

## **Importancia de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico por Imágenes del Covid- 19**

Fabian Enrique Daza Blanco

Paola Marcela Melo Arias

Bill Wilson Salazar Oviedo

Jairo Enrique Valderrama Duran

Yerson Villero Mendoza

Asesor

Nazly Paz Franco

Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

## Dedicatoria

Con mucho amor y profunda gratitud, dedicamos este trabajo a Dios, quien ha sido nuestra guía y fortaleza en cada paso de este camino académico. A través de su sabiduría y amparo, hemos encontrado la inspiración y la perseverancia necesarias para superar los desafíos y alcanzar nuestras metas.

A nuestras queridas familias, cuyo amor incondicional, comprensión y constante apoyo han sido el sustento fundamental en esta travesía. Su paciencia y palabras de aliento nos han brindado la fuerza para continuar adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Asimismo, queremos dedicar este trabajo a nuestros amigos y demás seres queridos, quienes han sido nuestra fuente de inspiración y motivación a lo largo de esta experiencia.

Sus consejos, risas y compañía han hecho de este recorrido una etapa memorable y enriquecedora de nuestras vidas.

## **Agradecimientos**

**3**

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarnos la oportunidad de realizar nuestros estudios y por proporcionar el ambiente académico y los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

A a todos los docentes y personal administrativo que nos han acompañado en este camino, en especial a nuestros directores de tesis, los docentes Nazly Paz & Luis Fernando Gomez por aportar todo su conocimiento, tiempo, dirección, dedicación, paciencia y orientación en la realización de esta investigación.

Queremos expresar también nuestra gratitud a nuestros amigos y compañeros de estudio por su constante ánimo, apoyo emocional y por compartir con nosotros este viaje académico. Sus palabras de aliento y compañía en los momentos de dificultad han sido invaluable.

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el análisis de estudios imagenológicos se presenta como una herramienta prometedora para agilizar el diagnóstico y optimizar el sistema de atención médica, especialmente en el contexto del Covid-19. Por ende, esta investigación tuvo como objetivo analizar la importancia de la IA en el diagnóstico por imágenes de Covid-19, enfocándose en su contribución a una detección más rápida y precisa; para lo cual se realizó un estudio tipo cualitativo descriptivo basado en la búsqueda de fuentes bibliográficas formales disponibles electrónicamente en Google Académico, con un periodo de observación que abarca desde el año 2019 hasta la actualidad. Se encontró que la IA, especialmente a través de sus algoritmos ha alcanzado un nivel avanzado en la detección temprana y precisa de la enfermedad en radiografías de tórax y tomografías computarizadas, además, se identificaron diversas ventajas potenciales de la implementación de la IA en este contexto, incluida una detección más rápida y precisa, una optimización de recursos y una mejora en la capacidad de predicción de la evolución de los casos; las experiencias clínicas respaldan la precisión y coherencia de los diagnósticos por imágenes del COVID-19 realizados por la IA, demostrando una sensibilidad y especificidad comparables e incluso superiores a las de los radiólogos humanos en algunos casos.

***Palabras Clave:*** Radiología, Diagnóstico por imágenes, Radiografía de tórax, Inteligencia artificial.

## Abstract

The implementation of Artificial Intelligence (AI) in the analysis of imaging studies is presented as a promising tool to speed up diagnosis and optimize the health care system, especially in the context of Covid-19. Finally, this research aimed to analyze the importance of AI in the imaging diagnosis of Covid-19, focusing on its contribution to faster and more accurate detection; For which a qualitative descriptive study is carried out based on the search of formal bibliographic sources available electronically on Google Scholar, with an observation period that spans from 2019 to the present. It was found that AI, especially through its algorithms has reached an advanced level in the early and accurate detection of the disease in chest x-rays and CT scans, in addition, various potential advantages of the implementation of AI in this context were identified, including faster and more accurate detection, optimization of resources and improved ability to predict the evolution of cases; Clinical experiences support the accuracy and consistency of AI COVID-19 imaging, demonstrating sensitivity and specificity comparable to and even superior to that of human radiologists in some cases.

**Keywords:** Radiology, Diagnostic imaging, Chest x-ray, Artificial intelligence.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	11
Planteamiento del Problema .....	13
Formulación del Problema .....	15
Justificación .....	16
Objetivos .....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos .....	18
Marco Teórico .....	19
Inteligencia Artificial .....	19
Definición .....	19
Evolución Socio-Histórica .....	19
Orígenes (Siglo XX) .....	19
Primeras Investigaciones y Optimismo (Décadas de 1950 y 1960) .....	19
Invierno de la IA (Décadas de 1970 y 1980) .....	20
Renacimiento de la IA (Décadas de 1990 y 2000) .....	20
Actualidad (década de 2010 en adelante) .....	20
Machine Learning .....	20
Deep Learning .....	21
Tipos de Aprendizaje Machine Learning y Deep Learning .....	21
Supervised Learning .....	21
Unsupervised Learning .....	21
Reinforcement Learning .....	22
Semi-Supervised Learning .....	22

	<b>7</b>	
Self-Supervised Learning .....		22
Transfer Learning .....		22
Redes Neuronales Artificiales.....		23
Red neuronal Convolutacional (CNN).....		23
Inteligencia Artificial y su Aporte en el Control de Calidad de Imágenes .....		23
Optimización de la Técnica Radiológica .....		24
Segmentación y Detección de Lesiones.....		24
Detección de Errores Técnicos en Tiempo Real.....		25
Detección de Artefactos .....		25
Inteligencia Artificial en el Diagnostico de Covid-19 .....		27
Proceso de Integración de la Inteligencia Artificial en el Diagnostico de Covid- 19Adquisición de Imágenes Médicas .....		27
Preprocesamiento de Imágenes.....		28
Selección o Entrenamiento del Modelo de IA .....		28
Extracción de Características .....		28
Predicción o Diagnóstico .....		28
Evaluación y Validación.....		29
Integración en la Práctica Clínica .....		29
Metodología .....		30
Enfoque.....		30
Análisis Textual .....		30
Desarrollo metodológico.....		30
Desarrollo del Proyecto.....		33
Fase 1- Estado Actual de la Inteligencia Artificial Aplicada Al Diagnóstico por Imágenesde la COVID-19 .....		33

Figura 2 .....	<b>8</b> 35
Principales tecnologías utilizadas por la IA para el diagnóstico del Covid-19. Modelos de aprendizaje automático o profundo.....	36
Fase 2- Potenciales ventajas de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes de la COVID-19 .....	37
Ilustración de Imagen Radiológica con Alta Precisión Usando la IA.....	41
Fase 3- Precisión y Sensibilidad de los Diagnósticos por Imágenes del Covid-19 Efectuados por la Inteligencia Artificial, Basados en Experiencias Clínicas .....	41
Síntesis de Hallazgos, Resaltando los Aspectos más Importantes.....	44
Conclusiones .....	47
Referencias.....	48

## Lista de Tablas

9

<b>Tabla 1</b> <i>Principales Ventajas de la IA En el Diagnóstico de Covid-19</i> .....	35
<b>Tabla 2</b> <i>Recopilación de Experiencias Clínicas Utilizando Diversos Modelos de IA para el Diagnóstico de Covid-19, Evaluando su Precisión y Sensibilidad</i> .....	41

**Lista de Figuras**

**Figura 1** *Modelo de Integración de la IA en el Diagnostico de Covid-19*.....33

**Figura 2** *Paciente Positivo para la Infección por el Virus de Covid-19 Tras Someterse a Una Prueba De PCR*..... 34

**Figura 3** *Técnica de Exploración Inteligente Aplicada a la Toma de Radiografía de Tórax*  
.....40

## Introducción

El término inteligencia artificial (IA) ha experimentado una evolución a lo largo del tiempo, adoptado varias definiciones; al principio, en 1956, John McCarthy lo describió como la capacidad de las máquinas para imitar procesos de inteligencia humana, sin embargo, actualmente este concepto ha desarrollado una definición más amplia refiriéndose a la habilidad de un sistema para interpretar datos, aprender de ellos y utilizar ese conocimiento para llevar a cabo tareas específicas de manera flexible; con la comparación de estudios y bajo supervisión médica, estos sistemas de apoyo y asistencia a profesionales, puede bajo algoritmos matemáticos, realizar un diagnóstico con una precisión del 83% y proponer una planificación de tratamiento, (Abeliuk & Gutiérrez, 2022).

Una de las áreas donde la inteligencia artificial está demostrando ser invaluable es en el Departamento de Diagnóstico por Imágenes, especialmente en el contexto de la saturación de los sistemas de salud a nivel mundial causada por la rápida propagación del virus SARS-CoV-2, esta situación ha impulsado una mayor adopción de tecnologías médicas, tanto emergentes como establecidas en el ámbito médico, surgiendo como una herramienta tecnológica fundamental, especialmente en su papel de apoyo a los médicos radiólogos debido a la sobrecarga de trabajo que enfrentaron estos profesionales durante la pandemia, lo que resultó en retrasos en el diagnóstico de la enfermedad, (Puentes, Salinas & Triana, 2021).

Entre las principales fortalezas de la IA se encuentra su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa, identificando patrones y correlaciones que pueden pasar desapercibidos al ojo humano, permitiendo una detección

temprana y una respuesta más efectiva frente a la enfermedad, además, la IA puede ser especialmente valiosa en situaciones donde los recursos médicos son limitados o están sobrecargados, ya que los algoritmos de IA pueden automatizar procesos, optimizar la asignación de recursos y mejorar la eficiencia operativa en entornos clínicos, permitiendo a los profesionales de la salud concentrarse en tareas críticas y decisiones de alto nivel, (Erazo, Ramos & Galarza, 2023).

Por otro lado, la IA tiene la capacidad de adaptarse y evolucionar rápidamente a medida que se obtiene nueva información y se desarrollan técnicas médicas más avanzadas, ya que sus modelos de información, pueden ser entrenados con datos actualizados y refinados continuamente para mejorar su precisión y confiabilidad a lo largo del tiempo, (Basáez & Mora, 2022).

Este estudio se propone analizar la importancia de la IA en el diagnóstico por imágenes de la COVID-19, centrándose específicamente en su contribución a una detección más rápida y precisa de la enfermedad. Al examinar críticamente el papel de la IA en este contexto, se busca comprender cómo estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia y la efectividad del diagnóstico, así como su impacto en la atención y el tratamiento de los pacientes afectados por la COVID-19.

## Planteamiento del Problema

La reciente emergencia sanitaria desencadenada por el coronavirus, SARS-CoV-2 terminando el año 2019, ha generado una situación crítica de salud pública nunca antes vista, cerca de 450 millones de personas en todo el mundo se vio afectadas ante esta crisis, de las cuales se estimó la lamentable pérdida de aproximadamente 6 millones de vidas (OPS, 2021). Ante este panorama, se ha evidenciado la necesidad imperante de un diagnóstico rápido y preciso para gestionar de manera efectiva esta enfermedad.

En este sentido, la radiología se ha erigido como un componente esencial para la detección temprana de casos, la evaluación de la gravedad y el seguimiento del progreso del paciente (Martínez *et al.*, 2020). La utilización de imágenes médicas, como radiografías y tomografías, proporcionan datos fundamentales que simplifican la toma de decisiones médicas y contribuyen a elevar la calidad en el cuidado y la atención de los pacientes afectados por el virus. (Parra, 2020).

No obstante, aunque se han producido progresos tecnológicos en el ámbito de la radiología, subsisten desafíos significativos que afectan la eficiencia y precisión del diagnóstico por imágenes tales como la interpretación humana, a menudo limitada por la subjetividad, puede llevar a disparidades en los diagnósticos, afectando la consistencia y confiabilidad de los resultados (Albertolli & Troilo, 2022). La variabilidad del interobservador agrega una capa adicional de complejidad, ya que diferentes profesionales pueden interpretar de manera diferente los mismos hallazgos, esta falta de uniformidad puede tener repercusiones directas en el buen nivel de atención al paciente, especialmente en un escenario de crisis sanitaria como la causada por la Covid-19 (Holguin *et al.*, 2021).

Por otro lado, la carga de trabajo de los radiólogos se ha vuelto exponencialmente desafiante, en gran medida por el aumento de casos del virus del Covid-19 y la necesidad de interpretar un gran volumen de imágenes en un tiempo limitado no solo incrementa la probabilidad de errores humanos, sino que también contribuye al agotamiento y la fatiga profesional (Oprisan *et al.*, 2021). La combinación de estas dificultades pone de manifiesto la urgencia de estrategias que alivien la carga de trabajo y mejoren la eficiencia del diagnóstico.

Dado lo anterior, la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el análisis de estudios imagenológicos, emerge como una herramienta prometedora para agilizar el diagnóstico y optimizar el funcionamiento del sistema de atención médica (Aguirre *et al.*, 2021). Su función basada en algoritmos de aprendizaje profundo, se presenta como una prometedora solución para abordar los desafíos inherentes en el contexto del diagnóstico de la Covid-19 por imágenes, (Rojas & Aparicio, 2021).

Por consiguiente, la falta de implementación de sistemas de IA puede resultar en diagnósticos menos precisos y oportunidades perdidas para identificar casos tempranos, lo que a su vez podría conducir a una propagación más rápida del virus y a un manejo inadecuado de la enfermedad; sin su integración, se desaprovecha una herramienta valiosa que podría contribuir significativamente a una gestión efectiva y a la reducción del efecto de la Covid-19 en el ámbito de la salud pública y toda la sociedad (Medina & Chamorro, 2021). Lo anterior en consecuencia a que muchas veces su adopción puede verse restringida por varios elementos, como la disponibilidad y la condición de los datos de las imágenes, las regulaciones y aprobaciones necesarias en entornos médicos, la confianza y aceptación

de la comunidad médica, así como el entrenamiento del equipo y la accesibilidad a los recursos tecnológicos adecuados (Bermúdez, 2021).

### **Formulación del Problema**

¿Cuál es la importancia de la integración de la Inteligencia Artificial en el diagnóstico oportuno por imágenes de la COVID-19?

## Justificación

La frecuencia con la que se presentan los errores en la radiología diagnóstica se asocia a diversos factores, ya sean de naturaleza humana, técnica o vinculados al sistema (Facal, 2019). Se estima que entre el 2% y el 30% de los informes radiológicos podrían presentar imprecisiones, y se destaca que los errores en los diagnósticos son muy importantes, siendo responsables de alrededor del 45% de los problemas que suceden cuando se practica la radiología, (Vitolo, 2019), por lo que, en lugar de señalar a los profesionales médicos como únicos responsables, resulta crucial implementar estrategias de apoyo destinadas a colaborar con ellos y reducir de manera significativa estas cifras.

En este contexto, nace la necesidad de buscar estrategias efectivas a fin de respaldar al personal médico y como resultado, minimizar los errores de diagnóstico; sobresaliendo la integración de la inteligencia artificial (IA) como un componente esencial en esta área, (Franco, 2020). La adopción de este sistema avanzado en la radiología, constituye un imperativo estratégico en la búsqueda de soluciones eficaces para los desafíos emergentes tal como sucedió en el contexto de la atención médica durante la crisis por COVID-19, ya que la creciente presión sobre los servicios de salud, la insuficiencia de profesionales y la inherente subjetividad en la interpretación humana resaltan aún más la pertinencia y la necesidad crítica de explorar y aplicar tecnologías innovadoras (Aira, Casas & Romero, 2021).

La capacidad de la IA para automatizar la detección de patrones y anomalías en las imágenes ofrece una respuesta eficiente ante el incremento del flujo de pacientes, aliviando la carga de trabajo de los radiólogos y acelerando los tiempos de diagnóstico, lo anterior,

gracias a su sistema basado en algoritmos que tienen la capacidad de analizar complejos conjuntos de datos radiológicos, identificando patrones específicos y sutilezas que podrían escapar a la percepción humana (Luna & Vargas, 2022). Por ejemplo, la detección temprana de opacidades pulmonares, consolidaciones y otros indicadores radiológicos característicos del COVID-19 se convierte en un componente esencial en pro de ayudar a los médicos a tomar decisiones sabias sobre cómo tratar a los pacientes y cómo usar los recursos médicos de la mejor manera posible, (Petitte *et al.*, 2021).

Si bien es cierto que las computadoras o programas informáticos avanzados aún no pueden replicar completamente la profunda perspicacia, la intuición y las habilidades intrínsecas de un médico radiólogo, su valor real reside en su habilidad para mejorar y aumentar la precisión diagnóstica al analizar estudios de imágenes médicas. (Fuentes, 2022).

Con este enfoque se busca complementar las habilidades de los médicos radiológicos al brindar información adicional, actuando como un recurso de respaldo fundamental en la detección temprana u oportuna de la Covid-19, (Puentes, Salinas & Triana, 2021), esta simbiosis entre la destreza humana y la capacidad analítica de la inteligencia artificial se traduce en una mejora sustancial, permitiendo a los profesionales contar con información más precisa y completa para brindar la atención más efectiva a sus pacientes frente a esta enfermedad, (Iglesias, 2023). Tal como se evidencia en el estudio llevado a cabo por Murphy *et al.*, en 2020, en el que al emplear un sistema de Inteligencia Artificial para analizar Rayos X de tórax de pacientes con COVID-19, se obtuvieron resultados comparables a los informes de seis radiólogos experimentados.

### **Objetivo General**

Analizar la importancia de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes del Covid-19 enfocándose en su contribución a una detección más rápida y precisa.

### **Objetivos Específicos**

Describir el estado actual de la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico por imágenes del COVID-19, incluyendo sus avances más recientes y las técnicas utilizadas.

Identificar las potenciales ventajas de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes del COVID-19.

Explicar la precisión y sensibilidad de los diagnósticos por imágenes del Covid-19 efectuados por la inteligencia artificial, basados en experiencias clínicas.

### **Inteligencia Artificial**

#### ***Definición***

La inteligencia artificial es un área de la informática centrada en el desarrollo de sistemas y máquinas capaces de realizar tareas que requieren de la capacidad de percepción, razonamiento, aprendizaje, adaptación y toma de decisiones, que normalmente se asocian con la inteligencia humana; estos sistemas emplean algoritmos y técnicas computacionales para analizar datos, reconocer patrones, resolver problemas, comprender lenguaje natural y mejorar su desempeño a través del tiempo (Ruiz & Velásquez, 2023).

#### **Evolución Socio-Histórica**

##### ***Orígenes (Siglo XX)***

Los fundamentos que eventualmente conducirían al avance de la inteligencia artificial tienen sus raíces en el siglo XX, con contribuciones destacadas como las de Alan Turing, quien planteó la noción de una "máquina universal" capaz de llevar a cabo cualquier tipo de cálculo computacional, mientras que Warren McCulloch y Walter Pitts, introdujeron los conceptos de redes neuronales artificiales, inspirados en el funcionamiento del cerebro humano (Abeliuk & Gutiérrez, 2022).

##### ***Primeras Investigaciones y Optimismo (Décadas de 1950 y 1960)***

Durante las décadas de 1950 y 1960, se realizaron avances significativos en el ámbito de la inteligencia artificial, se crearon programas informáticos capaces de realizar tareas aparentemente inteligentes, como jugar al ajedrez o resolver problemas matemáticos;

este período estuvo marcado por un gran optimismo y la creencia de que la IA pronto superaría la inteligencia humana (Teigens *et al.*, 2020).

### ***Invierno de la IA (Décadas de 1970 y 1980)***

Este periodo se produjo cuando los avances no cumplieron las expectativas, y el financiamiento para la investigación en IA disminuyó, a su vez se descubrió que muchas de las tareas consideradas simples para los humanos eran increíblemente complejas para las máquinas (Teigens, Skalfist & Mikelsten, 2020).

### ***Renacimiento de la IA (Décadas de 1990 y 2000)***

Con el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos, tales como el aprendizaje profundo y las redes neuronales artificiales, la inteligencia artificial experimentó un renacimiento en las décadas de 1990 y 2000, en donde los avances en la potencia de procesamiento y disponibilidad de grandes conjuntos de datos contribuyeron a este resurgimiento (Vaquero, 2020).

### ***Actualidad (década de 2010 en adelante)***

En el presente, la inteligencia artificial ha llegado a un nivel de complejidad sin igual, aplicándose en diversos ámbitos como la conducción autónoma, el reconocimiento de voz, la detección de fraudes financieros y el diagnóstico médico, sin embargo, también plantea dilemas éticos y sociales como la protección de la privacidad de los datos, la transformación del mercado laboral y la posibilidad de discriminación algorítmica (Basáez & Mora, 2022).

## **Machine Learning**

Se define como un conjunto de métodos que posibilitan a las computadoras identificar patrones de forma automática en los datos, resultando ser una herramienta

científica que capacita a los sistemas informáticos para aprender a reconocer y comprender relaciones complejas en los datos por sí mismos, lo que luego pueden aplicar para prever comportamientos futuros y tomar decisiones (Bobadilla, 2020).

### **Deep Learning**

Es un algoritmo automático que se acerca a la manera en que los humanos aprenden, y se enfoca en la utilización de redes neuronales artificiales con diversas capas ocultas que consisten en nodos interconectados que realizan operaciones matemáticas en los datos de entrada y producen una salida para modelar y resolver problemas complejos de aprendizaje, permitiéndoles identificar objetos específicos en imágenes a través de características predefinidas (Bobadilla, 2020).

### **Tipos de Aprendizaje Machine Learning y Deep Learning**

#### ***Supervised Learning***

En este método, el algoritmo de aprendizaje emplea un conjunto de datos etiquetados que contiene ejemplos de entrada y sus resultados esperados, la meta es entender cómo las entradas se relacionan con las salidas y aprender una función que modele esta relación y es comúnmente usado en problemas de clasificación y regresión (Taghi, 2021).

#### ***Unsupervised Learning***

En este enfoque, el algoritmo se entrena sobre un conjunto de datos no etiquetados, es decir, no se le proporciona información explícita sobre las salidas esperadas, esto puede implicar la agrupación de datos similares, y minimizar la dimensionalidad o la detección de irregularidades (Matsuo *et al.*, 2022).

### ***Reinforcement Learning***

Este lenguaje se basa en el concepto de que un participante de IA aprende a través de la comunicación con un entorno, recibiendo retroalimentación en forma de incentivo o penalizaciones según las acciones que toma, en donde el objetivo es aumentar la recompensa acumulada a lo largo del tiempo, lo que lleva a la adopción de comportamientos que conducen a resultados deseables (Tyagi *et al.*, 2022).

### ***Semi-Supervised Learning***

En este enfoque, el algoritmo de aprendizaje utiliza conjuntos de datos que contienen tanto datos etiquetados como no etiquetados. Utiliza la información disponible en los datos etiquetados para guiar el proceso de aprendizaje y mejora el rendimiento del modelo mediante la exploración de la estructura inherente en los datos no etiquetados (Matsuo *et al.*, 2022).

### ***Self-Supervised Learning***

Este lenguaje se enfoca en la idea de que los modelos de IA pueden aprender de los datos disponibles sin la necesidad de etiquetas externas. En lugar de etiquetas explícitas, los modelos se entrenan para predecir partes de los datos de entrada a partir de otras partes, lo que fomenta la extracción de características útiles (Matsuo *et al.*, 2022).

### ***Transfer Learning***

En este enfoque, se aprovecha el conocimiento adquirido por un modelo de IA entrenado en una tarea específica y se aplica a otra tarea relacionada. Esto puede acelerar el proceso de entrenamiento y mejorar el rendimiento del modelo, especialmente cuando se dispone de conjuntos de datos limitados (Erazo, Ramos & Galarza, 2023).

## **Redes Neuronales Artificiales**

Son modelos informáticos inspirados en el sistema nervioso humano, compuestos por capas de neuronas conectadas entre sí, las cuales se ajustan durante el entrenamiento para optimizar el rendimiento en tareas específicas, como reconocimiento de patrones y predicción de resultados; su capacidad para aprender de datos brutos las hace poderosas herramientas en una diversidad de aplicaciones, desde el procesamiento del lenguaje natural hasta la conducción autónoma y la práctica médica (Cornejo & García, 2022).

### **Red neuronal Convolutiva (CNN)**

Es un tipo específico de red neuronal artificial que se ha destacado en actividades relacionadas con la visión por computadora, como la identificación de imágenes y el hallazgo de objetos; la característica distintiva de una CNN radica en su habilidad para adquirir automáticamente características jerárquicas y espaciales de los datos de entrada, como los píxeles de las imágenes, utilizando filtros convolucionales (Rivero *et al.*, 2023).

Se utilizan estos filtros convolucionales en la imagen inicial para identificar características locales, como texturas, bordes y formas, posteriormente, estas características se unen y procesan a través de capas adicionales de la red para llevar a cabo tareas más avanzadas, como clasificar objetos dentro de las imágenes (Guevara & Delrieux, 2023).

### **Inteligencia Artificial y su Aporte en el Control de Calidad de Imágenes**

La calidad de las imágenes radiológicas puede variar debido a una serie de factores, que incluyen, la técnica de adquisición de imágenes, el equipo utilizado, la preparación del paciente, la habilidad del técnico radiológico y el sistema, por otro lado, los artefactos, la falta de contraste, la mala resolución o la exposición inadecuada son solo algunas de las

posibles limitaciones que pueden afectar la utilidad diagnóstica de una imagen radiológica (Morales, 2022).

En este contexto, la integración de la inteligencia artificial en la adquisición de imágenes ofrece una serie de ventajas significativas, ya que los sistemas de IA automatizan varios procesos durante la captura de imágenes, garantizando así un posicionamiento preciso y una configuración óptima de los equipos de radiografía, (Moreno, 2021). Esta automatización mejora la eficiencia del proceso y aumenta el rendimiento de los exámenes, además, facilita un flujo de trabajo haciéndolo más preciso, brindando a los técnicos radiólogos una mayor confianza y satisfacción en su desempeño laboral y otros beneficios tales como:

### **Optimización de la Técnica Radiológica**

Esta se ve favorecida por la aplicación de métodos derivados del aprendizaje profundo, los cuales contribuyen a optimizar tanto la calidad de imagen como la eficacia de los algoritmos de reconstrucción gracias a que estos, tienen la capacidad de comprender los fundamentos de la reformación en modalidades como la tomografía y la resonancia magnética, as mismo, con la capacidad de procesar conjuntos de datos brutos de diversas técnicas radiológicas, estos modelos de aprendizaje profundo pueden potencialmente elevar la calidad de la imagen, adaptándose y mejorando continuamente a medida que analizan grandes volúmenes de información (Aguirre *et al.*, 2021).

### **Segmentación y Detección de Lesiones**

En la actualidad, el enfoque principal de la inteligencia artificial, está dirigido hacia la capacitación de sistemas para comprender las imágenes radiológicas y discernir entre lo que es considerado normal y lo que presenta anomalías patológicas; en este sentido, el

aprendizaje profundo (deep learning) ha demostrado ser altamente efectivo, especialmente en tareas donde se le enseña a delimitarse digitalmente las estructuras anatómicas normales o las lesiones, permitiendo una segmentación más precisa y detallada; este enfoque no solo facilita la identificación de áreas de interés, sino que también proporciona una base sólida para el diagnóstico y tratamiento médico más preciso y efectivo (Montesdeoca, 2023).

### **Detección de Errores Técnicos en Tiempo Real**

Esto se da gracias a que los algoritmos utilizados por la inteligencia artificial, tienen la capacidad de analizar constantemente las imágenes radiológicas en busca de posibles anomalías de imagen o problemas de posicionamiento del paciente, y así proporcionar retroalimentación instantánea al técnico radiólogo para corregirlos de inmediato; esta capacidad de detección temprana y corrección activa no solo garantiza la obtención de imágenes de alta calidad, sino que también optimiza el proceso de diagnóstico al reducir la necesidad de repetir estudios debido a errores técnicos, además, al mejorar la eficiencia operativa y minimizar el tiempo de espera para los pacientes, (Jiménez *et al.*, 2022).

Estas características ofrecen beneficios importantes, como la potencial disminución de la exposición a la radiación para el paciente, un notable aumento en la eficiencia del técnico radiólogo y, especialmente, la capacidad de mitigar los efectos de la dispersión de la radiografía y mejorar la calidad de la imagen, (Moreno, 2021).

### **Detección de Artefactos**

La presencia de artefactos en las imágenes radiológicas representa un desafío significativo, ya que pueden distorsionar la información visualizada y dificultar la interpretación precisa por parte de los radiólogos, dificultando la emisión de un diagnóstico

definitivo, e incluso en algunos casos pueden alterar la interpretación de las imágenes, simulando una condición patológica (Sociedad Española de Anatomía Patológica, 2021).

La detección de artefactos por parte de la inteligencia artificial, implica el uso de algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes y técnicas de aprendizaje automático, los cuales se entrenan utilizando grandes conjuntos de datos de imágenes radiológicas que contienen una variedad de irregularidades conocidas y ejemplos de imágenes de alta calidad, ya que gracias a lo anterior, la IA aprenderá a identificar patrones característicos asociados a diferentes tipos de artefactos y así distinguir entre anomalías reales y estructuras anatómicas normales (Lopez, Nájera & Pérez, 2023).

Una vez entrenados, estos algoritmos se aplican a nuevas imágenes radiológicas para detectar la presencia de artefactos utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, como el filtrado y la segmentación, para resaltar áreas sospechosas que podrían indicar la presencia de los mismos, de igual forma, la IA puede utilizar características específicas, como la textura, el contraste y la distribución de la intensidad de los píxeles, para identificar patrones anómalos que sugieran la presencia de artefactos (Hernández & Fernández, 2021).

Es importante destacar que la IA puede ser entrenada para detectar una amplia gama de artefactos, incluyendo artefactos causados por movimiento del paciente, artefactos de metal, artefactos de reconstrucción y artefactos de procesamiento digital, entre otros. Además, los algoritmos de IA pueden adaptarse y mejorar continuamente a medida que se exponen a nuevos ejemplos y casos clínicos, lo que les permite mejorar su precisión y capacidad de detección con el tiempo (Moncayo *et al.*, 2023).

## **Inteligencia Artificial en el Diagnostico de Covid-19**

La inteligencia artificial, ha nacido como una herramienta de gran importancia en la lucha contra el COVID-19, mostrando su potencial al limitar el avance del brote y mejorar la respuesta global. En los últimos 20 años, la IA ha experimentado un desarrollo significativo, lo que ha permitido su aplicación en diversos campos, incluida la salud pública (Lovellette, Machín & Pérez, 2021).

Una de las áreas donde la IA ha demostrado ser especialmente útil es en la predicción y detección temprana de brotes de enfermedades, por ejemplo, la compañía canadiense Blue Dot utilizó IA para analizar volúmenes masivos de datos, incluidos los patrones de viaje y la movilidad de las personas, para predecir la ubicación del próximo brote de COVID-19, esta información fue crucial para ayudar a los funcionarios de salud a tomar medidas preventivas y controlar la propagación del virus (Cender *et al.*, 2022).

Además, otras aplicaciones de IA, como BenevolentAI y el Imperial College London, han identificado posibles tratamientos para el virus utilizando técnicas avanzadas de procesamiento de datos y aprendizaje automático. Como ejemplo, el medicamento baricitinib, originalmente aprobado para tratar la artritis reumatoide, ha sido identificado como un posible candidato para tratar el COVID-19, gracias a los algoritmos de estos sistemas inteligentes que pudieron analizar conjuntos masivos de datos médicos y reconocer características relevantes (McCall, 2020).

## **Proceso de Integración de la Inteligencia Artificial en el Diagnostico de Covid- 19**

### **Adquisición de Imágenes Médicas**

Se adquieren imágenes médicas relevantes, como tomografías y radiografías de tórax, o

imágenes de resonancia magnética (RM) de los pulmones de los pacientes sospechosos de tener COVID-19, las cuales proporcionan información detallada sobre la condición pulmonar del paciente (Frugone, 2023).

### **Preprocesamiento de Imágenes**

Las imágenes médicas adquiridas pueden someterse a un preprocesamiento para optimizar la resolución de la imagen y hacerla más adecuada para su análisis por parte de algoritmos de inteligencia artificial, esto puede incluir la corrección de artefactos, la normalización de la intensidad de los píxeles y la segmentación de regiones de interés, como los pulmones (Iglesias, 2023).

### **Selección o Entrenamiento del Modelo de IA**

Se selecciona o se entrena un modelo de inteligencia artificial específico para el diagnóstico de COVID-19 a partir de imágenes médicas, lo cual puede implicar el uso de modelos pre-entrenados en grandes conjuntos de datos de imágenes médicas o el entrenamiento de modelos personalizados en datos específicos de COVID-19 (Puentes, Salinas & Triana, 2021).

### **Extracción de Características**

Se realiza con el fin de obtener características específicas a fin de identificar patrones importantes en las imágenes médicas que puedan estar asociados con la presencia de COVID-19, lo que puede incluir la detección de opacidades pulmonares típicas del virus (Frugone, 2023).

### **Predicción o Diagnóstico**

Una vez que se han extraído las características relevantes, el modelo de IA se utiliza para realizar predicciones o diagnósticos sobre las imágenes médicas, esto puede implicar

la clasificación de las imágenes como positivas o negativas para COVID-19, la estimación de la gravedad de la infección o el anticipado avance de la enfermedad (Tuiran, 2021).

### **Evaluación y Validación**

Es crucial realizar una evaluación exhaustiva del modelo y validar su desempeño utilizando conjuntos de datos médicos independientes para imágenes, lo cual asegurará que el modelo sea preciso y pueda generalizarse a nuevos datos que no fueron utilizados durante su entrenamiento (Cruz *et al.*, 2022).

### **Integración en la Práctica Clínica**

Una vez validado, el modelo de inteligencia artificial puede integrarse en la práctica clínica para ayudar a los radiólogos y otros profesionales de la salud en el diagnóstico y tratamiento de pacientes con COVID-19; esto puede implicar la implementación de redes de apoyo a la decisión clínica o herramientas de diagnóstico asistido por IA en entornos clínicos (Iglesias, 2023).

### **Enfoque**

El presente trabajo adopta un enfoque cualitativo descriptivo a fin de explorar el rol de la inteligencia artificial en el diagnóstico del Covid- 19. Este método de investigación se caracteriza por su énfasis en comprender fenómenos complejos a través de la lectura intencionada y analítica de bibliografía especializada, (Valle, 2022). Esta elección metodológica encuentra respaldo en la evidencia previa de su efectividad en proyectos con objetivos similares, como se ha constatado mediante una exhaustiva búsqueda bibliográfica.

### **Análisis Textual**

Para asegurar la fiabilidad, pertinencia y calidad de la información recopilada, se emplearon fuentes formales disponibles electrónicamente, centrándose principalmente en bases de datos reconocidas como Google Académico con un periodo de observación que abarca desde el año 2019 hasta la actualidad, garantizando así la actualización de la revisión bibliográfica durante los últimos cinco años; posteriormente se procedió a realizar un análisis textual de la información, el cual según Vanegas, (2020), se define como un proceso meticuloso que involucra la exploración profunda del contenido de un texto con el fin de desentrañar sus significados implícitos y explícitos que pueden inferir para dar sentido al texto.

### **Desarrollo metodológico**

#### ***Fase 1***

Describir el estado actual de la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico por imágenes de la COVID-19, incluyendo sus avances más recientes y las técnicas utilizadas.

***Tarea 1***

Revisión exhaustiva de bibliografía confiable.

***Tarea 2***

Estado actual de la IA en el diagnóstico por imágenes del Covid-19.

***Tarea 3***

Principales avances de la IA en el diagnóstico de Covid-19.

***Tarea 4***

Técnicas de la IA más utilizadas para el diagnóstico de COVID-19.

**Fase 2**

Identificar las potenciales ventajas de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes de la COVID-19.

***Tarea 1***

Selección de literatura y fuentes claves.

***Tarea 2***

Análisis de las principales ventajas de la IA identificadas en la literatura.

***Tarea 3***

Impacto de cada ventaja en la práctica clínica entorno al Covid-19.

***Tarea 4***

Ilustración de imágenes radiológicas con alta precisión usando la IA. **Fase 3-** Explicar la precisión y sensibilidad de los diagnósticos efectuados por la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes de la COVID-19, basado en experiencias clínicas.

***Tarea 1***

Recopilación de experiencias clínicas reales.

***Tarea 2***

Selección de diversos modelos de IA para el diagnóstico del Covid-19. ***Tarea 3.*** Precisión y sensibilidad en el diagnóstico del Covid-19 usando la IA. ***Tarea 4.*** Síntesis de hallazgos, resaltando los aspectos más importantes.

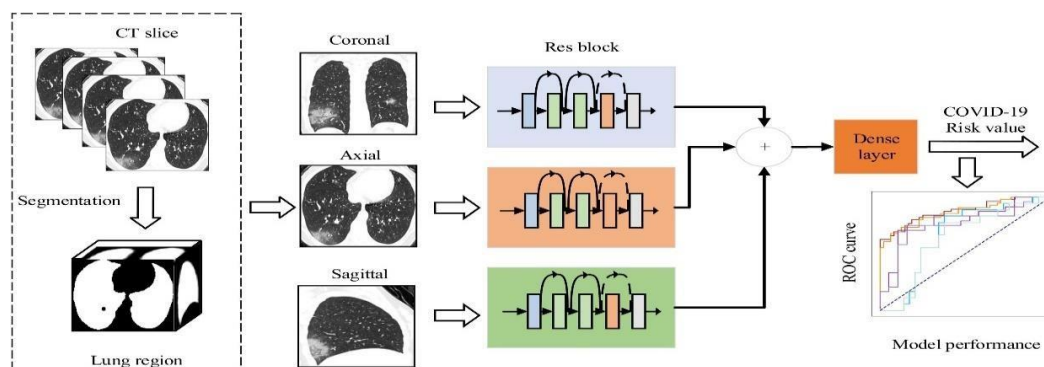
### **Fase 1- Estado Actual de la Inteligencia Artificial Aplicada Al Diagnóstico por Imágenes de la COVID-19**

Desde el inicio de la pandemia de COVID-19, ha habido un notable aumento en el desarrollo de herramientas basadas en lenguajes inteligentes de la IA para el diagnóstico de la enfermedad a través de imágenes médicas, en donde numerosos equipos de investigación han creado algoritmos capaces de identificar la neumonía relacionada con COVID-19 con una precisión impresionante, alcanzando niveles del 90% al 98% en pocos segundos (Medina & Regalado, 2021).

Por otro lado, el aprendizaje automático no solo ayuda en el diagnóstico, sino que también mejora la predicción del riesgo de enfermedad y el pronóstico para cada paciente al incorporar datos adicionales sobre la imagenología y las enfermedades concomitantes, los algoritmos pueden ofrecer pronósticos más precisos y personalizados, lo que resulta esencial para gestionar mejor los tratamientos y las intervenciones clínicas, ajustándolos a las necesidades específicas de cada paciente, (Márquez, 2020).

Figura 1

*Modelo de integración de la IA en el diagnóstico de Covid-19*

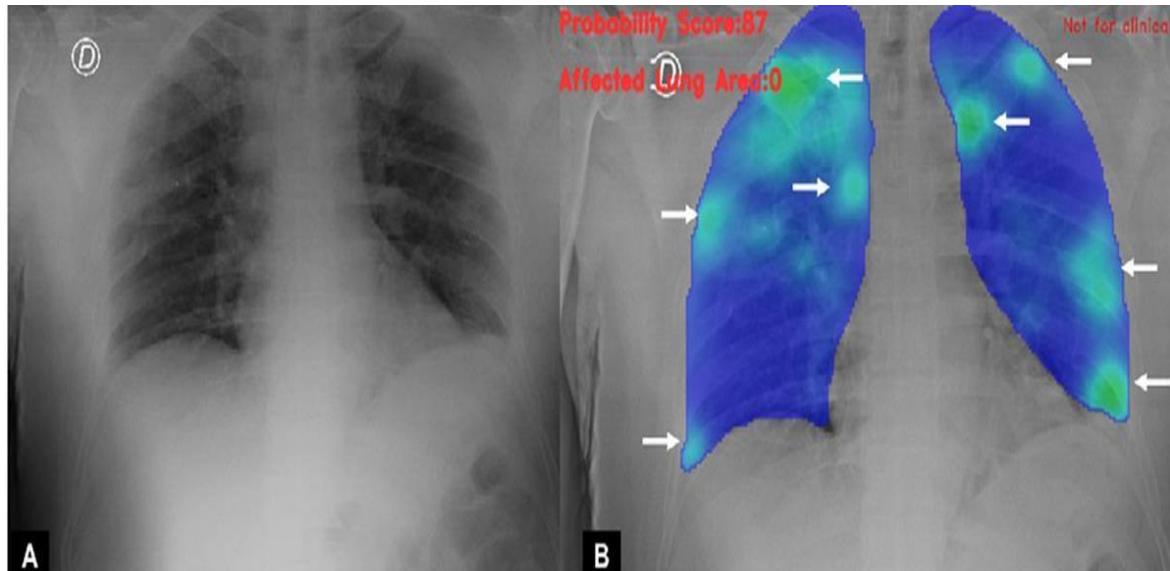


*Nota.* 1. Segmentación de umbral de la región del pulmón en cortes de TC. 2. Selección del modelo según la arquitectura de elección. 3. Las entradas del modelo son las imágenes de TC correspondientes en vistas axial, coronal y sagital seleccionadas de la selección máxima de región pulmonar. 4. Redes de sucursales que generan mapas de características que se agregan para alimentar una capa densa completamente conectada. 5. Finalmente, la capa genera el valor de riesgo de neumonía por COVID-19 para evaluar el desempeño del modelo de aprendizaje profundo. *Fuente.* Wu et al., (2020). Modelo de fusión de múltiples vistas basado en aprendizaje profundo para la detección de la neumonía por el nuevo coronavirus de 2019: un estudio multicéntrico.

En este sentido, uno de los avances más significativos de la IA, es la capacidad de sus algoritmos para cuantificar la gravedad de la enfermedad y correlacionarla con resultados clínicos críticos, como la probabilidad de reintubación o muerte, dichos algoritmos son capacitados por expertos en radiología para evaluar la gravedad de enfermedades mediante imágenes de tomografía y radiografía y a su vez son probados interna y externamente en diversos hospitales por distintos radiólogos, obteniendo como resultado una conexión entre la gravedad cuantificada por los mismos y la probabilidad de complicación o desenlace de los pacientes, (Bello et al., 2020) tal como se evidencia en la figura 2.

## Figura 2

*Paciente positivo para la infección por el virus de Covid-19 tras someterse a una prueba de PCR.*



*Nota.* En la sección A de la figura 2, se muestra el resultado proporcionado por un algoritmo de Inteligencia Artificial tras analizar una radiografía de tórax portátil, que indica una probabilidad del 87% de neumonía por COVID-19. En la sección B, se presenta el resultado y análisis del algoritmo de Inteligencia Artificial, resaltando en verde (indicado por flechas) las opacidades presentes en ambos campos pulmonares. *Fuente.* Cobeñas *et al.*, (2022). Rendimiento diagnóstico de algoritmos de inteligencia artificial para detección de compromiso pulmonar por COVID-19 basados en radiografía portátil.

La tecnología va en auge y se espera que en los próximos años se realicen avances aún más significativos en el uso del aprendizaje automático para el diagnóstico y manejo de la COVID-19 y otras enfermedades tal como el desarrollo de algoritmos más sofisticados y la integración de nuevas fuentes de datos, como información genética y de sensores portátiles que continúen mejorando la precisión y personalización del diagnóstico y tratamiento, (Fuentes, 2022).

## **Principales tecnologías utilizadas por la IA para el diagnóstico del Covid-19. Modelos de aprendizaje automático o profundo**

Son algoritmos y técnicas que permiten a las computadoras aprender a partir de datos y realizar tareas específicas sin ser programadas explícitamente para cada tarea, logrando identificar patrones en los datos, hacer predicciones, clasificaciones y tomar decisiones basadas en el análisis de grandes volúmenes de información entre los que destacan Machine learning y Deep learning, mientras que el primero se enfoca en analizar datos estructurados y no estructurados para hacer predicciones, el segundo se especializa en el análisis de datos complejos, como imágenes médicas, para identificar patrones automáticamente, (Diaz, 2021). Otros de los modelos más comunes de aprendizaje automático aplicados al diagnóstico del Covid- 19 son:

Redes Neuronales Convolucionales (CNN), las cuales utilizan capas convolucionales para extraer características relevantes de las imágenes, lo que permite una alta precisión en la detección de anomalías, (Guevara & Delrieux, 2023). Redes Neuronales Recurrentes (RNN), capaces de procesar datos temporales y secuenciales, como la evolución de los síntomas de los pacientes y la progresión de la enfermedad, por lo que son ampliamente utilizadas para predecir la trayectoria de la infección en pacientes individuales, (Puentes, Salinas & Triana, 2021), Árboles de Decisión y Bosques Aleatorios, estos modelos se utilizan para predecir la probabilidad de complicaciones severas o la mortalidad en pacientes con COVID-19, utilizando datos demográficos, clínicos y de laboratorio; Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) y Modelos de Transformadores, los cuales analizan las notas de los médicos en los registros electrónicos de salud (EHR) para identificar pacientes con riesgo de COVID-19 o para entender mejor la sintomatología y

evolución de la enfermedad; Redes Generativas Antagonistas (GAN), usadas para crear imágenes médicas sintéticas que pueden ayudar a entrenar otros modelos de IA cuando los datos reales son escasos, (Matsuo *et al.*, 2022).

## **Fase 2- Potenciales ventajas de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes de la COVID-19**

**Tabla 1**

*Principales ventajas de la IA en el diagnóstico de Covid-19.*

<b>Ventajas</b>	<b>Impacto en la práctica clínica</b>
<p><b>Diagnóstico rápido y oportuno</b></p>	<p>La capacidad de los algoritmos de Inteligencia Artificial para analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y eficiente, permite la identificación temprana de casos de COVID-19, lo que facilita una respuesta rápida por parte de los profesionales de la salud y ayuda a controlar la propagación del virus</p>
<p><b>Mayor precisión diagnóstica</b></p>	<p>Los modelos de IA pueden considerar una amplia gama de factores y características en los datos, lo que resulta en diagnósticos más precisos y una reducción de los errores diagnósticos, lo cual es especialmente útil en el contexto de la COVID-19, donde la identificación precisa de casos positivos es crucial para un manejo efectivo de la enfermedad.</p>

- Identificación de patrones complejos** La IA puede identificar patrones clínicos complejos en los datos, como combinaciones de síntomas o factores de riesgo, que pueden ser difíciles de detectar para los médicos humanos. Esto mejora la capacidad de diagnóstico y tratamiento al proporcionar una comprensión más completa de la enfermedad y sus manifestaciones clínicas.
- Prognóstico de la enfermedad** Los modelos de IA pueden predecir la progresión de la enfermedad y el riesgo de complicaciones en pacientes con COVID-19, apoyando a los profesionales de la salud en la identificación de los casos de alto riesgo que requieren una intervención médica urgente.
- Asignación de recursos médicos** Al identificar de manera eficiente los casos prioritarios que requieren atención inmediata, se optimiza el uso de recursos médicos tales como pruebas de laboratorio y equipos de imagen, esto permite una distribución más equitativa de los mismos y una mejor gestión de la capacidad de los servicios de salud.
- Seguimiento del tratamiento** La Inteligencia Artificial tiene la capacidad de desarrollar una plataforma inteligente que permita el monitoreo automatizado y la predicción de la propagación del virus. También puede crear una red neuronal especializada para identificar características visuales específicas de la

---

	enfermedad, lo que facilitaría un seguimiento y tratamiento más preciso de los individuos afectados, ofreciendo actualizaciones diarias sobre el estado de los pacientes.
<b>Aprendizaje continuo y actualización constante</b>	Los algoritmos de IA pueden adaptarse y mejorar con el tiempo a medida que reciben más datos y retroalimentación, lo que les permite mantenerse actualizados con las últimas tendencias y descubrimientos en el diagnóstico y tratamiento del COVID-19. Esto garantiza que los modelos sean precisos y efectivos en diferentes contextos y entornos clínicos.
<b>Reducción de la carga laboral</b>	La IA reduce significativamente la carga de trabajo de los radiólogos al automatizar el análisis de imágenes médicas, identificar patrones sutiles que podrían pasar desapercibidos para los profesionales humanos, y proporcionar asistencia en la toma de decisiones clínicas, permitiendo que estos especialistas se centren en tareas más complejas que no solo mejora la eficiencia del proceso diagnóstico, sino que también puede reducir la fatiga y el estrés laboral en los profesionales.

---

*Fuente.* Aira, Casas & Romero, (2021). Aplicación y casos de uso de técnicas de inteligencia artificial contra el COVID-19.

## Ilustración de Imagen Radiológica con Alta Precisión Usando la IA

**Figura 3**

*Técnica de Exploración Inteligente Aplicada a la Toma De Radiografía de Tórax*



*Nota.* Incorporación de un sistema inteligente en la realización de radiografías para analizar la postura general del paciente, asegurando así que tanto su ubicación como la del equipo satisfagan los criterios necesarios para el examen clínico. *Fuente,* Carestream, (2023). Cómo aplicar la inteligencia artificial en radiología para optimizar el flujo de trabajo.

### **Fase 3- Precisión y Sensibilidad de los Diagnósticos por Imágenes del Covid-19 Efectuados por la Inteligencia Artificial, Basados en Experiencias Clínicas**

**Tabla 2**

*Recopilación de Experiencias Clínicas Utilizando Diversos Modelos de IA para el Diagnóstico de Covid-19, Evaluando su Precisión y Sensibilidad*

<b>Modelo de IA</b>		
<b>Experiencias clínicas</b>	<b>implementado para el diagnóstico del Covid-19</b>	<b>Precisión/Sensibilidad</b>
Apostolopoulos, I & Mpesiana, T. (2020). Covid-19: detección automática a partir de imágenes de rayos X utilizando aprendizaje por transferencia con redes neuronales convolucionales.	Transfer Learning	Precisión del 96.78%, Sensibilidad del 98.66%.
Galván <i>et al.</i> , (2022). Factibilidad de la utilización de la inteligencia artificial para el cribado de pacientes con COVID-19 en Paraguay.	arning y MachineLearning	Precisión y Sensibilidad de 93%.

Luna, B & Carranza, L. (2023). Machine Learning/ lenguaje de Precisión del 88%  
Reconocimiento de la presencia de programación Python  
sars-cov-2 en pulmones a través de  
imágenes de radiodiagnóstico  
haciendo uso de Machine Learning  
con  
Python.

Regresión Logística, Máquina Precisión del 97%.

Andrade, D., Carreño, E., Mejía, C., de Soporte Vectorial, Árbol de  
Marin, W & Villarreal, H. (2023). Decisión, Bosque Aleatorio y  
Comparación de algoritmos de Naive Bayes.  
aprendizaje  
automático para predecir

---

### **Síntesis de Hallazgos, Resaltando los Aspectos más Importantes**

En el año 2020, Apostolopoulos & Mpesiana llevaron a cabo un estudio utilizando un conjunto de datos de imágenes de rayos X (1.427) de pacientes con neumonía bacteriana común (700), COVID-19 confirmado (224) y condiciones normales (504), con el propósito de automatizar la detección de la enfermedad por coronavirus, con el objeto de evaluar el rendimiento de las arquitecturas de redes neuronales convolucionales más recientes usando el método de Transfer Learning, obteniendo resultados con una precisión del 96.78%, una sensibilidad del 98.66% y una especificidad del 96.46%.

Galván & Colaboradores en el año 2022, realizaron un estudio en 14 hospitales a nivel nacional, donde evaluaron la efectividad del diagnóstico de COVID-19 utilizando algoritmos de Inteligencia Artificial, específicamente Deep Learning y Machine Learning, en comparación con la detección del virus a través de RT-PCR, para lo cual se examinaron a 3.514 pacientes con sospecha de COVID-19, obteniendo como resultado una precisión del 93% y una discordancia del 7% entre los resultados de las imágenes analizadas por los dos métodos. Además, también determinaron que la sensibilidad del sistema de IA era del 93% y la especificidad del 80%, lo que demostró su alta efectividad.

Luna & Carranza, en el año 2022, emplearon técnicas de Machine Learning para el reconocimiento del SARS-CoV-2 a partir de imágenes médicas de tomografías computarizadas de la región torácica. El sistema de reconocimiento se implementó utilizando el lenguaje de programación Python y para construir el sistema, adaptaron una red neuronal convolucional pre-entrenada al tipo de clasificación multiclase requerida, aplicando técnicas de aumento de datos y decaimientos exponenciales de parámetros, como el Learning Rate; luego, entrenaron la red

neuronal convolucional, optimizando sus parámetros para garantizar un correcto funcionamiento en el reconocimiento, además, desarrollaron una interfaz web utilizando la librería Streamlit para facilitar la aplicación y el uso dinámico del modelo, disponible en múltiples plataformas para el usuario. Los resultados obtenidos mostraron una precisión del 88% en la detección de COVID-19, lo que refleja la efectividad del modelo implementado.

En su estudio realizado en 2023, Andrade & Colaboradores, se propusieron comparar varios algoritmos de clasificación basados en logaritmos de aprendizaje automático a fin de predecir diagnósticos clínicos en pacientes con COVID-19, para lo cual recolectaron datos de 1000 pacientes sospechosos por la infección de este virus, que acudieron a servicios de emergencia en establecimientos de salud en Perú, reduciendo la muestra a 700 registros después del preprocesamiento. Los modelos diseñados incluyeron Regresión Logística, Máquina de Soporte Vectorial, Árbol de Decisión, Bosque Aleatorio y Naive Bayes. La evaluación se basó en métricas como exactitud, precisión, sensibilidad y el coeficiente de Kappa de Cohen para medir la concordancia entre las predicciones de los algoritmos y los resultados reales, obteniendo que los algoritmos de Máquina de Soporte Vectorial y Bosque Aleatorio mostraron los mejores resultados, con una precisión del 97% y un coeficiente de Kappa de Cohen de 0.95, superando a los demás modelos evaluados.

Guevara & Delrieux, en el año 2023, desarrollaron un algoritmo que permitiera identificar casos de neumonía y COVID-19 en imágenes de Rayos X de tórax (anterior-posterior), utilizando el lenguaje de programación Python, diseñado con una red neuronal convolucional de 13 capas, empleando la arquitectura ResNet-18, que propone la integración de aprendizaje de máquina (Machine Learning), obteniendo una precisión del 94.73% en la

clasificación del COVID-19, lo que demostró un rendimiento predictivo excelente y una capacidad de clasificación elevada en poco tiempo.

## Conclusiones

La inteligencia artificial ha alcanzado un estado avanzado en el diagnóstico por imágenes del COVID-19, con numerosos avances recientes que han demostrado su eficacia en la detección temprana y precisa de la enfermedad, incluyendo algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones característicos de esta enfermedad.

La implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes del COVID-19 ofrece una serie de ventajas potenciales, como una detección más rápida y precisa de la enfermedad, una optimización de recursos y una mejora en la capacidad de predicción de la evolución de los casos, ayudando a reducir la carga de trabajo de los profesionales de la salud, mejorar la eficiencia del sistema y facilitar una atención más oportuna a los pacientes.

Las experiencias clínicas han demostrado que los diagnósticos por imágenes del COVID-19 realizados por la inteligencia artificial son altamente precisos y coherentes, con una sensibilidad y especificidad comparables e incluso superiores a las de los radiólogos humanos en algunos casos, gracias a que son capaces de identificar patrones sutiles en las imágenes que pueden pasar desapercibidos para el ojo humano, lo que mejora la capacidad de diagnóstico y ayuda a guiar decisiones clínicas más informadas.

**Referencias**

- Abeliuk, A & Gutiérrez, C. (2022). Historia y evolución de la inteligencia artificial. RevistaBits de Ciencia. Pp, 1-8.  
<https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/download/2767/2700>
- Aira, F., Casas, L & Romero, P. (2021). Aplicación y casos de uso de técnicas de inteligencia artificial contra el COVID-19. Revista de investigación de sistemas e informática Vol.4(1), pp, 53-62.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/10d3/e64e08ccbc6e727b9d0a7dfa1258f6cebdd4.pdf>
- Albertolli, M & Troilo, F. impacto de la inteligencia artificial en el perfil del especialista en diagnóstico por imágenes y desafíos de las organizaciones privadas de salud. Revista científica de UCES. Vol. 27(1), pp 1-37.  
<https://publicacionescientificas.uces.edu.ar/index.php/cientifica/article/view/1338>
- Aguirre, D., Carballo, L., Gonzalez, X & Gigirey, V. (2021). Inteligencia artificial aplicada a la imagen médica. Revista de imagenología. Vol.24(2), pp 47- 58.  
<https://sriuy.org.uy/ojs/index.php/Rdi/article/view/94>
- Andrade, D., Carreño, E., Mejia, C., Marin, W & Villarreal, H. (2023). Comparación de algoritmos de aprendizaje automático para predecir pacientes con sospecha de COVID-19. Revista de Salud, Ciencia y Tecnología. Vol. 3, pp, 1-6.  
<https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/336/675>
- Apostolopoulos, I & Mpesiana, T. (2020). Covid-19: detección automática a partir de imágenes de rayos X utilizando aprendizaje por transferencia con redes neuronales convolucionales. Revista PlubMed. Vol. 43(2), pp, 635-640.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32524445/>

Basáez, E & Mora, J. (2022). Inteligencia artificial en salud: ¿dónde estamos en 2022?.

Revista Médica Clínica Las Condes. Vol. 36(2), pp, 556-561.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864022001262>

Bermúdez, C. (2021). Factores que influyen en el éxito de la implementación de la

transformación digital. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información. Vol.9(17), pp, 69-75.

<http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/792/594>

Bello *et al.*, (2020). Una mirada a la Inteligencia Artificial frente a la Covid -19 en Cuba.

Revista Cubana de Transformación Digital. Vol. 1(3), pp, 27-36.

<https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/92/25>

Bobadilla, J. (2020). Machine Learning y Deep Learning Usando Python, Scikit y Keras.

Cap. 1. Editorial Ra-Ma.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iAAyEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1>

[1&dq=Machine+Learning+&ots=Qiw5t2IL9t&sig=UUiGakO\\_wpINP4xi9pSdw5VT0z4](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iAAyEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Machine+Learning+&ots=Qiw5t2IL9t&sig=UUiGakO_wpINP4xi9pSdw5VT0z4)

Cender *et al.*, (2022). Covid-19: una pandemia en la era de la salud digital. Unidad de

Informática Biomédica en Salud Global, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Lima, Perú.

<http://europepmc.org/api/fulltextRepo?pprId=PPR458765&type=FILE&fileName=>

[EMS178817-pdf.pdf&mimeType=application/pdf](http://europepmc.org/api/fulltextRepo?pprId=PPR458765&type=FILE&fileName=EMS178817-pdf.pdf&mimeType=application/pdf)

- Cornejo, y & WSGarcía, s. (2022). Detección de Covid-19 a partir de imágenes radiográficas utilizando redes neuronales convolucionales: una revisión bibliográfica. Vol. 4, pp, 1-17. <http://161.132.207.136/ojs/index.php/ingenieria/article/view/626/622>
- Cruz *et al .*, (2022). Inteligencia artificial en la gestión pública en tiempos de Covid-19. Revista de Ciencias Sociales. Vol. 28(5), pp, 331-340. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8471695>
- Diaz, J. (2021). Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo. Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 29(2), pp, 182-183. <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v29n2/0718-3305-ingeniare-29-02-180.pdf>
- Erazo, A., Ramos, F & Galarza, P. (2023). La inteligencia artificial aplicada a la optimización de programas informáticos. Revista de investigación de ciencias económicas ysociales. Vol.3(1), pp, 48-63. <https://economicsocialresearch.com/index.php/home/article/view/61>
- Franco, J. (2020). Aplicación de la inteligencia artificial (IA) en imagen médica durante la crisis del Covid-19: Un estudio de caso de Deep Learning como invención del “Método de Invención”. Revista CTS. [En línea]. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v15n1/1684-1859-rcim-15-01-e624.pdf>
- Facal, F. (2019). El error diagnóstico en radiología: Análisis de variables explicativas. Programa de Doctorado en Medicina por la Universidad de València.[Tesis Doctoral]. Valencia- España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=251557>

Fuentes, F. (2022). ¿Por qué la inteligencia artificial no reemplazará al especialista en radiología? [En línea].

<https://co.oceanomedicina.com/nota/sin-categorizar/por-que-la-inteligencia-artificial-no-reemplazara-al-especialista-en-radiologia/>

Frugone, E. (2023). Adopción de Inteligencia Artificial y Machine Learning como asistente en el diagnóstico por imágenes médicas. Buenos Aires, Argentina. Universidad de San Andres.

<https://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/23509/1/%5BP%5D%5BW%5D%20%20M.%20Ges.%20Frugone,%20Ezequiel%20Mar%C3%ADa.pdf>

Galván *et al.*, (2022). Factibilidad de la utilización de la inteligencia artificial para el cribado de pacientes con COVID-19 en Paraguay. *Rev Panam Salud Publica*. Vol. 46(20), pp,1-7.

<https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2022.v46/e20/es>

Guevara, R & Delrieux, C. (2023). Aplicación de redes neuronales densas y convolucionales para detección de COVID\_19 en imágenes de rayos X. *Revista Conectividad*. Vol. 4(2), pp, 19-32.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/213918/CONICET\\_Digital\\_Nro.0c21222c-2fe7-4beb-b073-1ac133109e88\\_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/213918/CONICET_Digital_Nro.0c21222c-2fe7-4beb-b073-1ac133109e88_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Hernández, Y & Fernandez, Y. (2021). Algoritmos para el procesamiento de imágenes con artefactos de endurecimiento de haz en tomografía computarizada. *Revista Cubanade Ciencias Informáticas*. Vol. 15(2), pp, 96-117.

<https://www.redalyc.org/journal/3783/378367420006/html/>

- Holguín *et al.*, (2021), Variabilidad interobservador en cinco escalas de severidad determinada por tomografía computarizada para la valoración de neumonía por COVID-19. Revista Scielo. Vol. 157(4), pp 405-410.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-38132021000400405](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132021000400405)
- Iglesias, D. (2023). Impacto de la Inteligencia Artificial en la Radiología. Revista Cubanade Informática Médica. Vol.15(1), pp, 624. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v15n1/1684-1859-rcim-15-01-e624.pdf>
- Jiménez, A., Silva, R., Nieto, P., Cotrino, H & Bohórquez, B. La era de la inteligencia artificial radiológica. Scientific & Education Medical Journal. Vol. 5(2), pp, 85-100.  
<https://medicaljournal.com.co/index.php/mj/article/download/87/191>
- Lopez, R., Nájera, S & Pérez, M. (2023). Big Data e Inteligencia Artificial. Una visión general. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad; pp, 1-28.  
[http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:501154/n12.12\\_Big\\_Data\\_e\\_Inteligencia\\_Artificial.pdf](http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:501154/n12.12_Big_Data_e_Inteligencia_Artificial.pdf)
- Lovelle, O., Machín, W & Pérez, M. (2021). Inteligencia artificial: una herramienta en la imagenología para los pacientes positivos a la COVID-19. Revista Edumecentro. Vol. 13(4), pp, 274-287.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/edumecentro/ed-2021/ed214r.pdf>
- Luna, B & Carranza, L. (2023). Reconocimiento de la presencia de sars-cov-2 en pulmones a través de imágenes de radiodiagnóstico haciendo uso de Machine Learning con Python. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades. Vol. 4(1), pp,788.

<https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/296/293>

Luna, P & Vargas, S. (2021). Uso de inteligencia artificial para el diagnóstico de Covid-19a través de radiografía de tórax en el Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco, Hospital Regional y Hospital Antonio Lorena, Cusco-Perú, periodo 2020-2021.

Universidad Andina del Cusco. [En línea].

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6467966>

Martínez, E., Díez, A., Ibáñez, L., Ossaba, S & Burruel, S. (2020). Diagnóstico radiológico del paciente con COVID-19. Sociedad española de radiología médica. Vol. 56, pp 53-76.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7685043/pdf/main.pdf>

Márquez, J. (2020). Inteligencia artificial y Big Data como soluciones frente a la COVID-19.

Revista de Bioética y Derecho. Vol. 50, pp, 315-331.

<https://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n50/1886-5887-bioetica-50-00315.pdf>

Matsuoa, Y., LeCunb, Y., Sahanid, M., Silvere, D., Sugiyamag, M., Uchibeh, E., Morimoto, J., (2022). Deep learning reinforce mentlearning and world models. Revista de Redes Neuronales. Vol. 152, pp, 267-275.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608022001150>

Medina, A & Chamorro, M. (2021). La inteligencia artificial en el control de la COVID-19.

Revista Elsevier España Vol.53(10), pp, 1-2.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8080164/pdf/main.pdf>

Medina, A., Regalado, M. (2022). La inteligencia artificial en el control del COVID-19.

Revista PlubMed Central. Vol. 53(10), pp, 1-2.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8080164/pdf/main.pdf>

McCall, B. (2020). COVID-19 e inteligencia artificial: proteger a los trabajadores sanitarios y frenar la propagación. *The Lancet Digital Health*. Vol. 2(4), pp, 166-167.

[https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(20\)30054-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(20)30054-6/fulltext)

Moncayo *et al.*, (2023). Utilidad de tecnologías recientes en imágenes diagnósticas. *Revista RECIAMUC*. Artículo de revisión, pp, 466-475.

<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1129/1746>

Montesdeoca, O. (2023). La inteligencia artificial y la radiología: dos mundos llamados a entenderse. *Revista de la Asociación Catalana de Técnicos Especialistas en Imágenes Diagnósticas*. Vol. 14(2).

<https://formacion.viguera.com/ojs/index.php/imagendiagnostica/article/view/159>

Morales, A. (2022). Gestión de riesgos del informe radiológico. *Revista de Radiología*. Vol. 64(2), pp, 194-206.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833822000509>

Moreno, P. (2021). Mejora para la imagen de Rayos X mediante el uso de Deep Learning. *Universidad Oberta de Catalunya*.

<https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/132606/6/pmorenobeTFM0621memoria.pdf>

Murphy *et al.*, (2020). COVID-19 on Chest Radiographs. A Multireader Evaluation of an Artificial Intelligence System. *Radiology [En línea]*. *PlunMed*. Vol.296(3), pp, 163-172.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32384019/>

- Oprisan, A., Baettig, E., Baeza, C & Martí, L. Prevalencia y factores de desgaste profesional en radiólogos durante la pandemia COVID-19. Sociedad española de radiología médica. Vol. 64, pp 119-127. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8491977/pdf/main.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). Informe Covid-19 OPS "la prolongación de la crisis sanitaria y su impacto en la salud, la economía y el desarrollo social". [En línea]. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5d7d5402-188b-4d6a-8d0c-49eec0709554/content>
- Parra, I. (2020). COVID-19: Manifestaciones clínicas y diagnóstico. Revista mexicana de trasplantes. Vol. 9(2), pp 160-166. <https://www.medigraphic.com/pdfs/trasplantes/rmt-2020/rmts202d.pdf>
- Petitte, D., Rivera, M., San Miguel, J., Malo, Y., Flores, J & Cuartero, M. (2021). Hallazgos iniciales en la radiografía de tórax como predictores de empeoramiento en la infección pulmonar por SARS-CoV-2. Correlación en 265 pacientes. Revista Radiología. Vol.63(4), pp, 324 –333. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8040537/>
- Puentes, G., Salinas, E & Triana. (2021). Inteligencia artificial y radiología: la disrupción tecnológica en la transformación de un paradigma. Revista de Medicina. Vol. 43(4), pp, 594-605. <https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/view/1648/2137>
- Rivero, C., Martínez, G., Guzmán, J & Avendaño, I. (2023). Implementación de una Red Neuronal Convolutiva para Distinguir entre Patrones Radiológicos de COVID-19

y Neumonía en Imágenes Tomográficas de Tórax. Revista Científica Multidisciplinar. Vol. 7(6), pp, 5006-5019.

<https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9056/13505>

Rojas, A & Aparicio, L. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. Vol. 12(2), pp 100-111.

[https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/29974/MachacadoRojasAdrianaMilena\\_2022.pdf?sequence=1](https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/29974/MachacadoRojasAdrianaMilena_2022.pdf?sequence=1)

Ruiz, R & Velásquez, J. (2023). Inteligencia artificial al servicio de la salud del futuro. Revista Médica Clínica Las Condes. Vol. 34(1), pp, 84-91.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864023000032>

Sociedad Española de Anatomía Patológica. (2021). Libro Blanco 2021 de la Anatomía Patológica en España. 7 edición.

[https://www.seap.es/documents/10157/37371/Libro\\_Blanco\\_Anatomia\\_Patologica\\_2021.pdf#page=33](https://www.seap.es/documents/10157/37371/Libro_Blanco_Anatomia_Patologica_2021.pdf#page=33)

Taghi, M. (2020). Deep Learning applications for COVID-19. Revista Big Data. Vol.8(18),pp, 1-54.

[https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-020-00392-9%23auth-Taghi\\_M\\_-Khoshgoftaar](https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-020-00392-9%23auth-Taghi_M_-Khoshgoftaar)

Teingens, V., Skalfist, P., Mikelsten, D., (2020). Inteligencia Artificial: La Cuarta Revolución Industrial. Cap. 3. Editorial, Cambridge Stanford Books.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sR3NDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=Primeras+Investigaciones+y+Optimismo+\(D%C3%A9cadas+de+1950+y+19](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sR3NDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=Primeras+Investigaciones+y+Optimismo+(D%C3%A9cadas+de+1950+y+19)

60)+de+la+inteligencia+artificial&ots=okUSwhTL\_X&sig=jyPmECmSY0Qi4IihR

QnFyWNdGxA

Tuiran, M. (2021). Inteligencia Artificial en Relación con la Medicina. Revista Ingenierías USBMed. Vol. 12 (2), pp, 74-82.

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/536/5362548009/5362548009.pdf>

Tyagi, K., Raneb, C., Sriram, R & Manry, M. (2022). Inteligencia artificial y aprendizaje automático para la informática EDGE. Cap.3, pp, 32-52.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128240540000125>

Valle, A. (2022). La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Cap 1, pp, 11.

[https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-](https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-content/uploads/2022/04/28145648/GUIA-INVESTIGACION-DESCRIPTIVA-20221.pdf)

[content/uploads/2022/04/28145648/GUIA-INVESTIGACION-DESCRIPTIVA-20221.pdf](https://files.pucp.education/facultad/educacion/wp-content/uploads/2022/04/28145648/GUIA-INVESTIGACION-DESCRIPTIVA-20221.pdf)

Vaquero, M. (2020). Superpotencias de la Inteligencia Artificial. Cap. 5. Editorial, Planeta S.A.S.

[https://planetadelibrosec0.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/43/42371\\_Superpotencias\\_de\\_la\\_IA.pdf](https://planetadelibrosec0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/43/42371_Superpotencias_de_la_IA.pdf)

Vitolo, F. (2019). Errores diagnósticos en radiología. Biblioteca Virtual NOBLE.[En línea].

<http://asegurados.descargas.nobleseguros.com/download/posts/November2017/KsrnKYWwElN9G5YBmeXOs.pdf>