

La Plata, 11 de octubre de 2023

Dra. Carla Vizzotti  
Ministra de Salud

*Ref: Informe de Inteligencia Artificial*

De mi consideración

Tenemos el agrado de dirigirnos a Usted, a fin de enviarle el informe titulado “*Inteligencia Artificial : Clasificación y Aportes a la Medicina*”.

En este informe se destacan los aportes actuales de la inteligencia artificial en las diferentes áreas de la medicina, para esto se menciona una clasificación de las áreas médicas de incumbencia y el caso específico de “EchoNet-Dynamic” que es pionera en el diagnóstico por imágenes cardiovasculares, y brinda el software ya entrenado, con su documentación, que también está disponible en internet

Esperamos que este informe cubra sus expectativas, y desde ya agradecemos su atención por leer este informe y quedo a su disposición ante cualquier consulta.

Atentamente,



---

Ing Nicolás Pacheco

# **Inteligencia Artificial: Clasificación y Aportes a la Medicina**

**Ing Nicolás Pacheco**

consultor de *IA Mastery Labs*, consultora de Inteligencia Artificial y asesoramiento de soluciones de software

[nicopacheco@iamasterylabs.com.ar](mailto:nicopacheco@iamasterylabs.com.ar)

# Índice:

<b>Resumen:</b> .....	<b>1</b>
<b>Palabras clave</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Clasificación de Aplicaciones de las IA en la Medicina</b> .....	<b>2</b>
Investigación.....	2
Terapéutica.....	2
Diagnóstico Por Imagen.....	3
<b>Modelo “EchoNet-Dynamic”</b> .....	<b>3</b>
<b>Discusión:</b> .....	<b>4</b>
<b>Conclusión:</b> .....	<b>4</b>
<b>Bibliografía:</b> .....	<b>5</b>
<b>Glosario :</b> .....	<b>6</b>
Investigaciones Diagnóstico por Imagen por IA.....	6
Modelo de Vara (MX Healthcare GmbH).....	6
Modelo ISIC IA.....	6
Rama de Prevención con IA.....	7

## **Resumen:**

Durante el 2023 se viralizaron noticias donde se infunde el miedo y rechazo a la inteligencia artificial, este informe pretende sentar las bases para comprender todas las áreas de incumbencia real donde la inteligencia artificial puede generar un cambio relevante en la medicina.

En este informe se exponen, describen los principales usos de la inteligencia artificial en la medicina, en una clasificación general para las diferentes ramas de la medicina, se consideran “Investigación” , “Desarrollo”, “Prevención”, y la que tiene mayor potencial de salvar vidas “Diagnostico Por Imagen”. Entre los avances del Diagnóstico por imagen se expone un modelo de inteligencia artificial conciso, el “EchoNet-Dynamic”, que está disponible en internet, es principalmente relevante por su aporte en cardiología, acelerando los procesos de clasificación de imágenes y videos de exámenes cardiológicos

## **Palabras clave**

Diagnósticos por Imágenes, Ecocardiograma, Inteligencia Artificial, Medicina, Trabajo.

## **Introducción**

Se decidió analizar la conexión entre la Inteligencia Artificial -IA- (*ver glosario*) y la Medicina, ya que es una disciplina transversal a todas las personas por la inherente necesidad de tener salud. La IA tiene la capacidad de disminuir los costos de distintas tareas brindando soluciones a problemas complejos con menor intervención del personal humano.

Esta tecnología centra su potencial en abstraer el conocimiento de los textos, imágenes, o videos, y analizar situaciones complejas con alta precisión.

En algunas investigaciones se ha logrado conseguir tiempos de respuesta, y precisión de los cálculos, superior al ojo de los empleados profesionales.

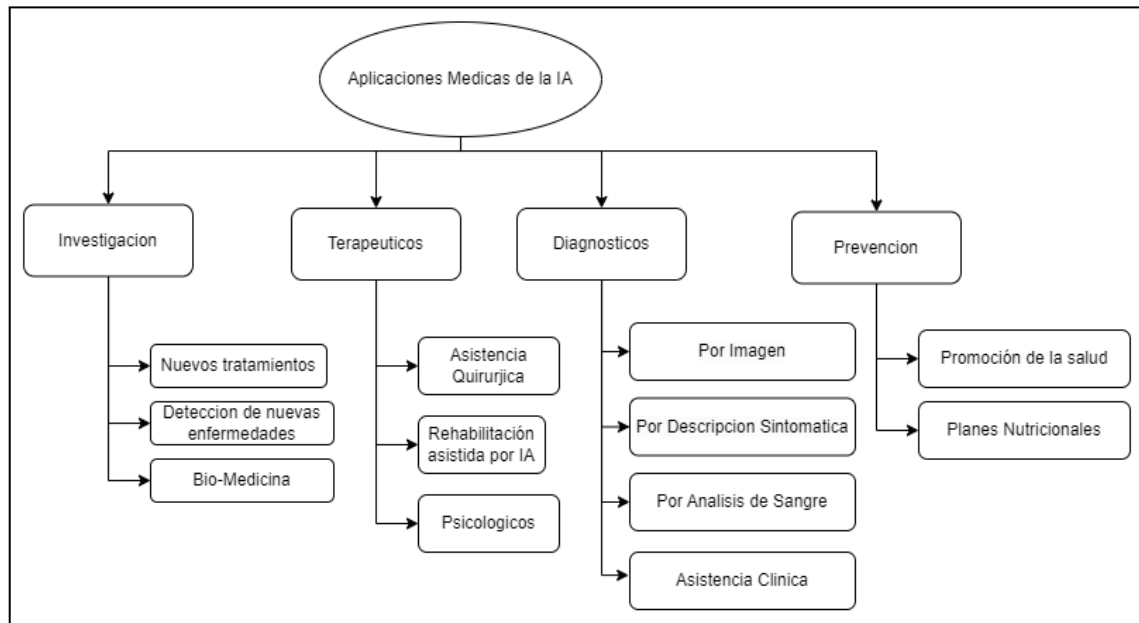
Por ejemplo “DeepMind” es capaz de detectar tumores pulmonares en tomografías computadas con una precisión del 94,1%, frente al 89,7% de los radiólogos humanos. (ScienceDaily , 2022).

Los modelos entrenados en la Universidad de Sanford alcanzan hasta un 90,8% de precisión, con un 84% de sensibilidad y un 93% de especificidad detectando neumonía por Covid-19 a través de una imagen de Tomografía computada (Harmon, 2020).

La existencia de estas tecnologías superiores en detección de enfermedades, no implica que estas reemplazan a los médicos. A lo largo de la historia hay numerosos ejemplos de cómo una nueva tecnología no siempre reemplaza la anterior, sino que ambas conviven y se especializan en resolver una sub-problemática diferente, como la grabación de la música, no reemplaza los shows en vivo, como los servicios de Streaming, no reemplazan la TV, como la educación online, no reemplaza las instituciones educativas, como la evolución de la fotografía con celulares, no reemplazan las cámaras digitales, como las redes sociales, no reemplazan las comunicaciones persona a persona, como los E-commerce, no reemplazaron los comercios tradicionales. De la misma manera la IA no sustituye a los trabajos humanos, sino que los complementa, ambos van a convivir a corto y largo plazo, donde se potenciará la capacidad de trabajo de las personas con IA. ( Edgerton, 2007 )

## Clasificación de Aplicaciones de las IA en la Medicina

Existen diversas ramas de la medicina donde la IA tiene el potencial de mejorar los métodos tradicionales. En la Figura 1.1 se muestra la división elegida para organizar las ramas de la medicina que tienen potencial de ser alcanzadas por la IA, se divide en 4 ramas principales la Investigación médica, las aplicaciones terapéuticas, las aplicaciones en diagnóstico, y las herramientas de prevención (*ver apéndice*).



**Figura 1.1** - Clasificación de Áreas Médicas, de posible aplicación de la IA

### Investigación

Donde se desarrollan nuevas tecnologías para acelerar el descubrimiento de tratamientos y mejorar la comprensión de enfermedades. Algunos casos contemplados incluyen el desarrollo de tratamientos a enfermedades conocidas, de simuladores de proteínas, de simulación de propagación de enfermedades, de nuevos fármacos.

### Terapéutica

En el ámbito terapéutico, la IA apoya la cirugía con simuladores realistas y realidad aumentada, permitiendo diagnósticos en tiempo real. También contribuye a la rehabilitación mediante diseños de implantes personalizados, calibración de implantes neuronales y planes de ejercicios de rehabilitación personalizados. Además, genera un cambio importante en el ámbito de la terapia psicológica en línea, mejorando la accesibilidad y reduciendo costos.

La OMS certifica que cerca del 75% de la población que sufre depresión no se trata, por la poca disponibilidad económica, y el estigma social. (OMS, 2023) y la depresión afecta un 4.4% de la población y tiene una tendencia al aumento (OPS, 2017)

## Diagnóstico Por Imagen

La IA ofrece un potencial revolucionario en el diagnóstico médico, analizando imágenes médicas como radiografías y ecografías para identificar enfermedades como el sistema de diagnóstico de cáncer de piel de IBM Watson Health. Dentro del ámbito del diagnóstico por imagen hay varios tipos de imágenes que contienen información del estado del paciente, se pueden distinguir 2 grupos, el grupo de imágenes estructurales, y las imágenes funcionales. Las estructurales son las que obtienen información de la estructura física del paciente como ecografía, radiografías, resonancia magnética y tomografía computarizada. En el grupo de imágenes funcionales, están las imágenes que representan el funcionamiento de alguna característica del cuerpo respecto al tiempo como electroencefalograma, electrocardiograma, ecocardiograma, y la espirometría.

La IA también genera diagnósticos a través de la descripciones sintomáticas de pacientes, como el sistema de diagnóstico de enfermedades de Google Health. *(Ver más ejemplos en apéndice).*

También hay modelos IA que procesan los análisis de sangre para identificar signos de enfermedad, como el sistema de diagnóstico de enfermedades cardíacas de DeepMind, o los populares test de ancestralidad.

### Modelo “EchoNet-Dynamic”

Es un modelo de IA que segmentación el ventrículo izquierdo, predice la fracción de eyección a través de un video completo o clips sub-muestreados (que están grabados con menos fotogramas por segundo que lo recomendado), y evalúa la miocardiopatía con fracción de eyección reducida. Es una herramienta altamente especializada para el análisis cardíaco, y es especialmente interesante por sus resultados ya que fue entrenado con 10.030 videos de ecocardiogramas anotados y genera resultados que superan el desempeño de expertos humanos en las tareas críticas de segmentar el ventrículo izquierdo, estimar la fracción de eyección y evaluar la miocardiopatía como se muestra en la tabla 1 ( Ouyang, 2020 )

Tabla 1 - comparación cualitativa de la efectividad de la IA

Tarea	EchoNet-Dynamic	Médicos
Coefficiente de similitud del ventrículo izquierdo	0,92	0,85
Error absoluto medio de la fracción de eyección	4,1 %	6,0 %
Clasificación de la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida de área bajo la curva	0,97	0,96

Además este software *(ver glosario)* está disponible para descargar en GitHub, bajo una licencia propietaria gratuita. ( David, 2021 ), donde también se encuentra el instructivo de como instalar y utilizar la herramienta.

## **Discusión:**

¿ Cuáles son los impedimentos para que este tipo de tecnología se aplique en los Hospitales públicos de la Argentina ?

A priori tecnológicamente hablando es posible mover estos sistemas en cualquier computadora de uso doméstico. En cuanto al ambiente para su puesta en marcha, las IA de diagnóstico por imagen requieren la imagen digitalizada, que no es compatible con varios de los sistemas analógicos que todavía se usan en radiología. En el peor de los casos la inversión estatal estaría en el equipo radiológico digital, porque muchos de estos modelos IA son gratuitos o libres. Además con el presupuesto a salud nacional de \$540.470 millones, se puede alquilar la licencia de algún software especializado (GBA, 2023).

Las principales ventajas ya se mencionaron en el documento, el costo, el tiempo, la exactitud, la auditabilidad. Pero estas tecnologías tienen sus inconvenientes (Visconti,2023). No tienen un algoritmo determinístico pre-programado que determina los diagnósticos, sino que el funcionamiento interno está codificado en los pesos de la Red Neuronal (*ver glosario*). Por consiguiente no se puede asegurar el verdadero criterio de selección de las IA.

Existe la dificultad técnica de asegurar que la IA no esté sesgada, si los datos de entrenamiento no son lo suficientemente diferentes, o suficientemente precisos para que la red pueda abstraer el conocimiento. Por ejemplo, si la red está entrenada con pacientes mayores de 20 años, no va diagnosticar correctamente a un niño.

Otro factor a considerar es la voluntad de adopción del personal médico a utilizar estas tecnologías, ya que hay rumores sensacionalistas que promueven el miedo a utilizar IA (Ámbito,2023)(Iglesias, 2023)(TheGuardian, 2021)

Posiblemente estemos ante grandes trabas legislativas y políticas. Como el derecho a la información y las políticas de distribución económica estatal

## **Conclusión:**

Se distinguen 4 tipos de aplicaciones donde la IA coopera en la medicina, se destaca el “diagnóstico por imagen” por la capacidad de reducir los diagnósticos erróneos y potencialmente salvar vidas, por la exactitud y la velocidad con la que generan los diagnósticos.

Actualmente toda la tecnología IA está en pleno desarrollo con una multitud de empresas trabajando para mejorar sus sistemas y lanzarlos al mercado. Ya hay algunos productos IA de uso masivo pero no todas las empresas tienen el mismo alcance.

Las empresas más grandes que compiten en este segmento son DeepMine, Google e IBM. Aunque las IA demuestran tener un gran potencial, hay factores externos que están retrasando la adopción de la IA masivamente, como los conflictos éticos, la seguridad de los datos, la opinión popular, los conflictos políticos y presupuestarios que pueden retrasar la adopción de estas tecnologías en Argentina.

Existen Institutos médicos extranjeros pioneros en la adopción de IA médica, aunque son pocos, estas noticias alientan las esperanzas de la difusión y democratización de esta tecnología en todos los ámbitos de la salud.

## Bibliografía:

- Ambito (2023), La inteligencia artificial podría dejar sin trabajo a 300 millones de personas , recuperado de <https://www.ambito.com/informacion-general/la-inteligencia-artificial-podria-dejar-trabajo-300-millones-personas-n5684488>
- Edgerton David (2007) "La tecnología y la sociedad: una perspectiva histórica"
- GBA Presupuesto 2023 (noviembre 2022) Recuperado de [https://www.gba.gob.ar/saludprovincia/noticias/kreplak\\_expuso\\_el\\_presupuesto\\_2023\\_ante\\_la\\_legislatura\\_bonaerense#:~:text=El%20presupuesto%20total%20destinado%20en,funci%C3%B3n%20Salud%20en%20t%C3%A9rminos%20reales](https://www.gba.gob.ar/saludprovincia/noticias/kreplak_expuso_el_presupuesto_2023_ante_la_legislatura_bonaerense#:~:text=El%20presupuesto%20total%20destinado%20en,funci%C3%B3n%20Salud%20en%20t%C3%A9rminos%20reales)
- Harmon, (2020) S.A., Sanford, T.H., Xu, S. et al. Artificial intelligence for the detection of COVID-19 pneumonia on chest CT using multinational datasets. Nature Communications. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17971-2>
- Iglesias Fernando, ( 2023 ) Inteligencia artificial, una amenaza existencial para la humanidad , recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/opinion/inteligencia-artificial-una-amenaza-existencial-para-la-humanidad-nid17062023/>
- Leibig Christian, (2020) ; Combining the strengths of radiologists and AI for breast cancer screening: a retrospective analysis [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00070-X)
- Menzies Scott W, Octubre 2023 ; Comparison of humans versus mobile phone-powered artificial intelligence for the diagnosis and management of pigmented skin cancer in secondary care: a multicentre, prospective, diagnostic, clinical trial [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00130-9](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00130-9)
- OMS Organización Mundial de la Salud. (2023). Depresión. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- OPS (2017) Depresión y otros trastornos mentales comunes. Estimaciones sanitarias mundiales. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34006/PAHONMH17005-spa.pdf>
- Ouyang David, Bryan H, Inderjit Singh Chahal, (2021) <https://github.com/echonet/dynamic>
- Ouyang, D., He, B., Ghorbani, A. et al .(2020) Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function. Nature 580, 252–256 . Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2145-8>
- ScienceDaily, (2022, May 25), Radiological Society of North America.. AI can predict cancer risk of lung nodules.. recuperado de [www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220525080512.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220525080512.htm)
- TheGuardian (2021) "EE.UU. tiene el imperativo moral de desarrollar armas con IA" <https://www.theguardian.com/science/2021/jan/26/us-has-moral-imperative-to-develop-ai-weapons-says-panel>
- Visconti Ana V,(2023) La utilización de inteligencia artificial en el diagnóstico de enfermedades (2023) Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/148304>



## **Glosario :**

*Inteligencia Artificial (IA):* La Inteligencia Artificial es un software que permite a las máquinas aprender y tomar decisiones similares a las humanas. Estas máquinas pueden realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana, como el reconocimiento de voz, la toma de decisiones, la resolución de problemas y el procesamiento de datos. La IA se basa en algoritmos y modelos matemáticos implementados en distintos tipos de RN para realizar estas tareas.

*Red Neuronal (RN):* Es un modelo de computación inspirado en el cerebro humano que está compuesto por unidades de procesamiento, llamadas neuronas artificiales, que se conectan entre sí y pueden aprender patrones a partir de datos.

*Software:* Es conjunto de programas, datos, documentos, y reglas que le permiten a una computadora realizar una tarea específica.

## **Apéndice A1:**

### **Investigaciones Diagnóstico por Imagen por IA**

#### **Modelo de Vara (MX Healthcare GmbH)**

La investigación ( Liebig,2020 ) muestra cómo la IA tiene el potencial de mejorar los diagnósticos de cáncer de mama, los resultados en este riguroso estudio arrojan que el modelo IA fue capaz de tomar diagnósticos el 87,2%, en comparación con el 84,6% de la lectura de la pantalla por parte del radiólogo individual, denotando un aumento significativo en la sensibilidad para varios subgrupos clínicamente relevantes, incluidos subgrupos de lesiones de pequeño tamaño y carcinomas invasivos.

#### **Modelo ISIC IA**

La investigación (Menzies,2023) evaluó la precisión de los algoritmos ISIC IA para el diagnóstico por imágenes de teléfonos móviles y manejo de lesiones cutáneas pigmentadas sospechosas, se puede apreciar un resumen propio de los resultados obtenidos en la Tabla A1.

El ensayo se registró en el Registro de ensayos clínicos de Australia y Nueva Zelanda ACTRN12620000695909 (número de ensayo universal U1111–1251–8995).

Cabe aclarar que esta IA está confinada a clasificar solo 7 tipos de enfermedades cutáneas, por lo que carece de la capacidad de diagnosticar enfermedades fuera de su entrenamiento.

La conclusión de esta investigación es que la inteligencia artificial impulsada por teléfonos móviles es simple, práctica y precisa. ISIC fue significativamente inferior a los diagnósticos de los especialistas (-11,6% [-20,3 a -3,0]) pero significativamente superiores a los de los novatos (8,7% [-0,5 a 18,0]).

Tabla A1 - comparación de diagnóstico ISIC IA, vs Médicos Profesionales vs Médicos Novatos

<b>Característica</b>	<b>IA</b>	<b>Médicos profesionales</b>	<b>Médicos Novatos</b>
Diagnóstico	Intermedio	Superior	Inferior
Ventajas	Simple, práctica, precisa, económica	Experiencia, conocimiento, juicio clínico	-
Desventajas	Depende de datos de entrenamiento, puede ser sesgada	Costo, y Tiempo de las consultas	Menos experiencia, conocimiento, juicio clínico

### **Rama de Prevención con IA**

La prevención se basa en dar conocimiento a los pacientes para que tomen medidas preventivas para mantener la buena salud de los pacientes, no espera que el paciente presente síntomas. La sub-rama más obvia es la “Promoción de la salud” donde se hacen campañas para concientizar a la gente para que se haga los chequeos y mantenga su plan de vacunación actualizado, sobre esta rama las IA degenerativas pueden ser de gran utilidad brindando ideas, imágenes, y redactando títulos llamativos para que la gente tome conciencia de las enfermedades que se pueden prevenir son un simple análisis de sangre.

Una sub-rama no tan conocida que también tiene un importante capacidad de cambio, son las IA chatbots especializadas en “Planes Nutricionales”, donde no reemplaza un nutricionista, pero sirven de apoyo continuo a las personas que no se animan a hablar con un profesional.