible en: <https://research.aimultiple.com/healthcare-ai/>
18. James CA, Wachter RM, Woolliscroft JO. Preparando a los médicos para un mundo clínico influenciado por la inteligencia artificial. JAMA. Publicado en línea el 21 de marzo de 2022. doi:10.1001/jama.2022.3580
19. Matheny M, Sonoo T, Israni M, Ahmed D, Edu N. Inteligencia artificial en el cuidado de la salud: la esperanza, la exageración, la promesa, el peligro [Internet]. Nam.edu. Disponible en: <https://nam.edu/wp-content/uploads/2021/07/4.3-AI-in-Health-Care-title-authors-summary.pdf>