



ESCUOLA  
POLITÉCNICA  
NACIONAL



EPN  
**Posgrados**  
EXCELENCIA EN CADA PASO

ENCUENTRO  
DE DOCTORANTES  
E INVESTIGADORES  
2024  
UNIENDO LA ACADEMIA  
CON LA INDUSTRIA

# Model Development and Evaluation for Image Segmentation in Breast Cancer Mammography and Thermography

Lenin G. Falconí

2024-11-13

# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# Enlace a la Presentación



# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# Objetivo

Explorar las aplicaciones actuales del aprendizaje automático y la visión artificial en el contexto de la detección temprana de cáncer de mama, comprendiendo sus conceptos fundamentales y la aplicación en la segmentación de imágenes de termografía y mamografía.

# Cáncer de Mama en Ecuador y el Mundo

- El cáncer de mama es la principal causa de mortalidad en las mujeres ecuatorianas.
- A nivel mundial, el número de casos de cáncer superará los 20 millones de nuevos casos en 2025.
- La detección temprana es crucial para mejorar las tasas de supervivencia.

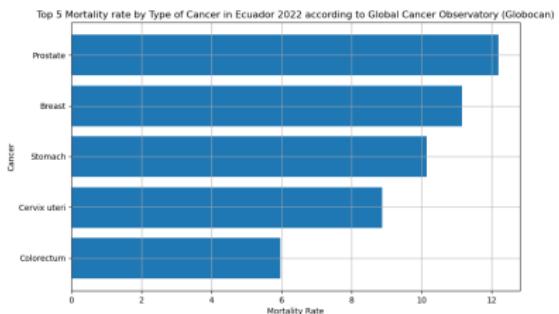
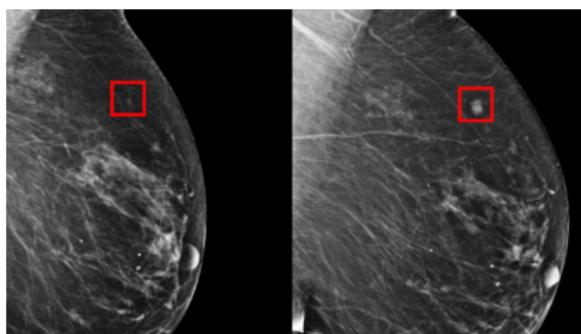


Figura: Mortalidad de Cáncer en Ecuador Globocan

# Detección de Cáncer de Mama I

- El examen de mamografía es considerado la principal modalidad para detección temprana
- El 10 % de todas las mujeres sometidas a examen son llamadas para pruebas adicionales.
- Sólo el 0,5 % de ellas son diagnosticadas con cáncer de mama.
- Los sistemas asistidos por computador (CAD) permiten reducir la carga de trabajo del radiólogo



# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

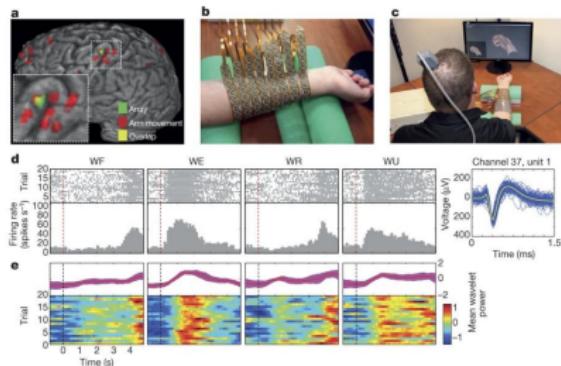
## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# Machine Learning en Medicina



**Figura:** Combining Artificial Intelligence and Footwear Improves Diabetes Treatment



**Figura:** Reconnecting the Brain After Paralysis Using Machine Learning

# Áreas de Impacto de IA en Salud

Areas of impact for AI in healthcare.



Improving population-health management

Improving operations

Strengthening innovation

McKinsey  
& Company

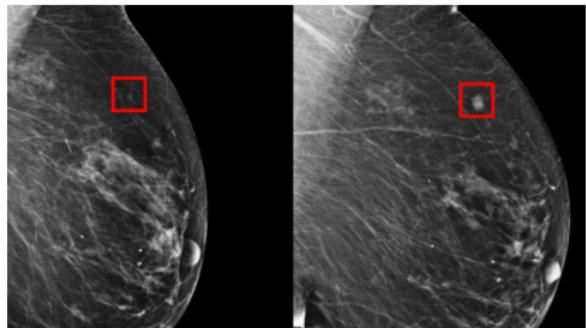
- Se estima que para el 2050, uno de cada cuatro ciudadanos de Europa y América del Norte tendrá una edad superior a 65 años.
- Integrar IA en medicina para enfrentar la creciente demanda de servicios.
- La construcción de sistemas de IA en la salud puede afectar positivamente mejorando la productividad y la eficiencia del cuidado.

## Áreas de Oportunidad

- Nivel de digitalización se estima de un 35 %
- Requiere trabajo interdisciplinario y colaborativo
- Gestión de calidad en estudios de caso y evaluación del desempeño de modelos
- Inclusión de personal médico en etapas de diseño
- Desarrollar agencias regionales para la estrategia de IA en Salud
- Definir estándares para la digitalización y gestión de riesgos

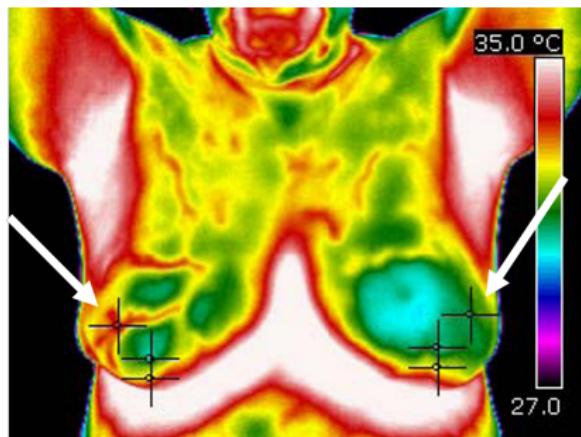
# Mamografía

- Utiliza rayos X de baja energía.
- Capta imágenes del tejido mamario.
- Considerado el *Gold Standard*
- Es Invasivo.
- Su sensibilidad es inversamente proporcional a la densidad de la mama.



# Termografía

- Medición de temperaturas
- Generación de imágenes térmicas
- Detecta la radiación infrarroja del cuerpo/objeto
- La actividad metabólica de las células cancerosas cambia el perfil de temperatura en la región mamaria.



# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

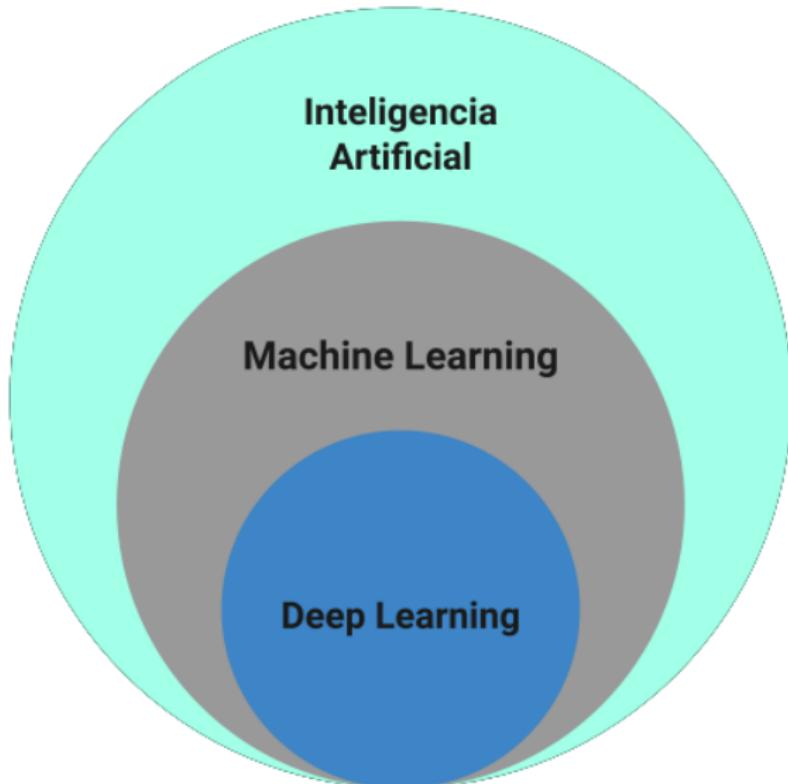
## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# ¿Qué es Machine Learning?



# ¿Qué es Machine Learning?

*Se dice que un programa de computadora aprende de una experiencia  $E$  con respecto a un tipo de tarea  $T$ , y medida de desempeño  $P$ , si su desempeño en la tarea  $T$ , medida conforme a  $P$ , mejora con la experiencia  $E$*

# ¿Cómo funciona Machine Learning?

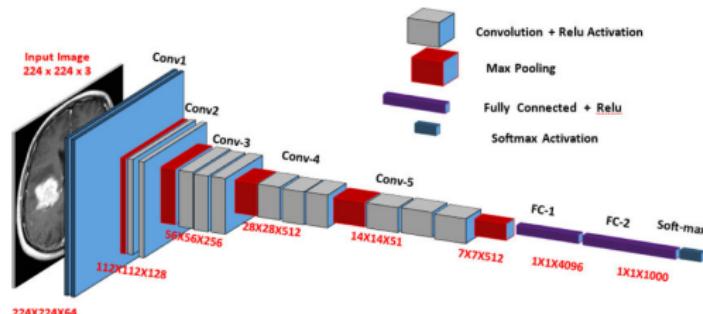
El problema del aprendizaje automático se centra en ajustar un modelo  $f$  (i.e. entrenar el modelo) encontrando un conjunto de parámetros  $\theta$  que minimice el riesgo empírico, definido en la ecuación (1), sobre un conjunto de datos de entrenamiento  $\mathcal{X}$ , utilizando una medida del error especificada en (2).

$$\hat{\theta} = \operatorname{argmin}_{\theta} \mathcal{L}(\theta) \quad (1)$$

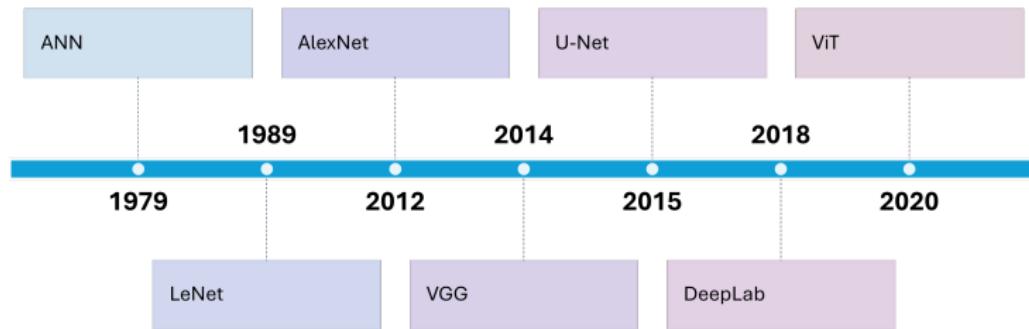
$$\mathcal{L}(\theta) \triangleq \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \ell(y_n, f(x_n; \theta)) \quad (2)$$

# ¿Qué es Deep Learning?

- Usa redes neuronales artificiales con muchas capas
- Es capaz de aprender y extraer características complejas de manera automática
- Rendimiento superior en:
  - ▶ reconocimiento de imágenes
  - ▶ procesamiento de lenguaje natural



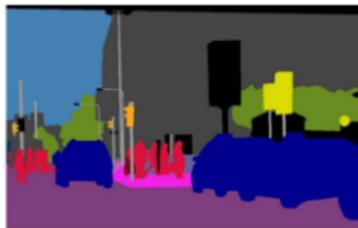
# Evolución de Modelos de Deep Learning



# Problemas de Visión Artificial



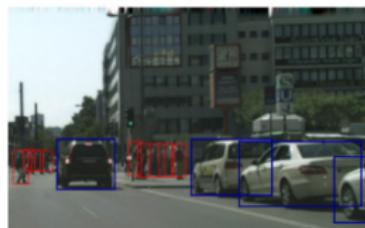
(a) Image



(b) Semantic segmentation



(c) Image classification



(d) Object detection



(e) Instance segmentation



(f) Panoptic segmentation

- **Segmentación:** Agrupamiento de pixels de una imagen según medidas de similitud
- **Segmentación Semántica:** Proceso de visión artificial que partitiona una imagen en segmentos que corresponde a una clase

# Image Segmentation



# Image Segmentation

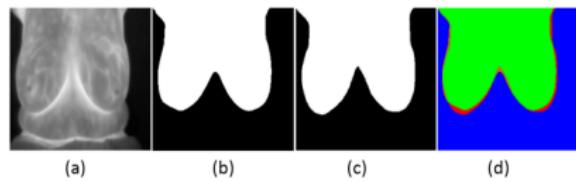


Figura: a) Imagen Original, b) Máscara,  
c) Predicción d) Intersección [1]

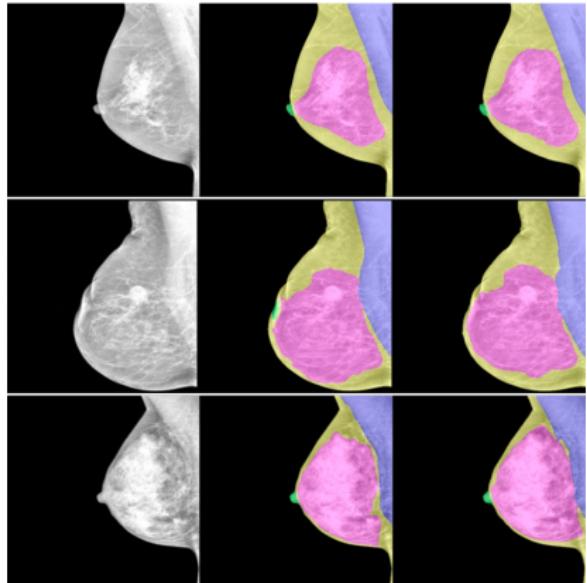


Figura: a) Imagen Preprocesada, b)  
Ground Truth, c) Predicción [5]

# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# Publicaciones Realizadas

Año	Título	Publicado en
2019	“Transfer Learning in Breast Mammogram Abnormalities Classification With Mobilenet and Nasnet”	26th International Conference on Systems, Signals and Image Processing
2020	“Transfer learning and fine tuning in breast mammogram abnormalities classification on CBIS-DDSM database”	Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal
2020	“Transfer learning and fine tuning in mammogram bi-rads classification”	IEEE 33rd International Symposium on Computer Based Medical Systems (CBMS)

# Trabajos Actuales y Futuros

- Investigar la aplicación de nuevos modelos en los problemas de segmentación de imágenes médicas para cáncer de Mama:
  - ① Vision Transformers
  - ② Convolutional Neural Networks
- Comparar desempeños y hacer un *trade-off* de la precisión y el coste computacional

# Contenido

## 1 Introducción

## 2 IA y Medicina

- Machine Learning en Medicina
- Informe McKinsey 2021
- Imágenes de Diagnóstico en Cáncer de Mama

## 3 Machine Learning

- Conceptos de Machine Learning
- Visión Artificial

## 4 Investigación y Desarrollo

## 5 Conclusiones

# Conclusiones

- Se espera de la IA que potencie la capacidad de diagnóstico de exámenes como mamografía o termografía digital
- Es necesario establecer redes de colaboración con equipos médicos para estudiar la realidad nacional
- Deep Learning se considera un *gold standard* para aplicaciones de visión artificial
- La segmentación semántica de imágenes médicas aporta tanto con un probable diagnóstico y una interpretabilidad del mismo

# Preguntas





# Referencias I

- [1] Aura Conci Elisson Carlos de Carvalho Alessandra Martins Coelho y Matheus de Freitas Oliveira Baffa. "U-Net Convolutional Neural Networks for breast IR imaging segmentation on frontal and lateral view". En: *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization* 11.3 (2023), págs. 311-316. DOI: 10.1080/21681163.2022.2040053. eprint: <https://doi.org/10.1080/21681163.2022.2040053>. URL: <https://doi.org/10.1080/21681163.2022.2040053>.
- [2] L. G. Falconí, M. Pérez y W. G. Aguilar. "Transfer Learning in Breast Mammogram Abnormalities Classification With Mobilenet and Nasnet". En: *2019 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*. Jun. de 2019, págs. 109-114. DOI: 10.1109/IWSSIP.2019.8787295.

## Referencias II

- [3] Lenin Falconí et al. "Transfer learning and fine tuning in mammogram bi-rads classification". En: *2020 IEEE 33rd International Symposium on computer-based medical systems (CBMS)*. IEEE. 2020, págs. 475-480.
- [4] Lenin G. Falconí et al. "Transfer learning and fine tuning in breast mammogram abnormalities classification on CBIS-DDSM database". En: *Advances in Science, Technology and Engineering Systems* 5.2 (2020), págs. 154-165. ISSN: 24156698. DOI: 10.25046/aj050220.
- [5] Cesar A. Sierra-Franco et al. *Towards Automated Semantic Segmentation in Mammography Images*. 2023. arXiv: 2307.10296 [eess.IV]. URL: <https://arxiv.org/abs/2307.10296>.