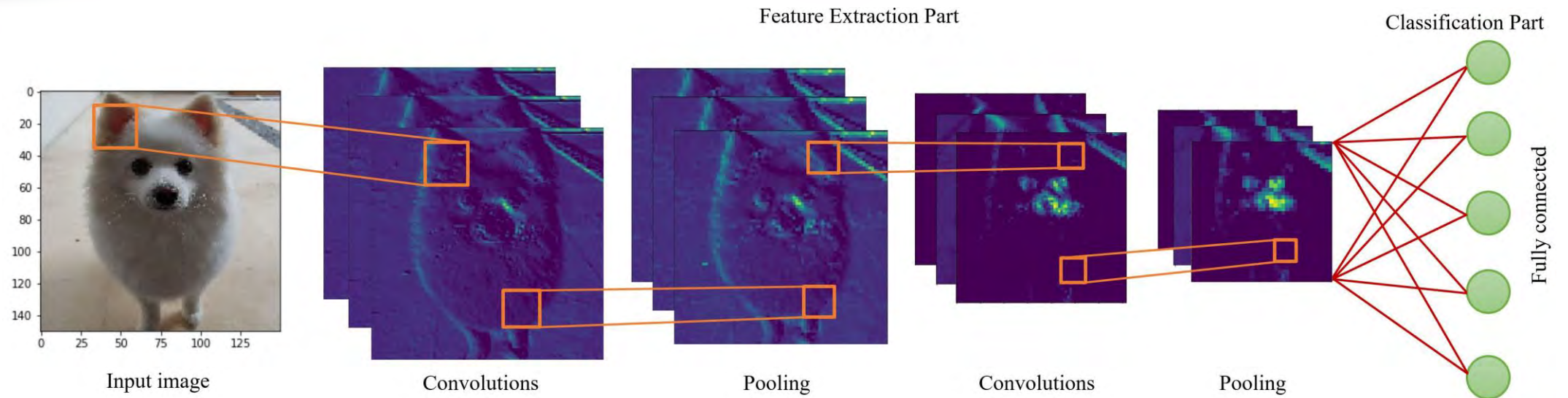


INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL ANÁLISIS DE IMÁGENES

JIMENA OLVERES MONTIEL

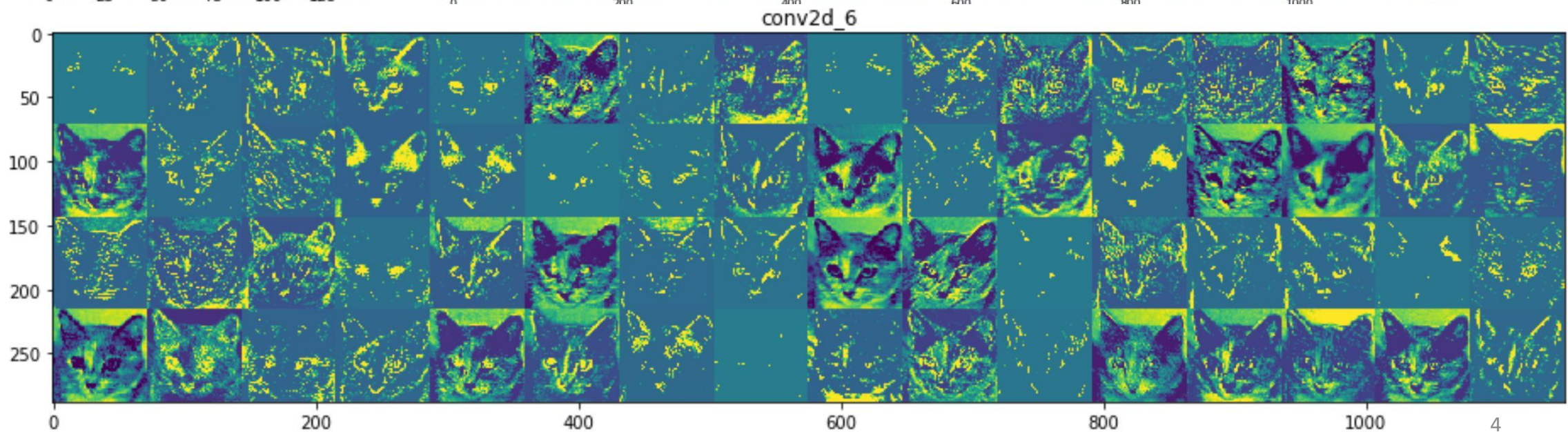
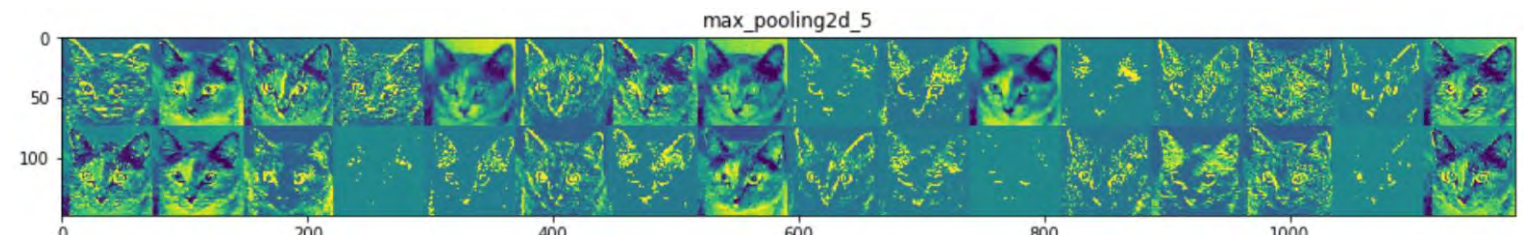
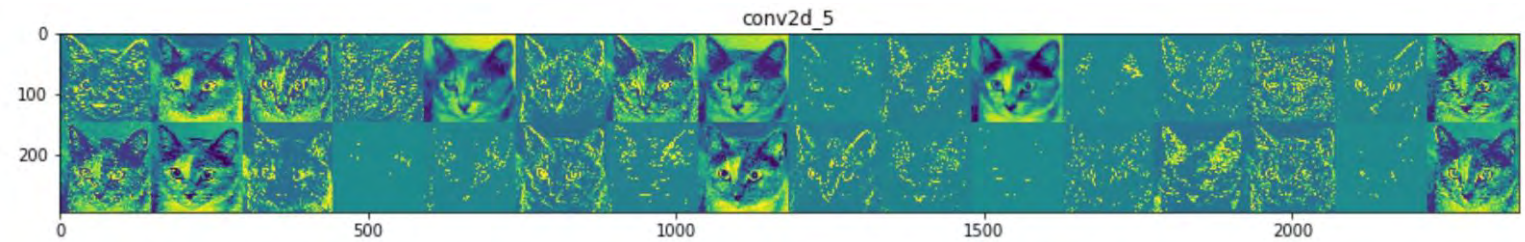
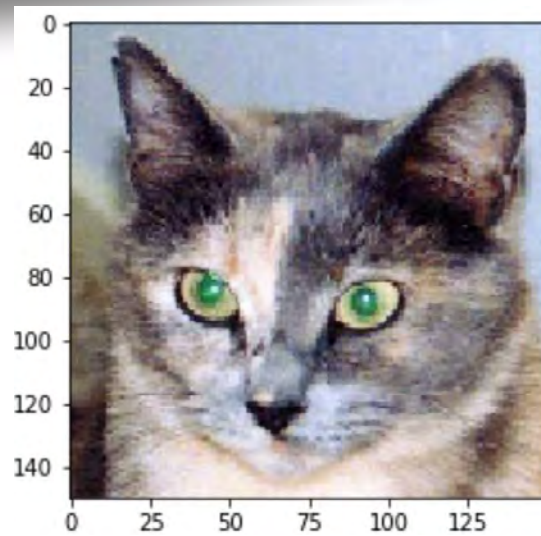
LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES
FI, UNAM



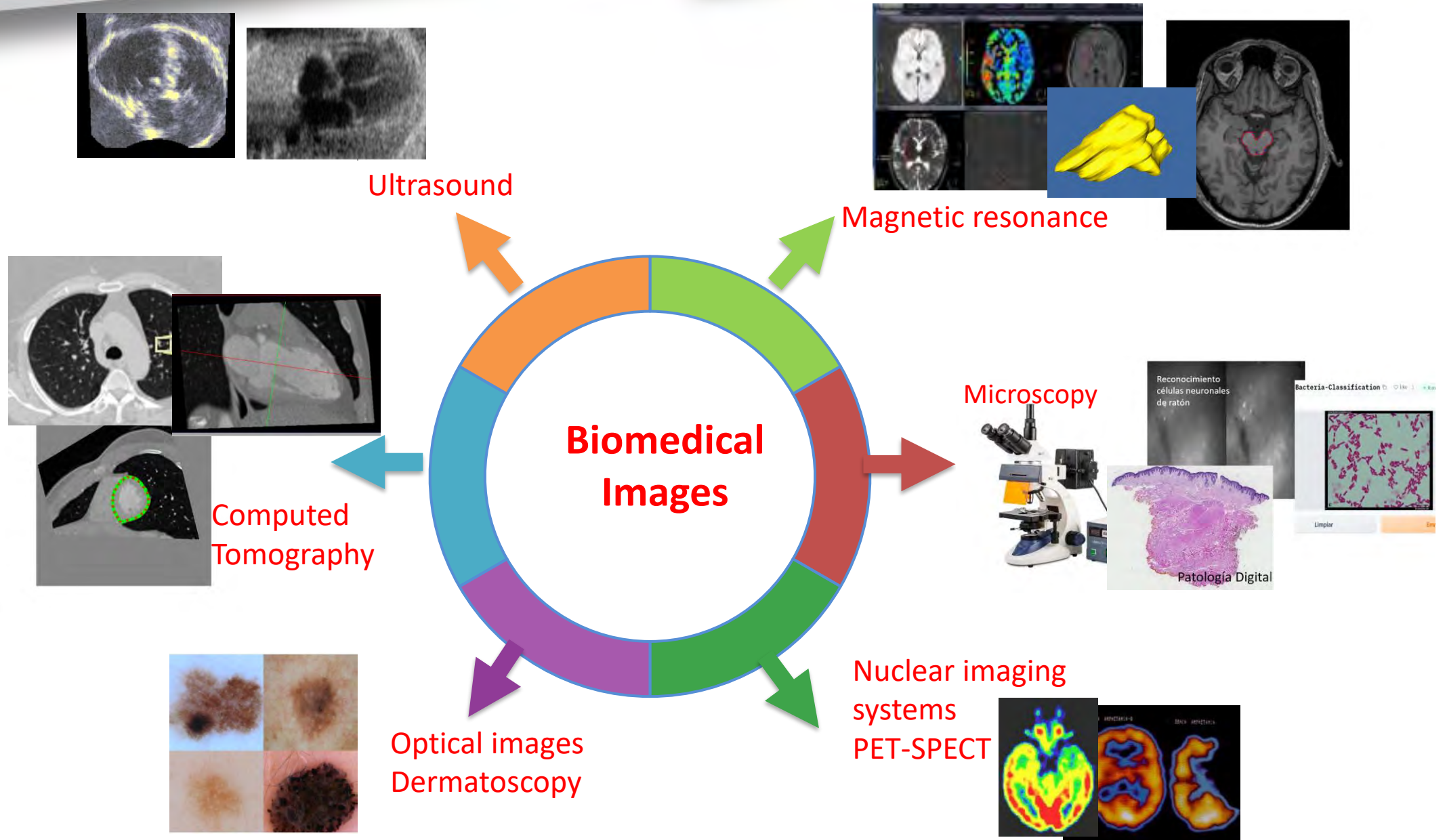


Red neuronal convolucional (CNN) básica. Se forma por la parte encargada de extraer las características y por un clasificador que recibe las características extraídas.

Feature maps



Medical image area by technology



LaPI

LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Problemas en las imágenes médicas

- Ruido
- Bajo contraste
- Bordes difusos
- Luz no incide no homogénea
- Variabilidad en densidad y ubicación
- Morfología heterogénea
- Ligero movimiento del tejido observado
- Traslape de órganos
- Tarea repetitiva para el experto



Impact Analysis of Key Factors

Global AI In Medical Imaging Market



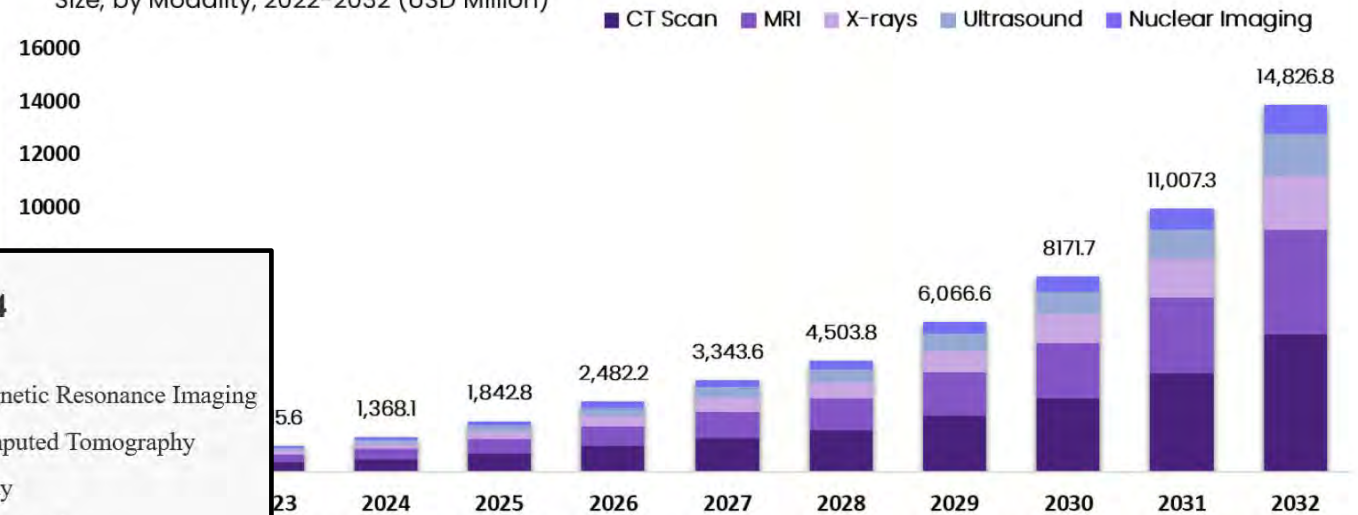
Global Medical Imaging Market Share, By Type, 2024



www.fortunebusinessinsights.com

Global AI In Medical Imaging Market

Size, by Modality, 2022-2032 (USD Million)



34.7%

The forecasted market size for 2032 in USD

\$ 14.8 M

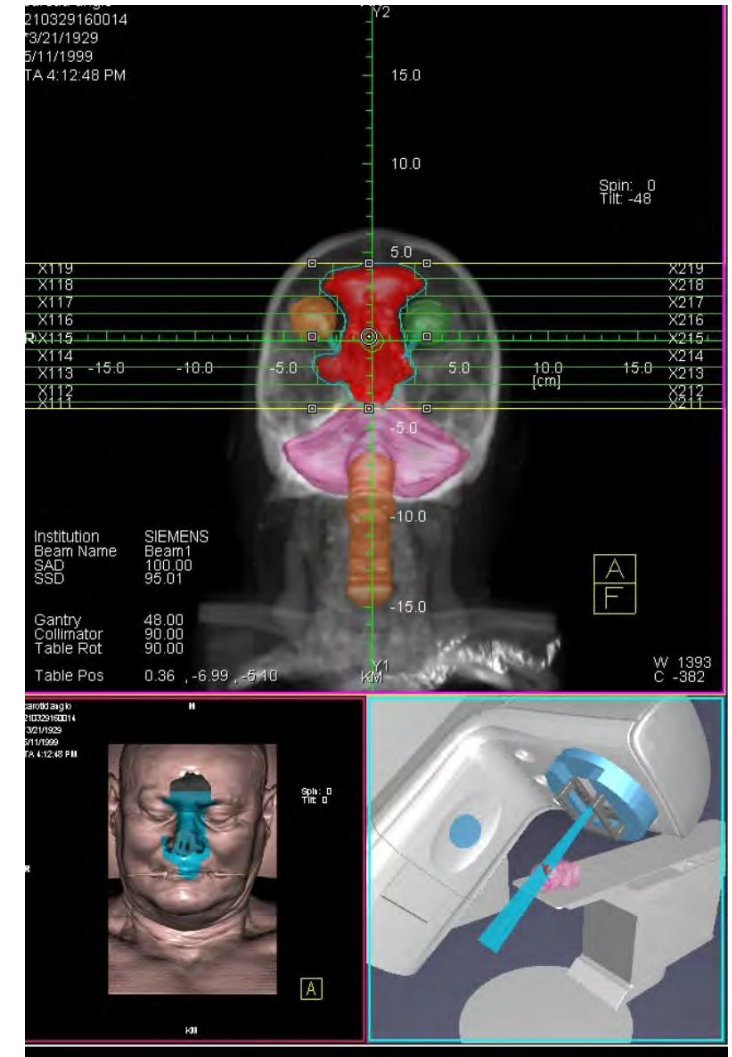
market.us
ONE STOP SHOP FOR THE REPORTS

High

High

Impacto Clínico

- Precisión diagnóstica
 - Detección mejorada de anomalías sutiles
 - Reducción de falsos positivos y negativos
 - Identificación temprana de enfermedades
- Planificación del tratamiento
 - Guía quirúrgica más precisa
 - Mejor monitorización del tratamiento
 - Mejor predicción de resultados
- Experiencia del paciente
 - Procedimientos menos invasivos
 - Tiempos de escaneo reducidos
 - Menor exposición a la radiación



LaPI expertise en Visión Computacional

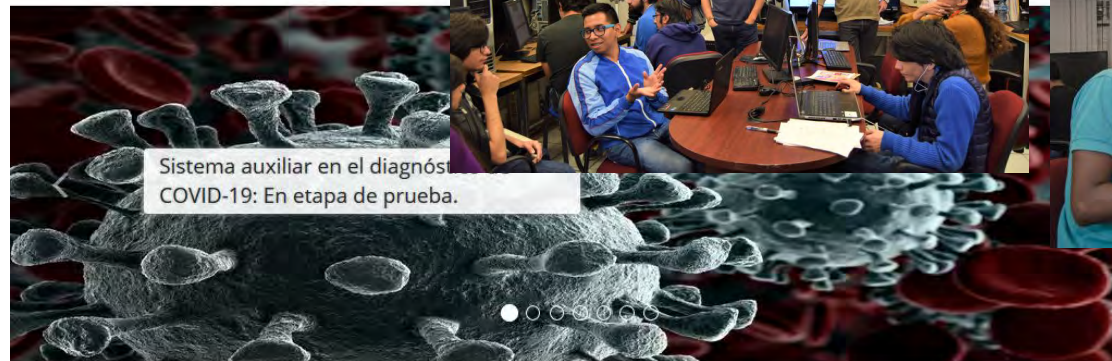
Herramientas para la asistencia al diagnóstico médico en colaboración con instituciones médicas:

- Hospital ABC
- Inst. Nal. de Perinatología
- Hospital Ángeles
- Centro Médico 20 de Noviembre.



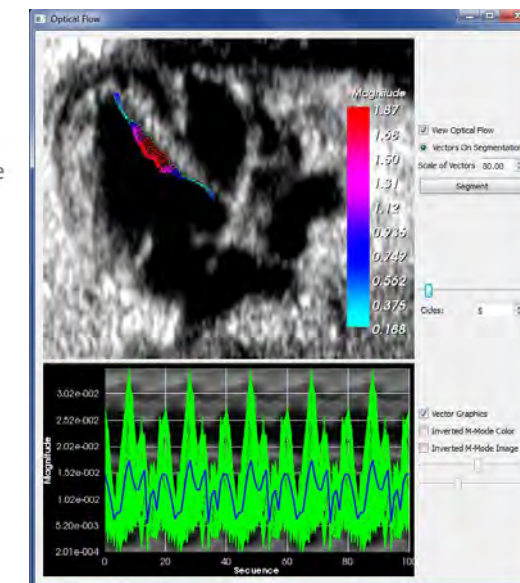
LaPI

LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



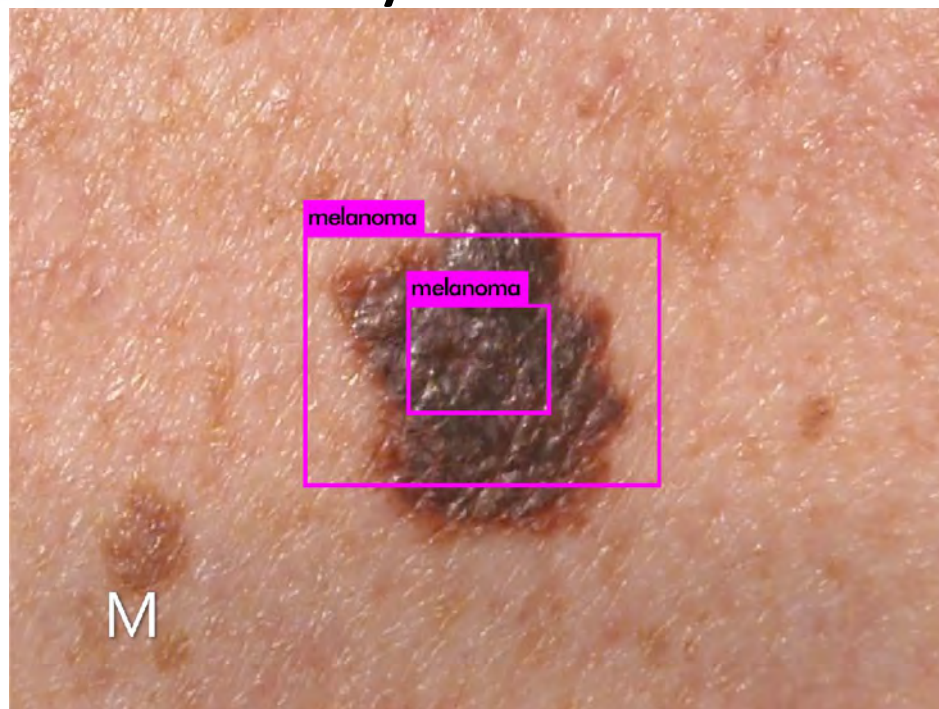
Laboratorio Avanzado de Procesamiento de Imágenes

Nuestro objetivo es desarrollar métodos y algoritmos para el procesamiento digital de imágenes usando modelos matemáticos.



Detección y clasificación de melanoma- YOLO

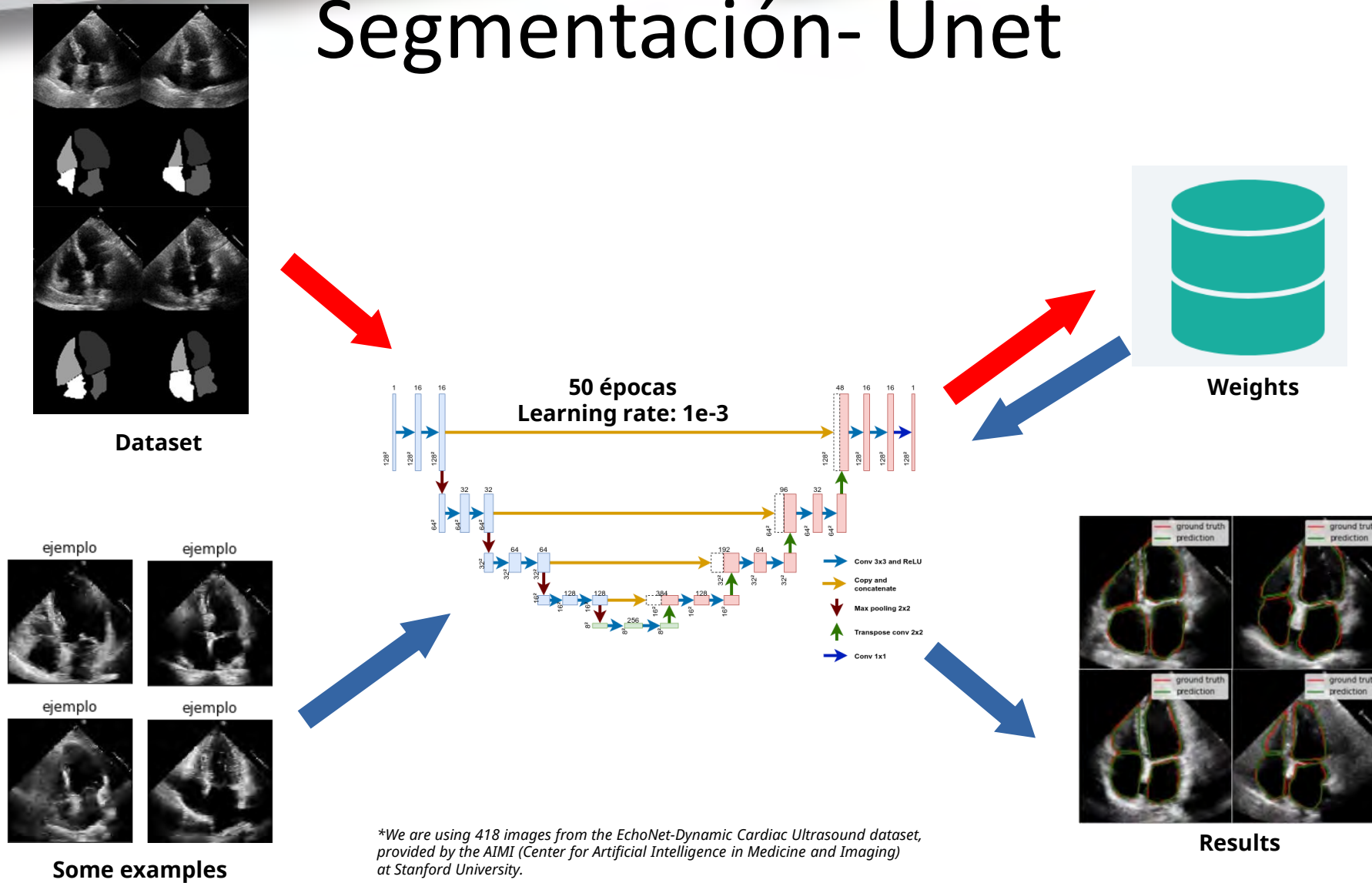
- Responsable del 80% de las muertes por cáncer de piel
- De acuerdo al último reporte del Instituto Nacional de Cancerología (INCan), en el país aumentó el número de casos de 300 a 500% en los últimos años



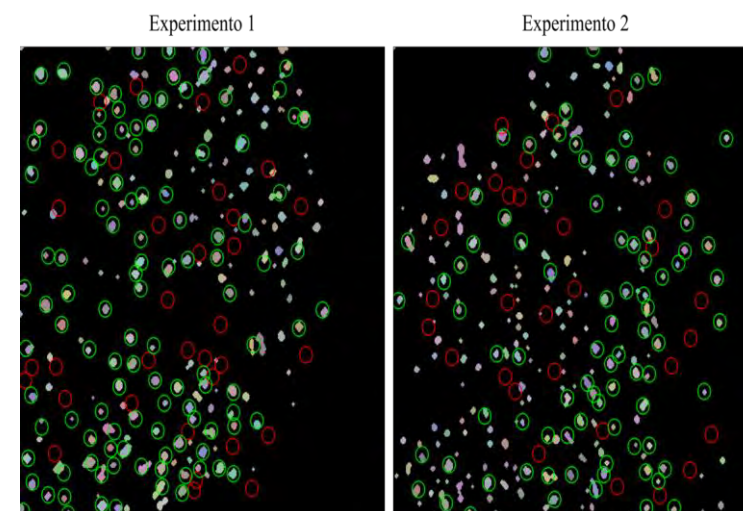
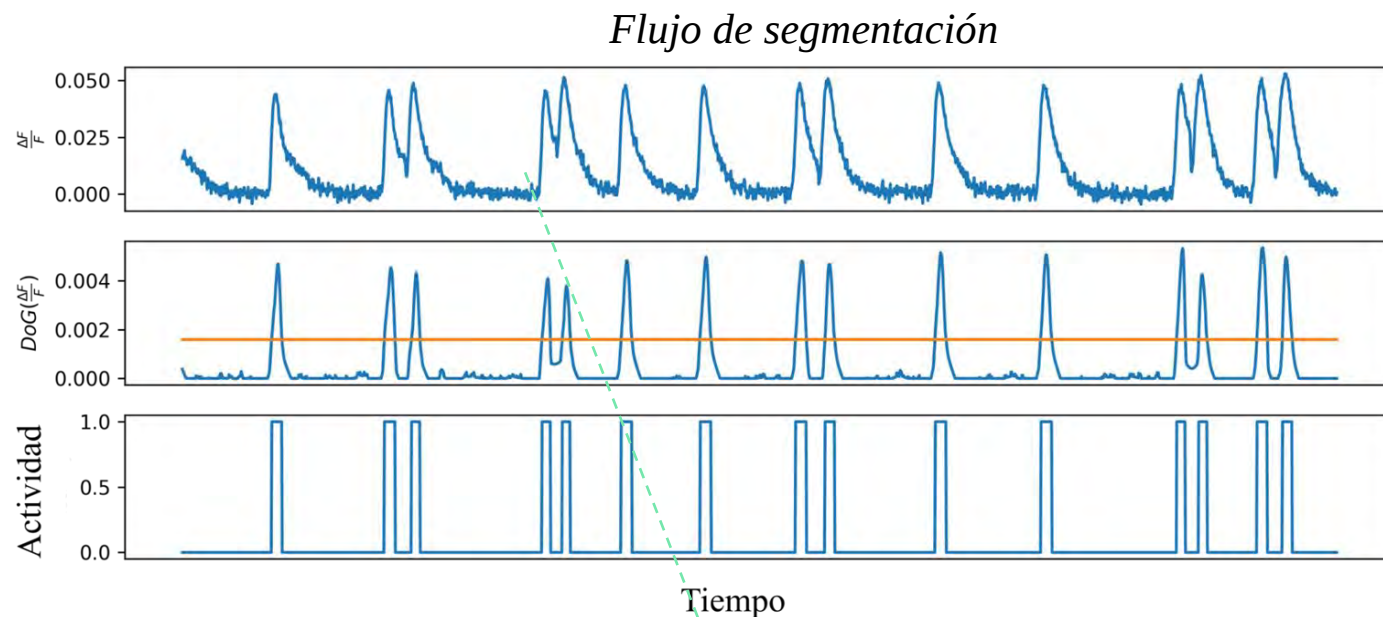
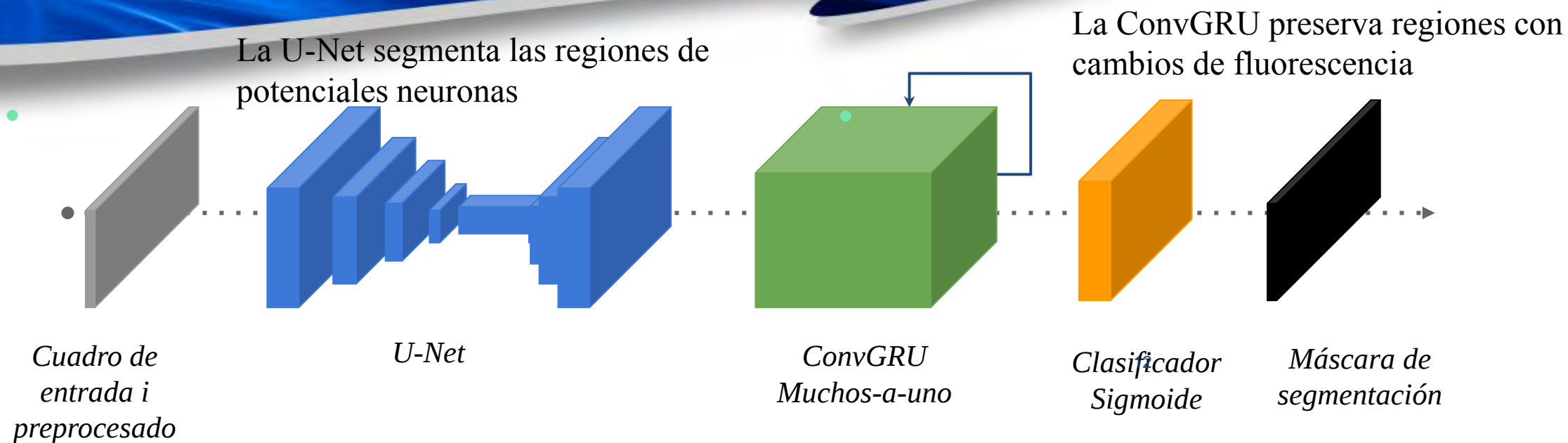
ISIC Database



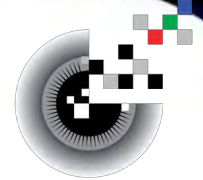
Segmentación- Unet



Segmentación de neuronas de ratón

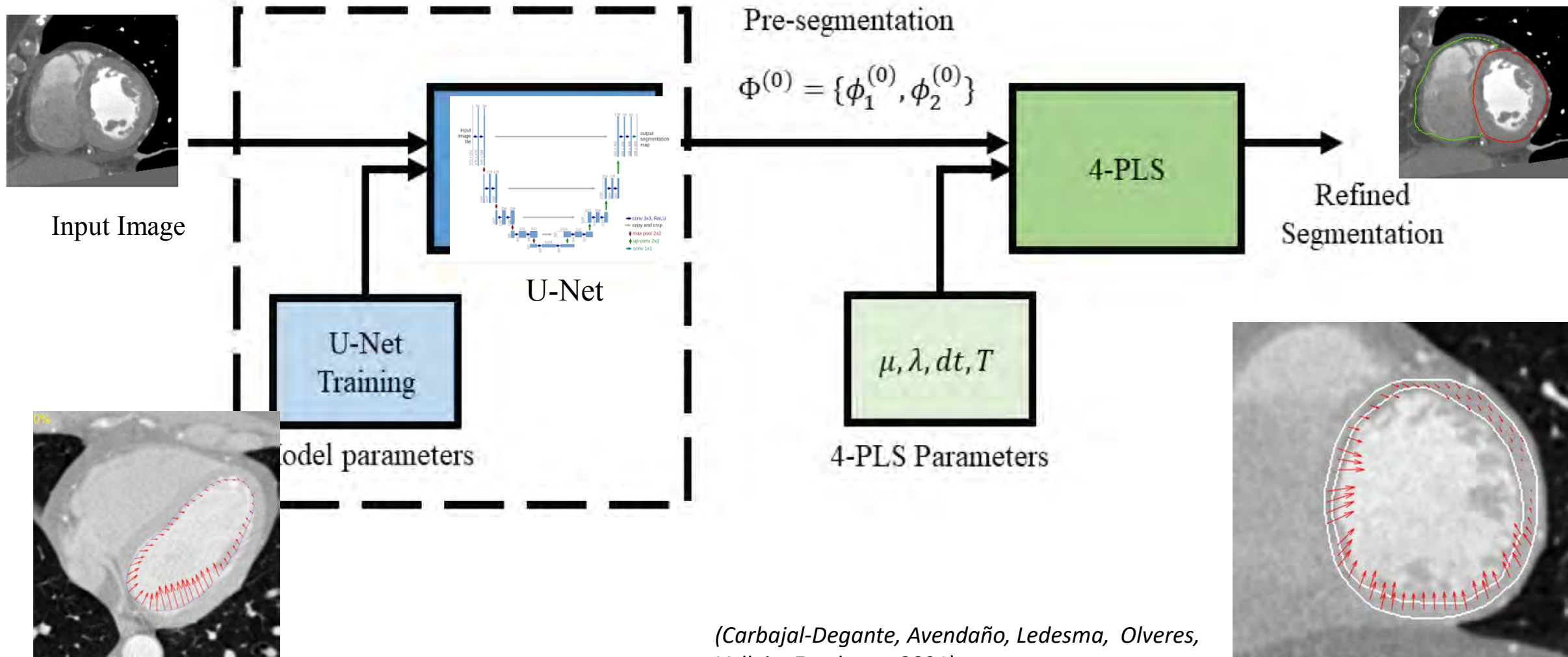


Análisis en imágenes de corazón



LaPI

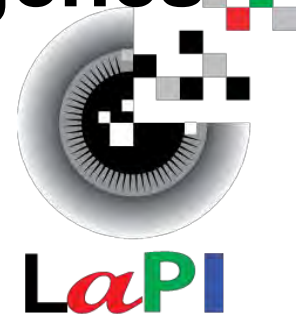
LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



(Carbajal-Degante, Avendaño, Ledesma, Olveres, Vallejo, Escalante. 2021)

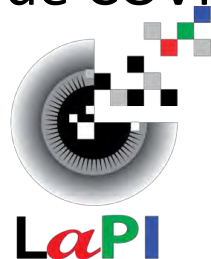
Laboratorio Avanzado de Procesamiento de Imágenes

Visión Computacional e Inteligencia Artificial y aplicaciones
Sistemas de auxilio al diagnóstico médico (Imagenología)
Percepción Remota
Visión para la industria



Herramienta de auxilio al diagnóstico de COVID-19

- Académicos y alumnos, CECAv, IIMAS, Fac. Ing., Inst. Física, IMSS “La Raza”
- Analiza automáticamente imágenes de CT o de Rx del tórax
- Utiliza técnicas de visión computacional e inteligencia artificial
- Resultado 1: Probabilidad de COVID-19 0-100%
- Resultado 2: Detección y localización de lesiones características (vidrio despulido y consolidaciones) (solo con CT)
- **A principios de mayo 2020** se lanza la primera versión del sistema para CT
- **A mediados de noviembre 2020** se agrega la versión para Rx
- Sistema de cómputo en línea
- Primer sitio web abierto gratuito en el mundo para detección de COVID-19
- Primer algoritmo para detección de COVID-19 por CT y Rx hecho en México
- **www.imagensalud.unam.mx**



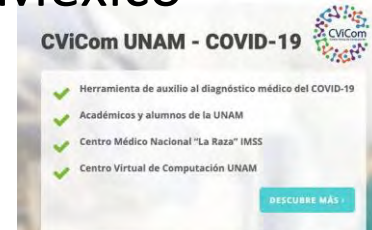
LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



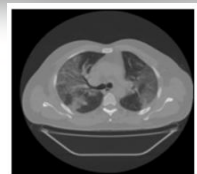
iimas



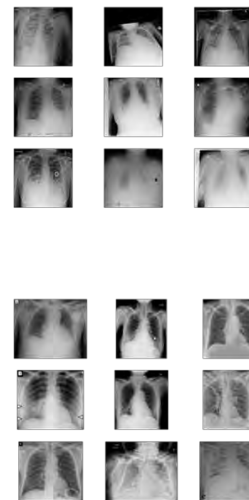
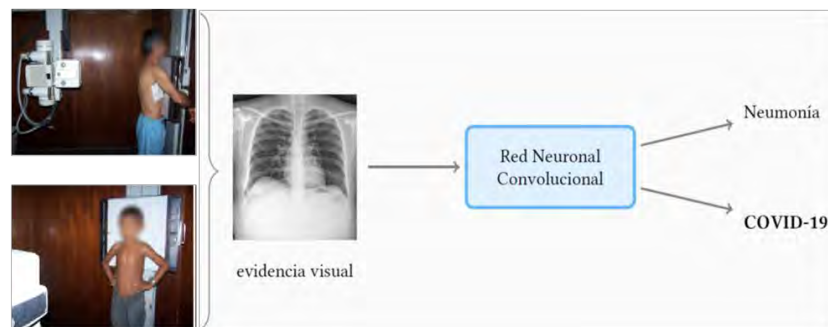
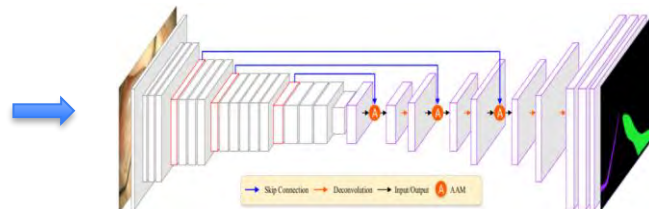
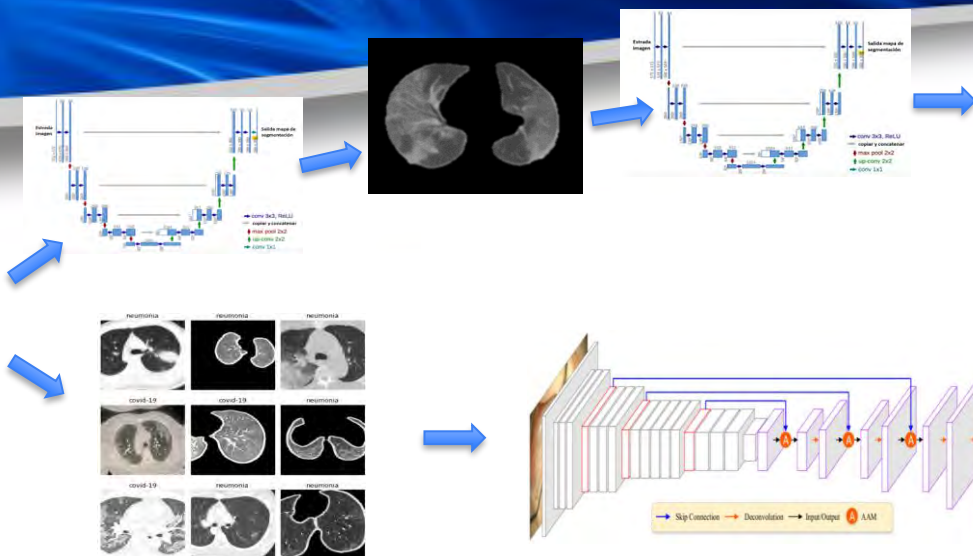
Instituto de Física
UNAM



Herramienta de auxilio al diagnóstico de COVID-19



DICOM
JPG
TIF
PNG



AUCROC	Exactitud	Especificidad	Sensibilidad	Precisión	F1
98.16	98.50	99.50	78.33	88.68	83.19

Resultados

Imagen original

Resultados (IA para segmentación y detección de lesiones)

Resultados IA-Red CNN para clasificación:

La imagen puede corresponder a covid-19
Probabilidad de covid-19: 99.975%

Pulmón = 32.826% (Contorno en color negro)
Pulmón sano = 34.25% Vidrio despuído = 53.781%
(Contorno en color rojo) Consolidación = 11.222%
(Contorno en color verde)

Estadísticas

Mapa de uso del sistema

Top 10 de hospitales

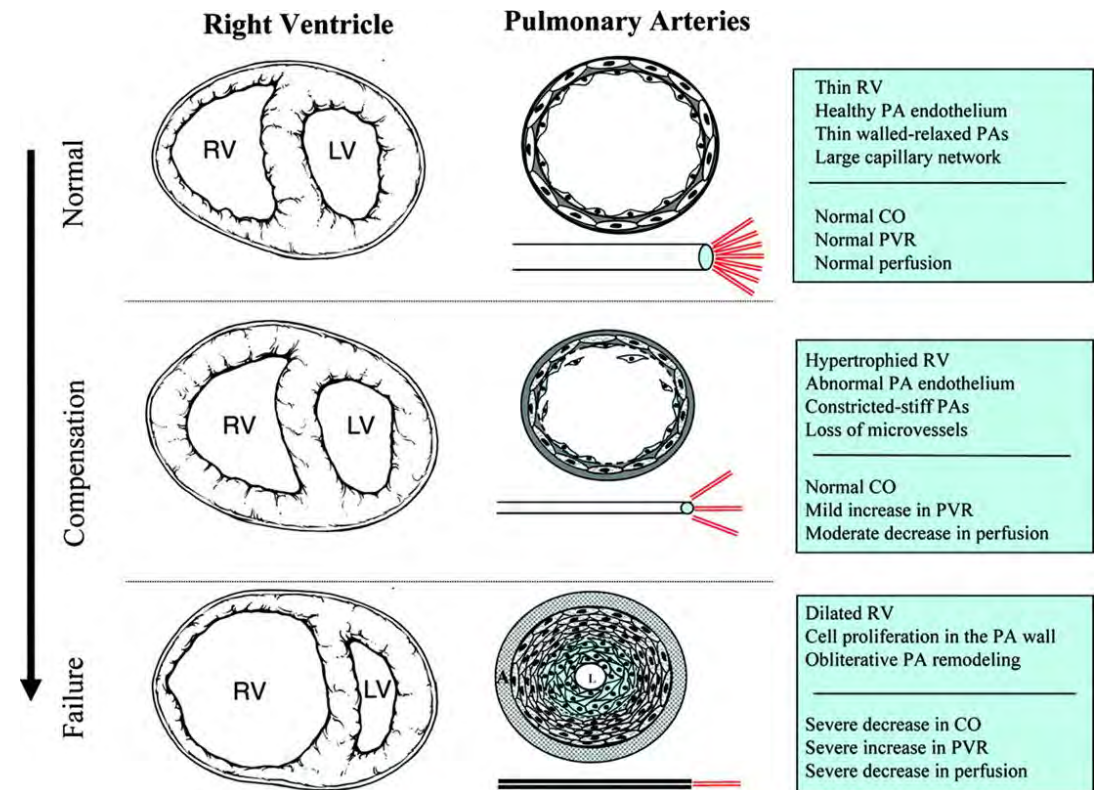
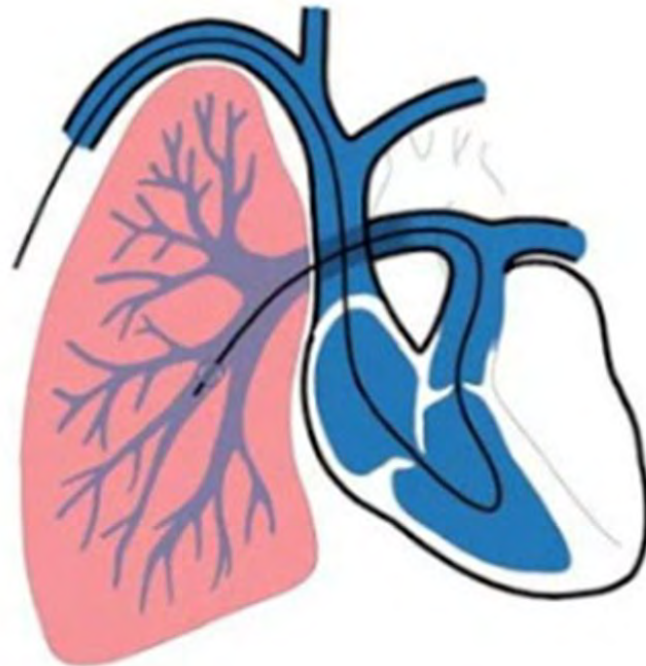
Primer Lugar!

Sistema de detección de COVID-19 mediante análisis de imágenes médicas

Premio Nacional Ciencia de Datos Nuevo León

INTELLIGENT SYSTEM FOR ASSISTED MEDICAL DIAGNOSIS FOR CARDIOVASCULAR DISEASES

- Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE (Dra. Rocío Aceves).
- Gold standard: pulmonary artery catheterization via right heart chambers
- It is risky, costly, and requires high specialization

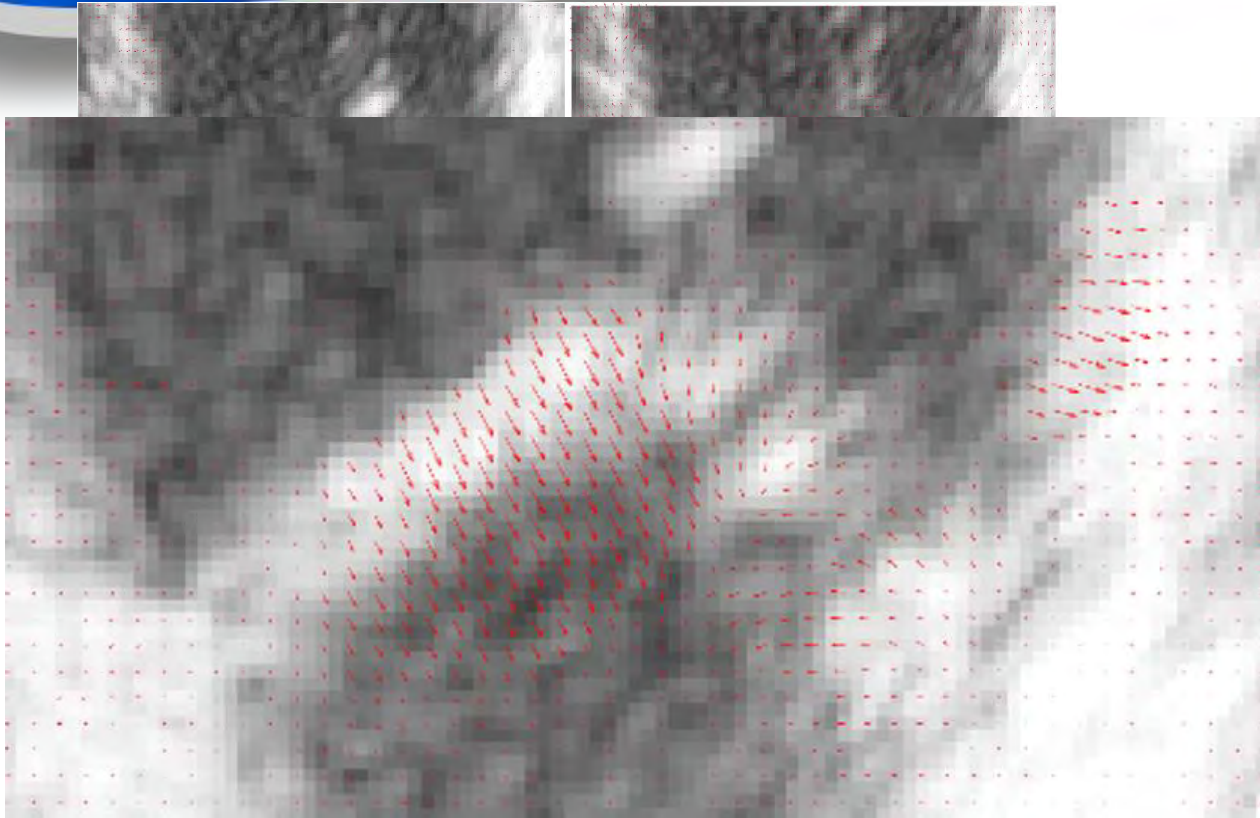


Diagnóstico

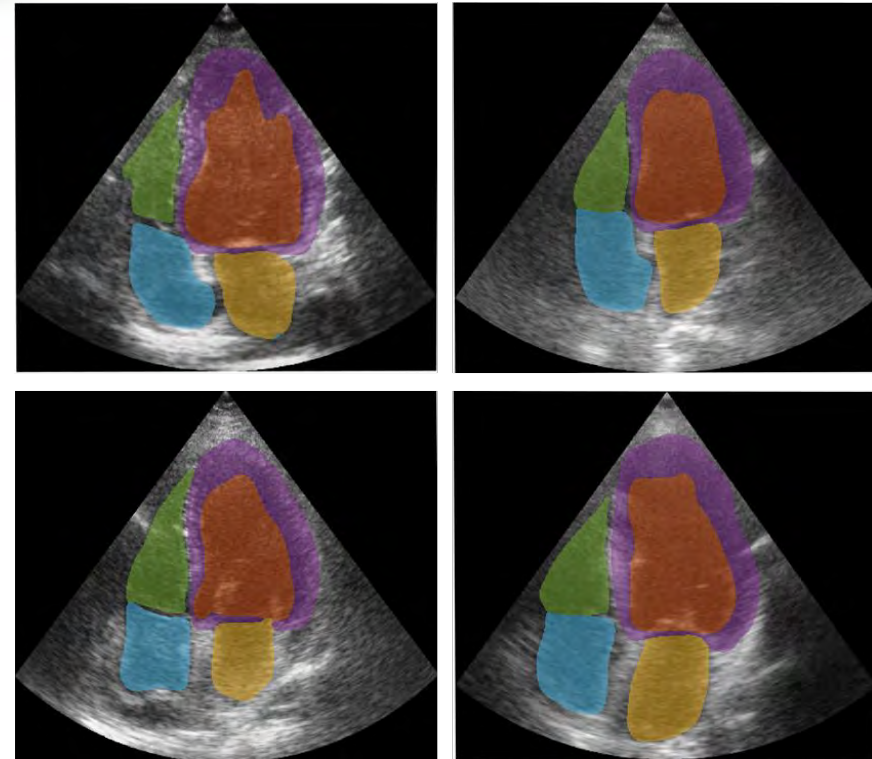
- Estándar de oro: cateterismo de la arteria pulmonar a través de cavidades derechas
- Riesgoso
- Costoso
- Alta especialidad



Actividades

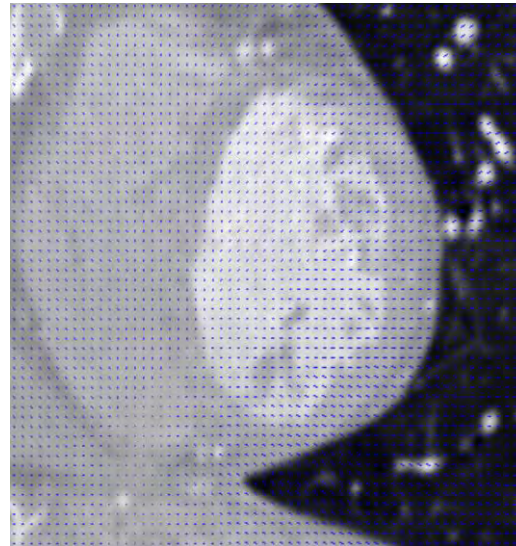
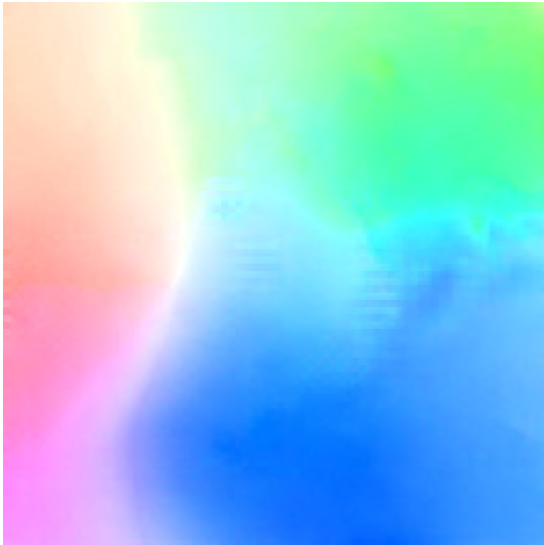


Segmentación de movimiento
Basado en TH

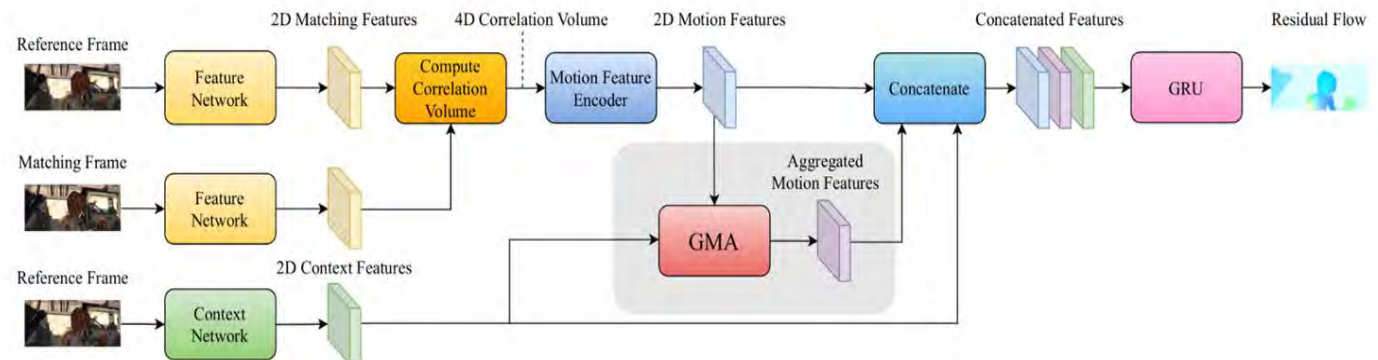


Segmentación de las 4 cavidades
cardiacas

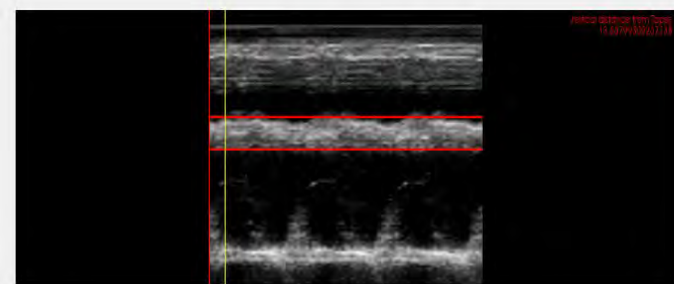
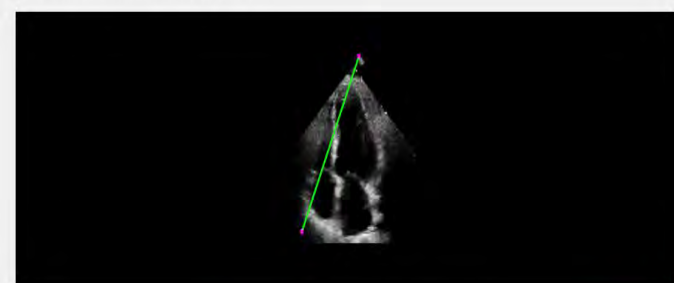
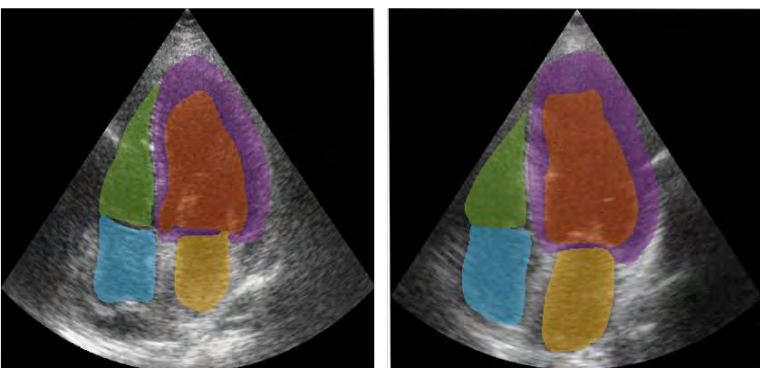
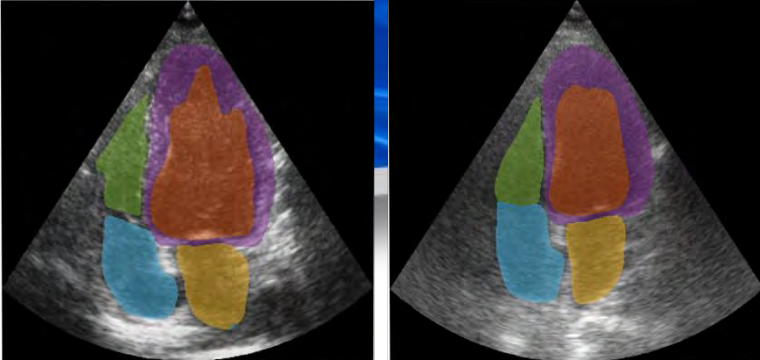
Estimación de flujo óptico en imágenes de ultrasonido cardiaco con redes neuronales



Arquitectura GMA
(Transformers)

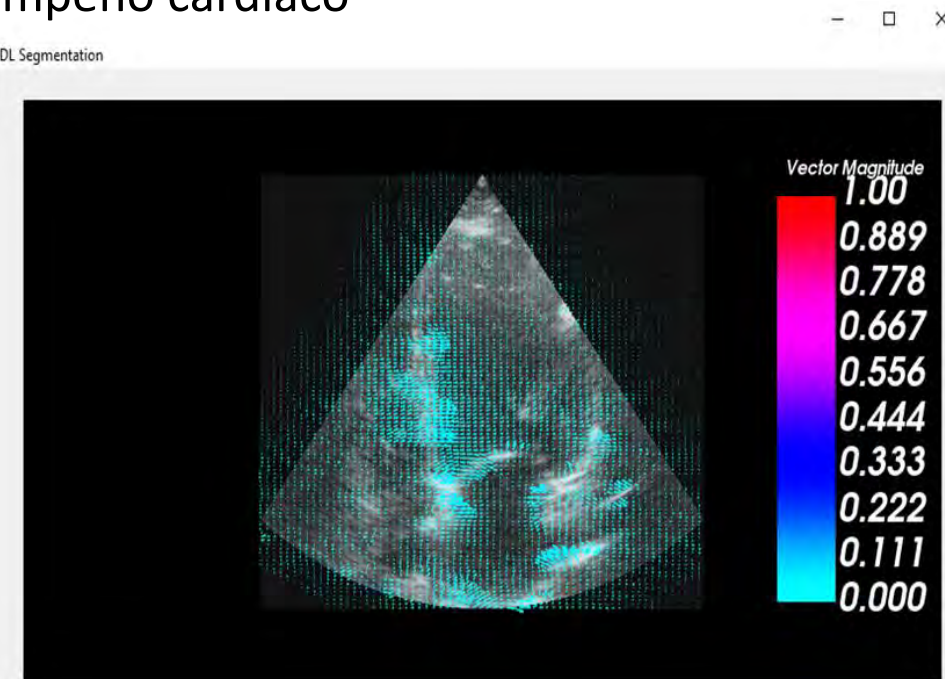
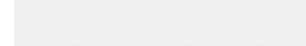
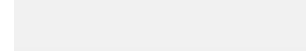
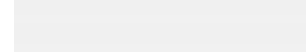
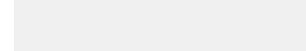
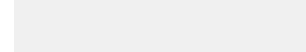
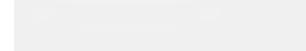
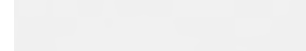
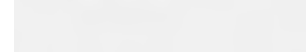
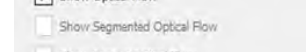
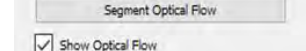
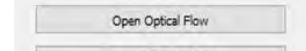
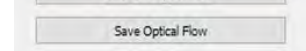
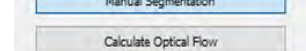
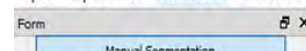
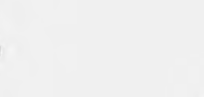
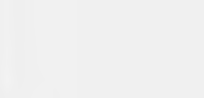
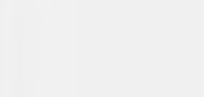
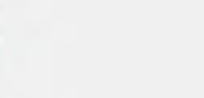
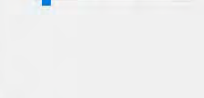
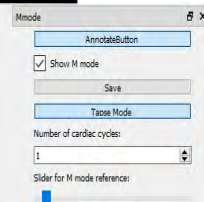


(Casasola. 2022)



Herramienta que analiza automáticamente imágenes de ecocardiografía mediante visión computacional e inteligencia artificial.

- Interfaz de usuario
- Segmenta cavidades cardiacas
- Estima flujo óptico (movimiento)
- Calcula modo M
- Calcula parámetros de desempeño cardiaco



Herramienta Web

SysCardio Web - Annotation Tool: Frame Actual



Login **Registrate**

Correo Electrónico

Contraseña

Confirma tu contraseña

Nombre(s) Apellido(s)

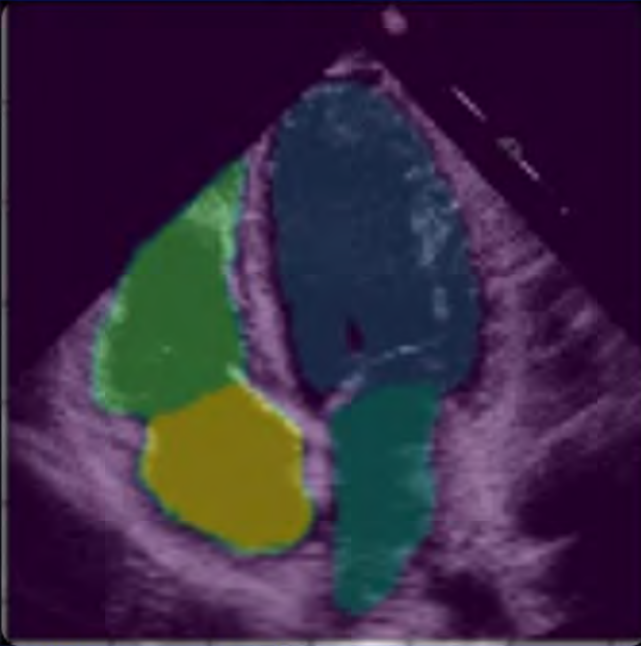
Cédula Profesional Título profesional

UG. F. C. G. W.

☐ Estoy de acuerdo con los términos de la licencia y las condiciones

Registrate

Frame:00049



Annotation Tool

- Anotación Manual
- Anotación Automática
 - Calcular Frame Actual**
 - Calcular Todos los Frames
- Descargar Máscara
- Descargar Original

job_title : "12345678"

IA Generativa

- Inicia con un mensaje en diferentes formatos



- El contenido puede incluir ensayos, soluciones a problemas o falsificaciones realistas creadas a partir de imágenes o audio de una persona.

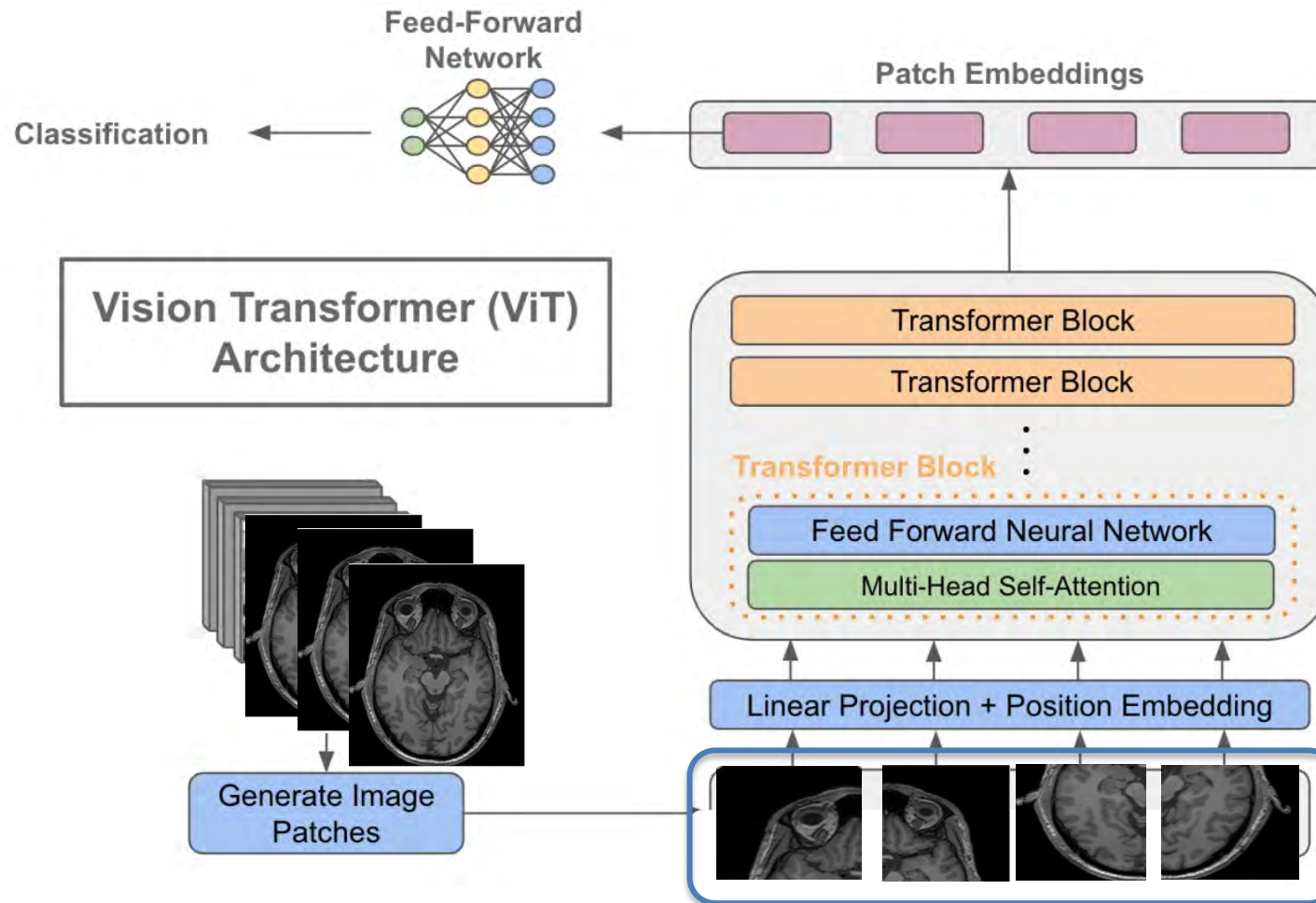


Transformers



Emerging architectures Vision Transformers

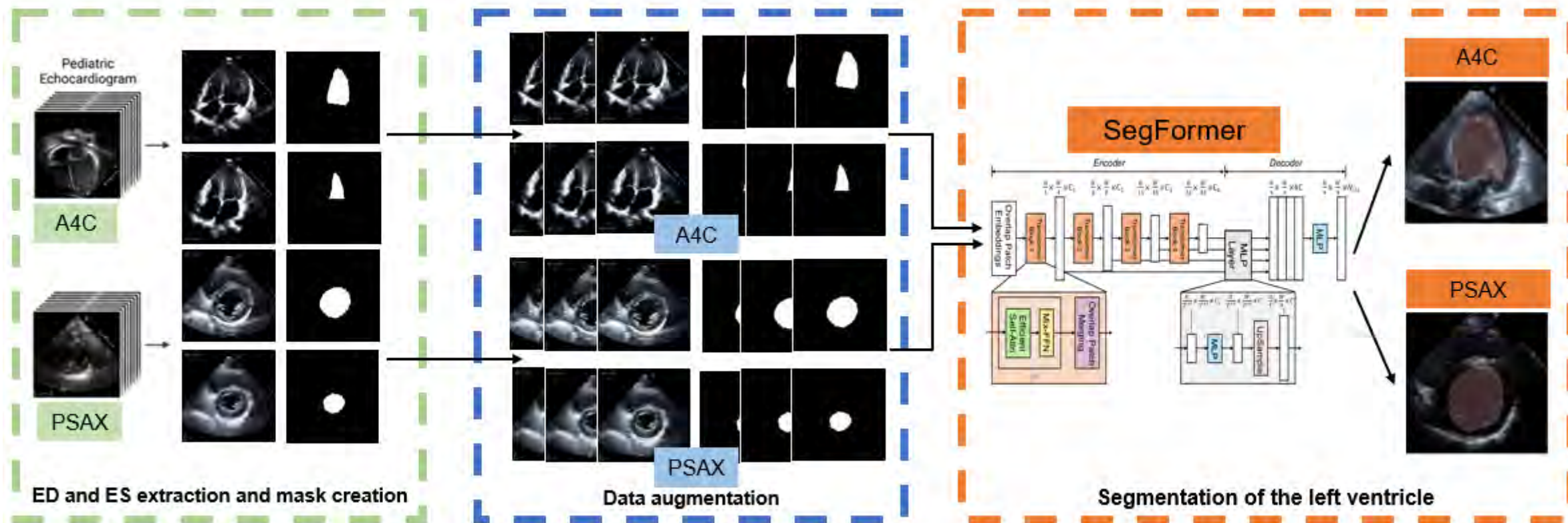
Beyond CNNs, transformer-based models like TransUNet have emerged as a promising alternative, achieving strong performance on benchmark datasets by capturing long-range dependencies in images, marking a shift from purely convolutional architectures.



The key idea for using the Transformer architecture was to "tokenize" the image, breaking it into patches and treating each patch as a token, and feed them together into a Transformer. From these tokens, the embedding is obtained and inserted.

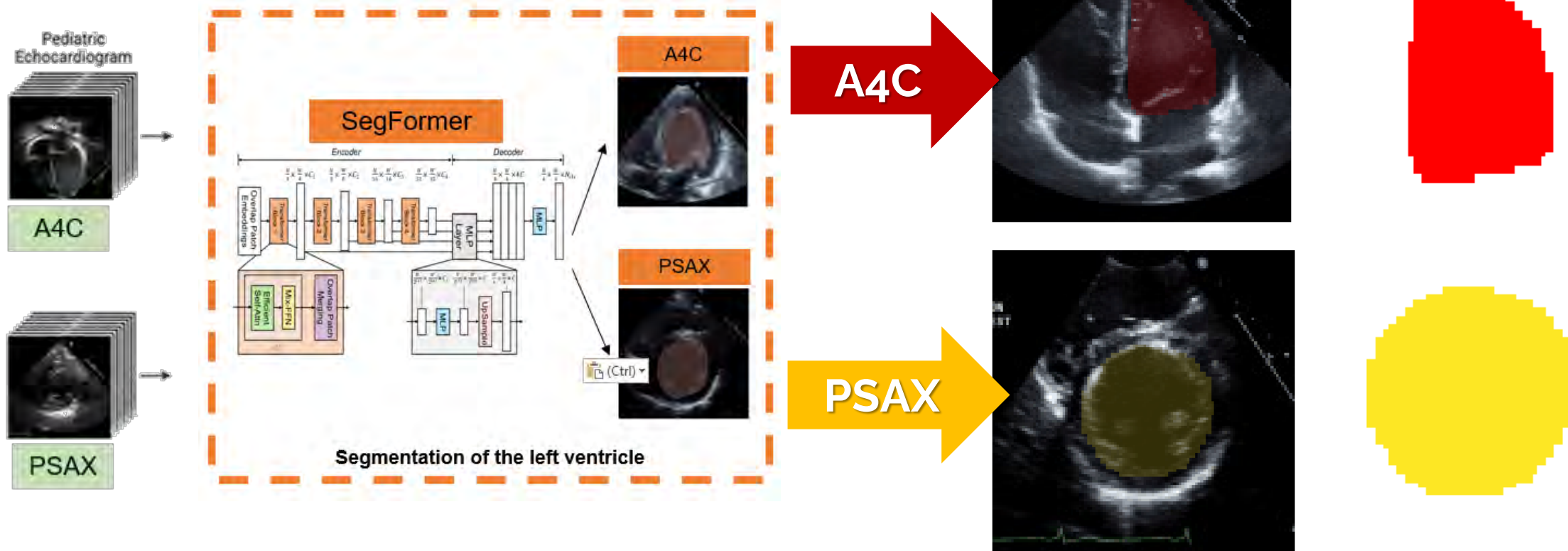


Automatic segmentation of the left ventricle through the cardiac cycle in pediatric echocardiography videos



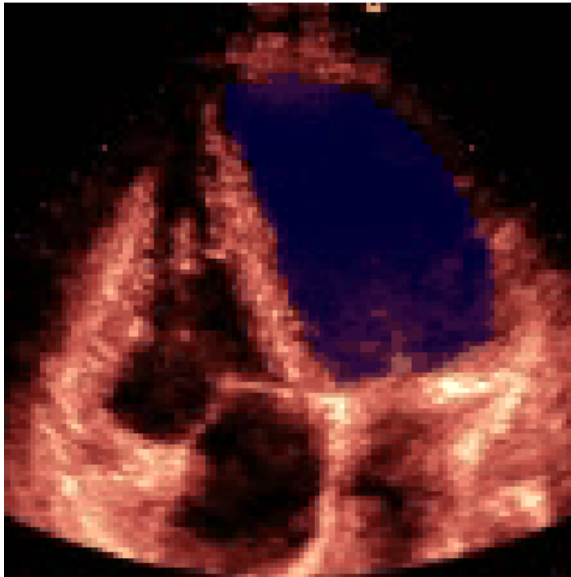
Automatic segmentation of the left ventricle through the cardiac cycle in pediatric echocardiography videos

Cardiac cycle left ventricle segmentation

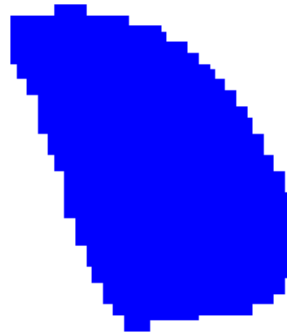


Results

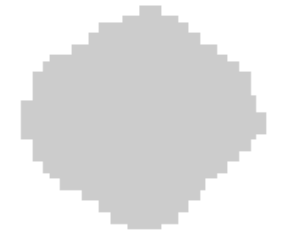
Cardiac cycle left ventricle segmentation



A4C view

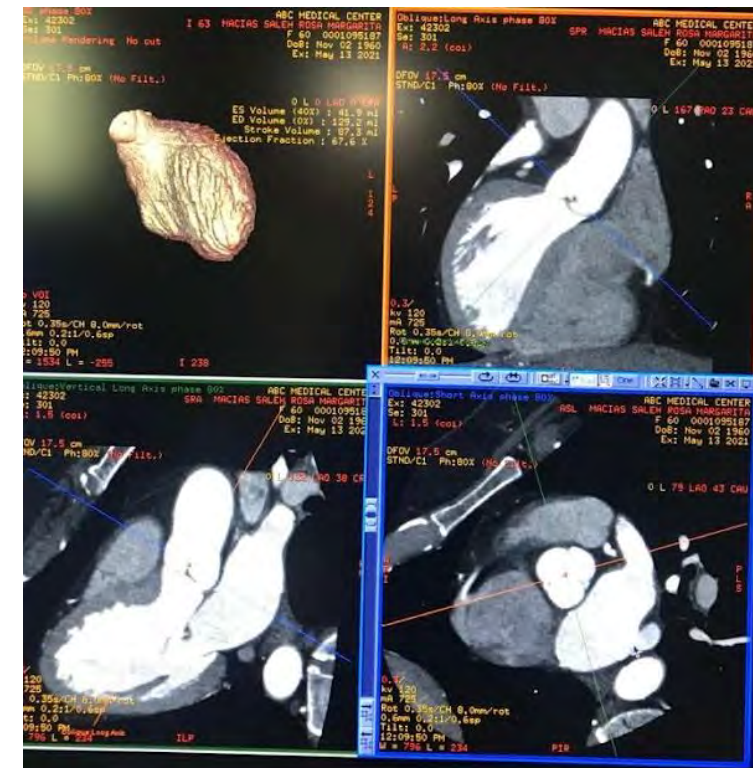
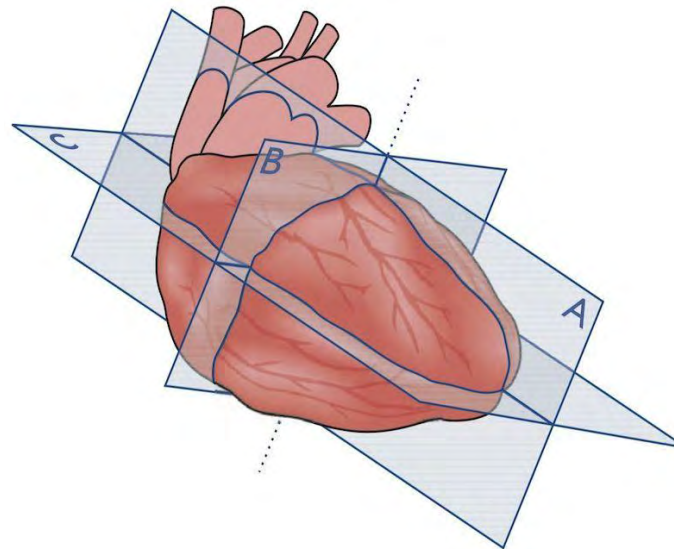
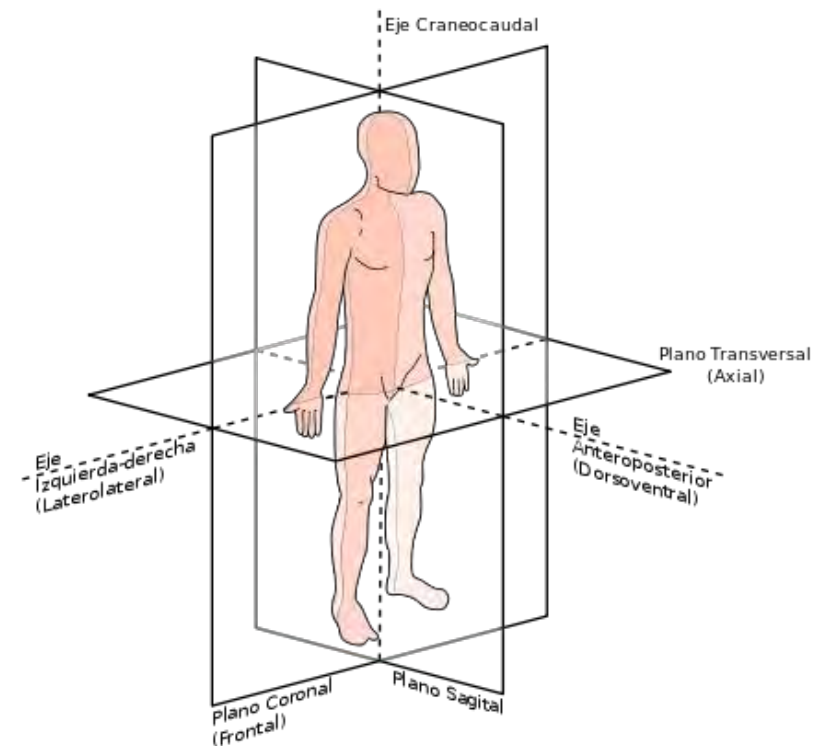


PSAX view



Análisis de la válvula aórtica a partir de planos estándares cardíacos en imágenes de tomografía computarizada

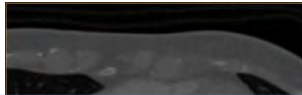
Detección automática de los planos cardíacos



Análisis de la válvula aórtica

- Obtención automática de los planos estándares cardíacos en un volumen de tomografía computarizada.

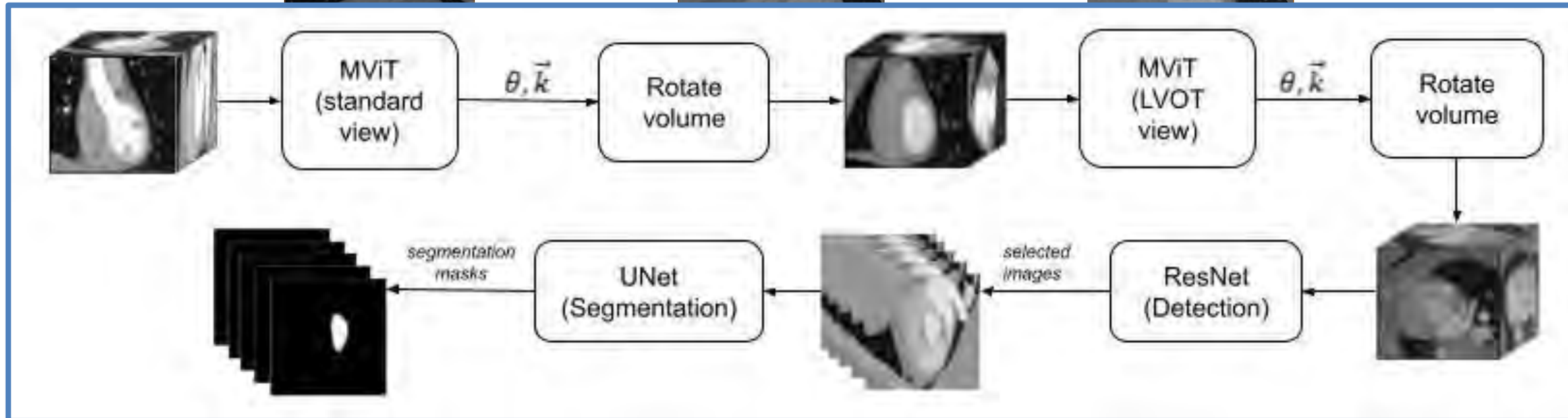
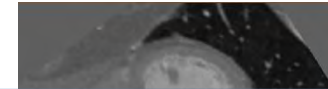
Axial



Estándar



LVOT



Issues with Deep Learning

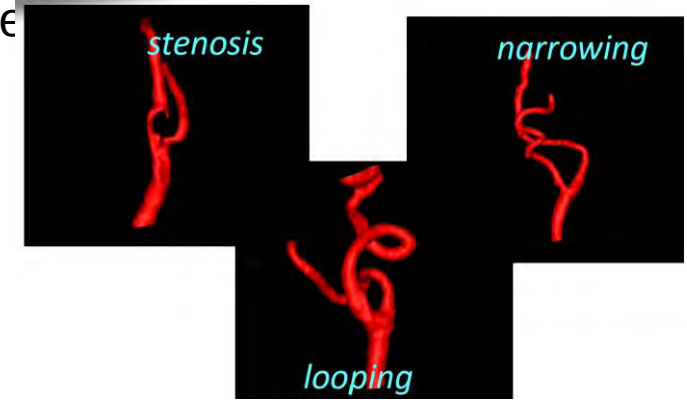
Despite progress, key challenges remain, including the demand for extensive high-quality annotated data and significant computational resources.

- data availability and accessibility
- unbalanced data
- structural variability
- variation in medical imaging modalities
- non standardized data
- annotation complexity
- privacy constraints
- **Interpretability**



Study: 9 observers

Inter- and intra-
observer variability:
30%

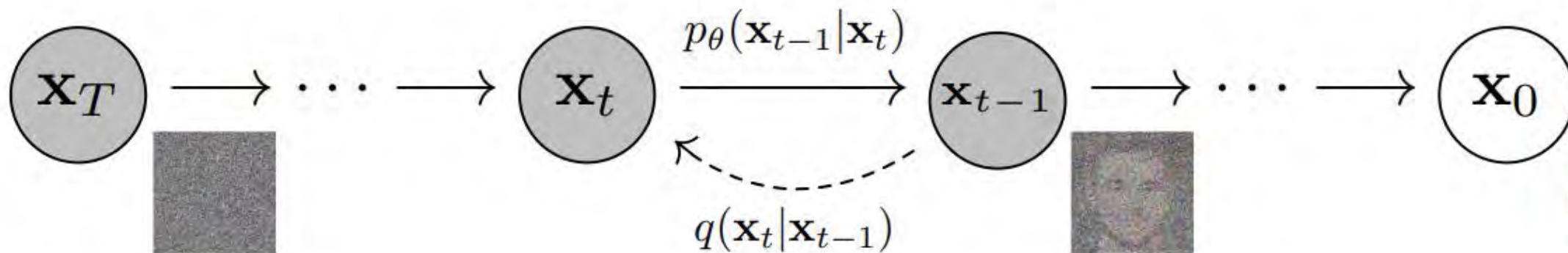
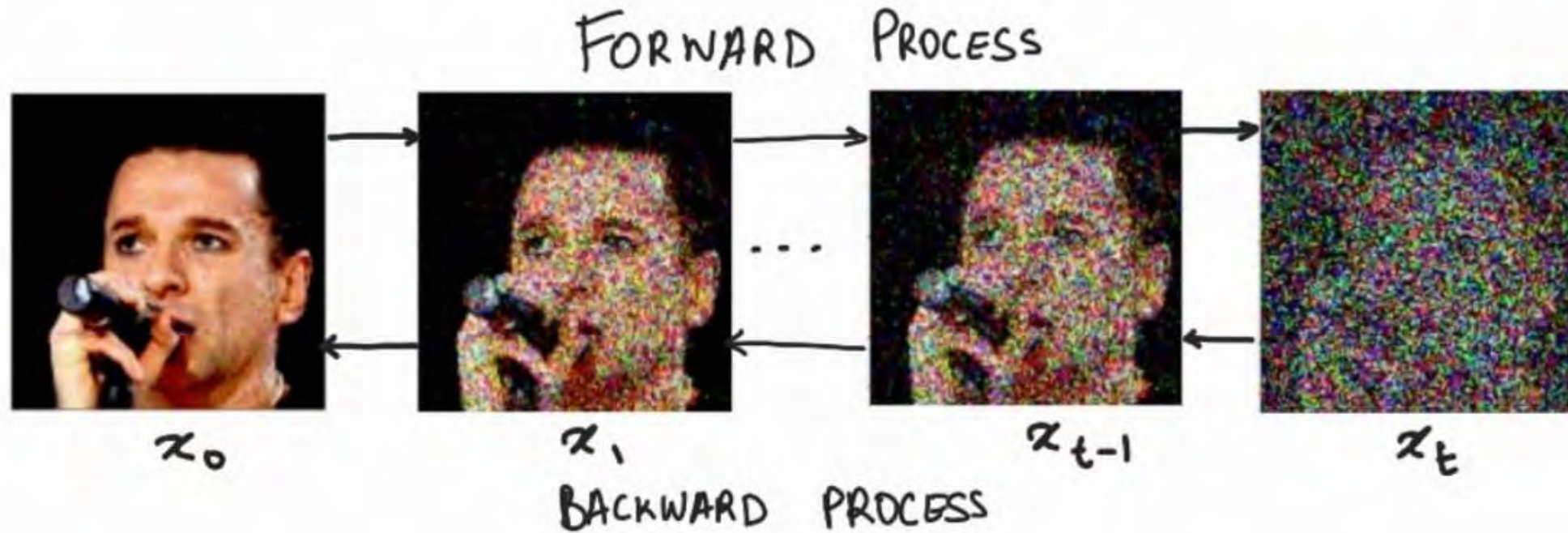


Algunos problemas importantes para automatizar el proceso del Diagnóstico, Tratamiento y Seguimiento clínico

- ¿Cómo obtener suficientes datos para entrenar estos modelos?
¿Cómo evitar el sesgo?
- ¿Qué tan real o falsa es la información que obtengo de un IA Generativa? Puede proporcionar información inexacta y/o engañosa.
- ¿Puedo mejorar el funcionamiento de estos algoritmos para evitar que tarden tanto en entrenarse para aplicaciones nuevas? ¿Como optimizar parámetros del sistema para que sea mas rápido?

IA Generativa

Denoising Diffusion Probabilistic Models (DDPM)



Ho et al,
NIPS 2020

IA Generativa

Prompt: imagen de 'la creación de adán' de Michelangelo, con gatos y perros

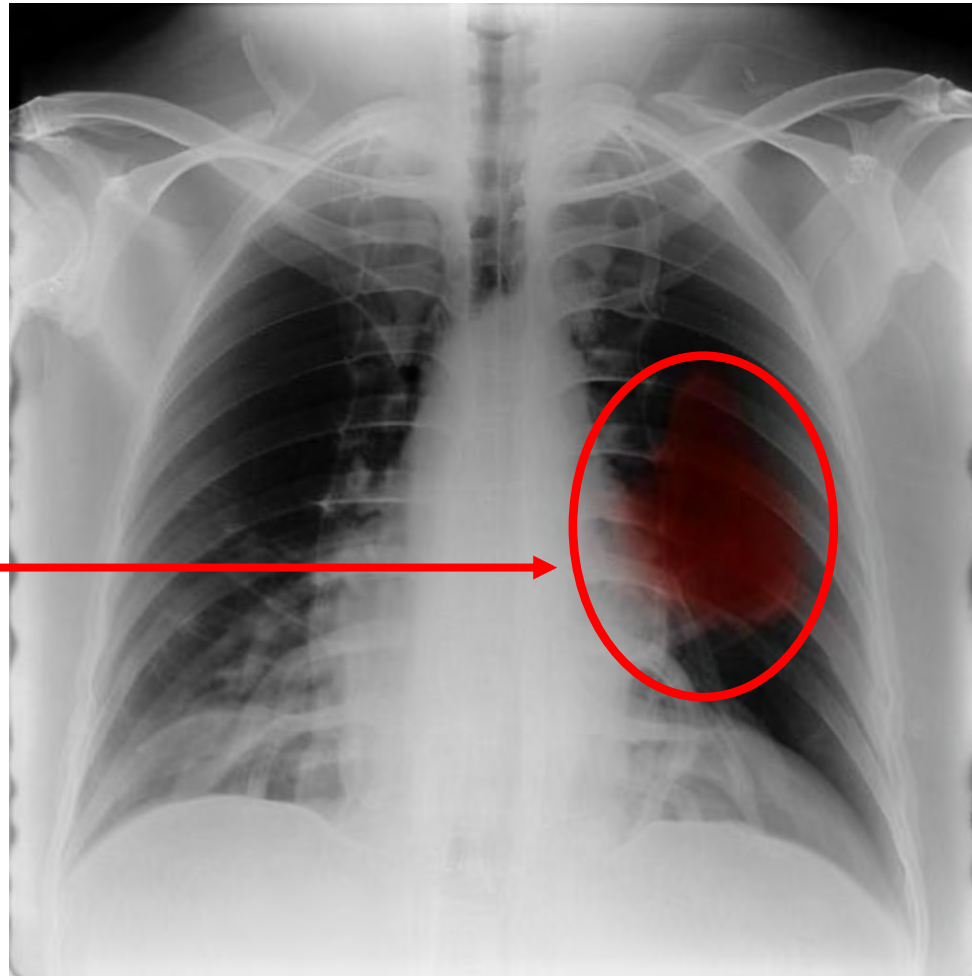


prompt: imagen de la ciudad de Tenochtitlan con estilo futurista,
como ciberpunk



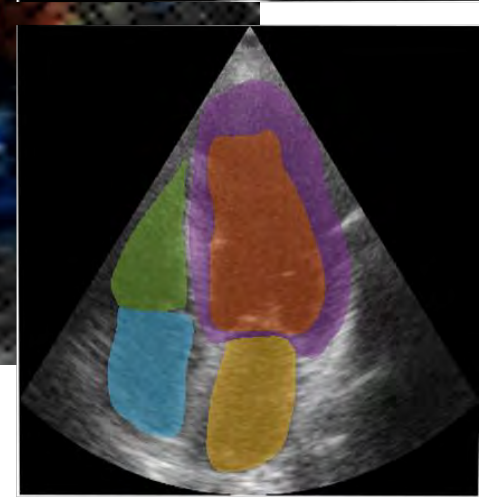
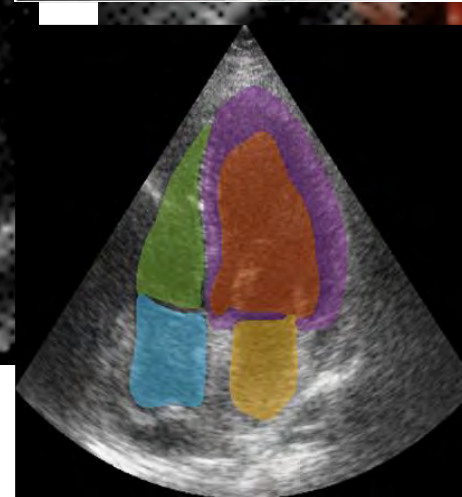
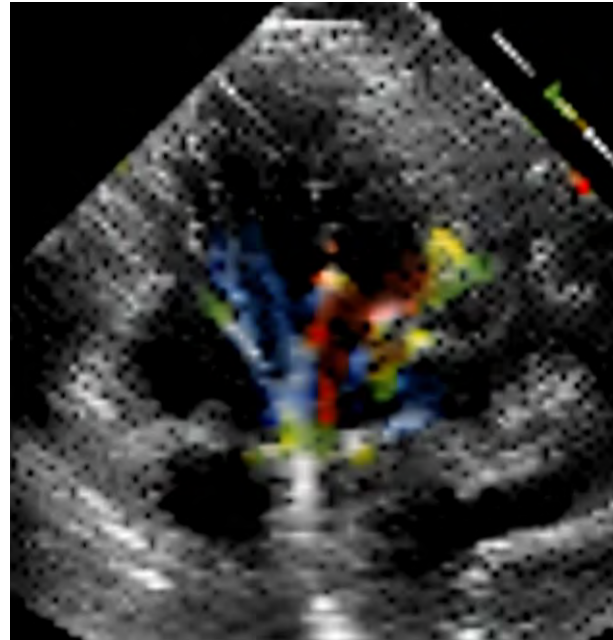
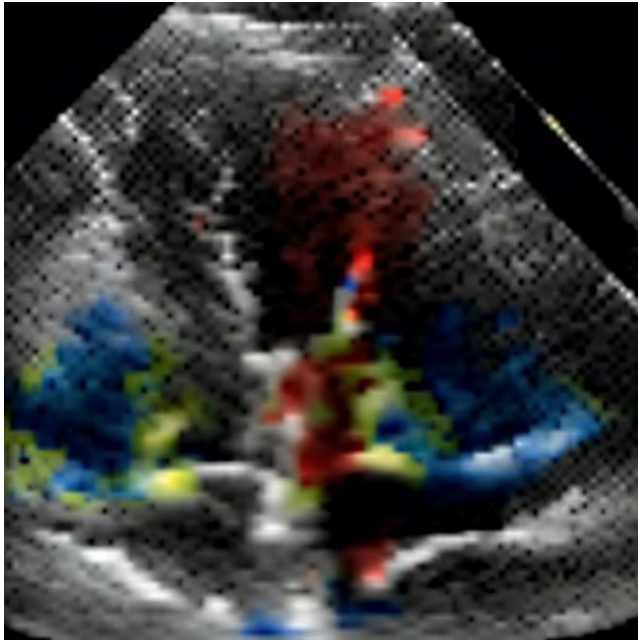
In rare cases, images included segmentation of the lesions.

Poor segmentation
of Pneumonia's
supposed injury



Resulting images after fine-tuning

Poor cavities segmentation



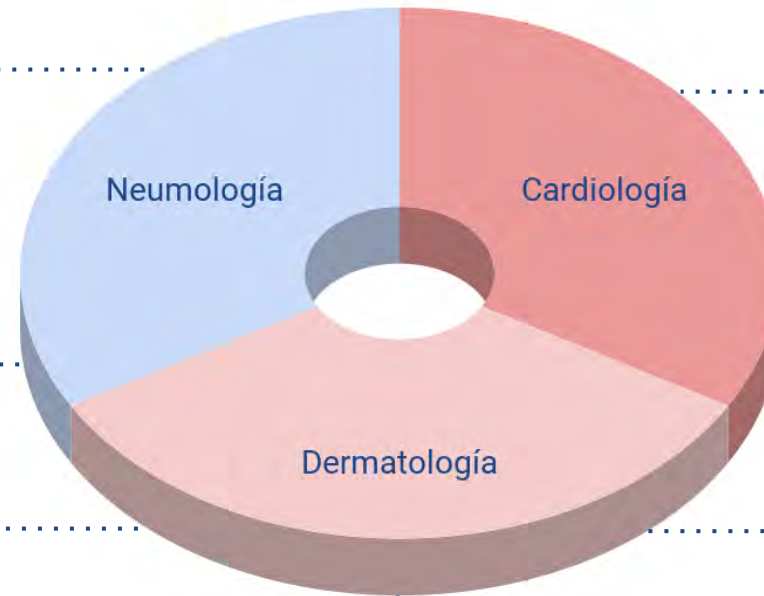
Generación de imágenes médicas artificiales con IA Generativa



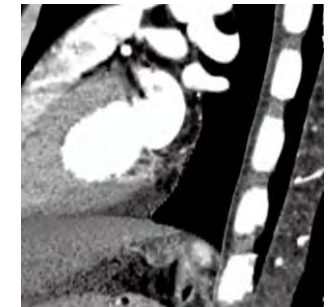
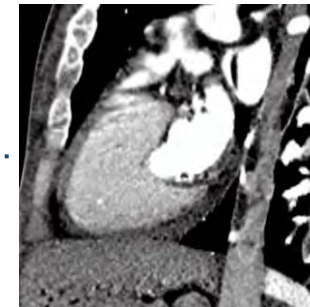
Imágenes artificiales de neumonía por COVID-19



Buscamos compensar la falta de datos disponibles en el área médica 🏥 💊 generando datos artificiales.



Imágenes artificiales de tomografía y ecocardiografía de corazón

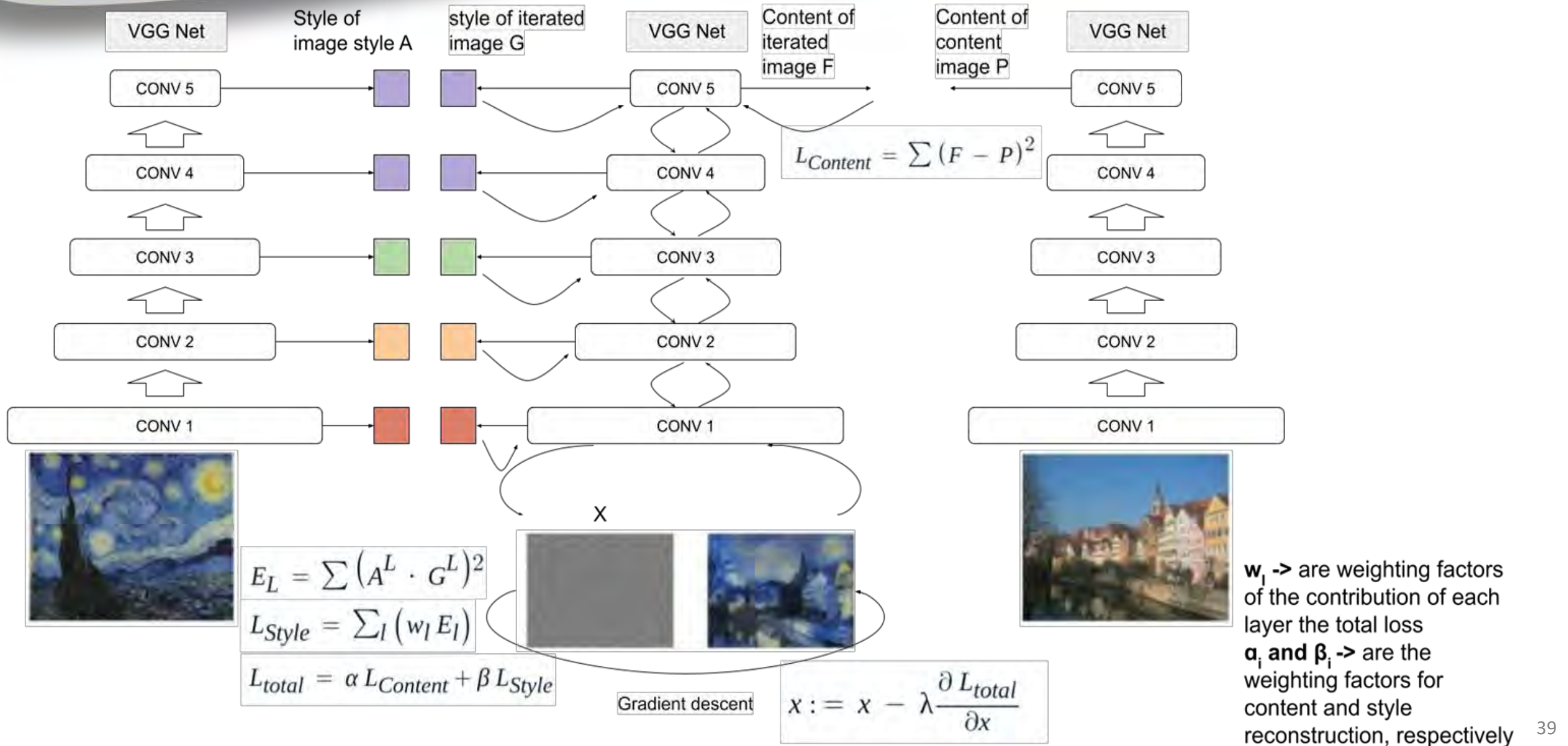


Queremos entrenar redes neuronales 🧠 capaces de identificar diferentes afecciones 🧬 🧑 .



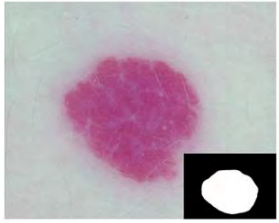
Imágenes artificiales de melanoma (cáncer de piel)

Algorithm of Neuronal Style Transfer (NST)

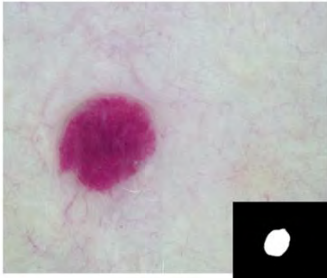


Ejemplos de imágenes TEN

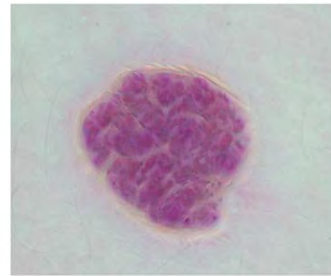
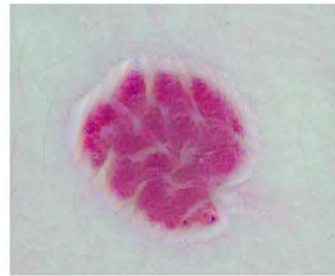
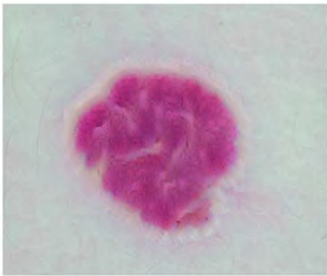
Contenido



Estilos



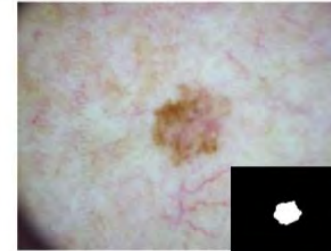
Resultados



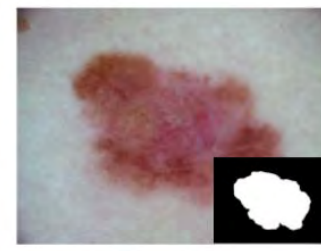
Alan Camargo

2024 Neural style transfer in tiny sets of
ultrasound images for data augmentation

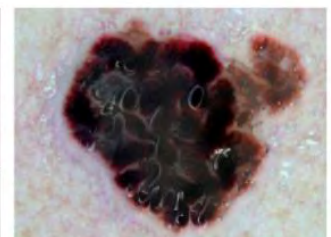
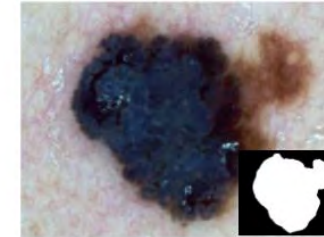
CONTENIDO



ESTILO

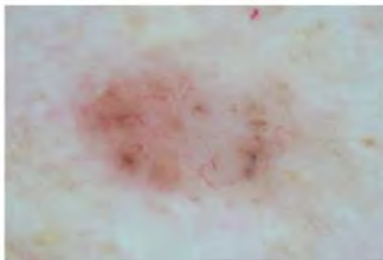


RESULTADO

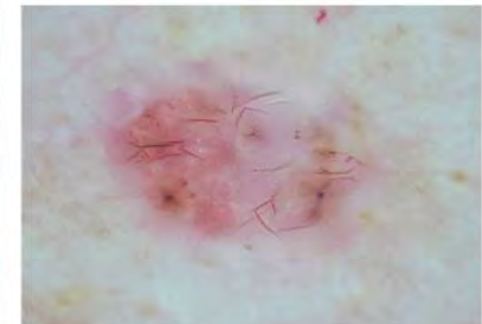
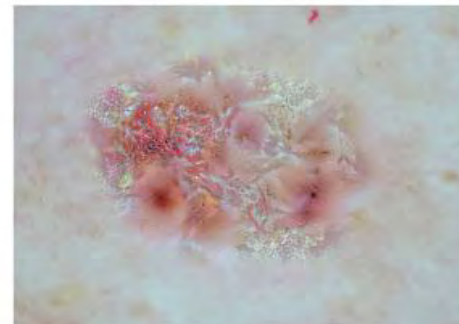
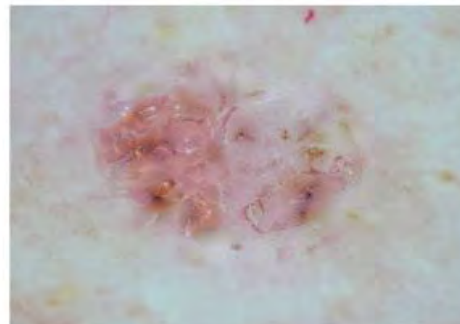


TEN con estilos mezclados

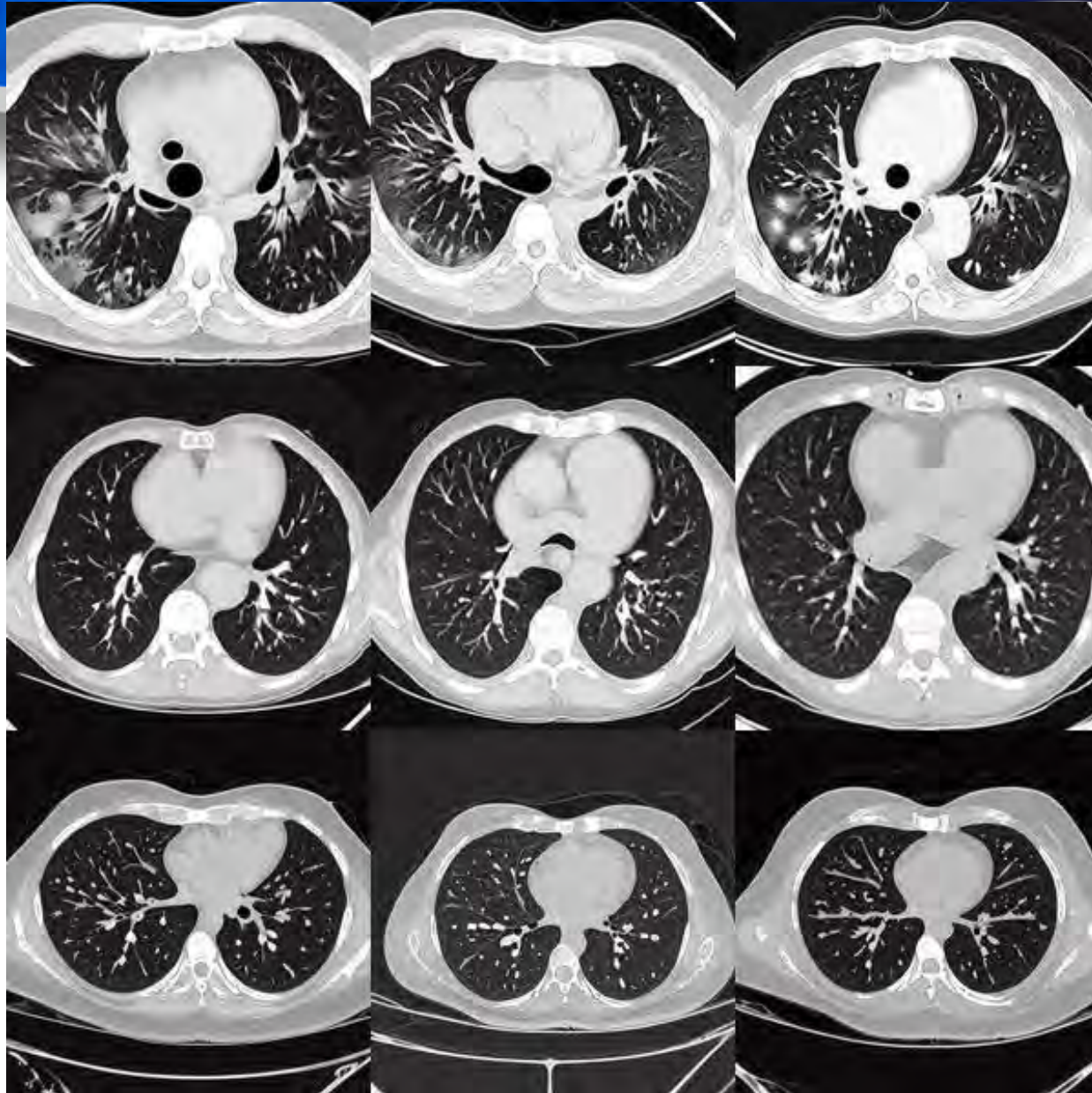
Contenido



Resultados



Neumología



El primer renglón son imágenes de neumonía por COVID-19, el segundo renglón son imágenes de neumonía por causas diferentes a COVID-19 y el tercer renglón son imágenes de pacientes normales

Se generaron 1,000 imágenes sintéticas por clase.

Aumentación de datos vía Interpolación de Cuadros en Videos: Aplicado a videos de ultrasonidos cardiacos

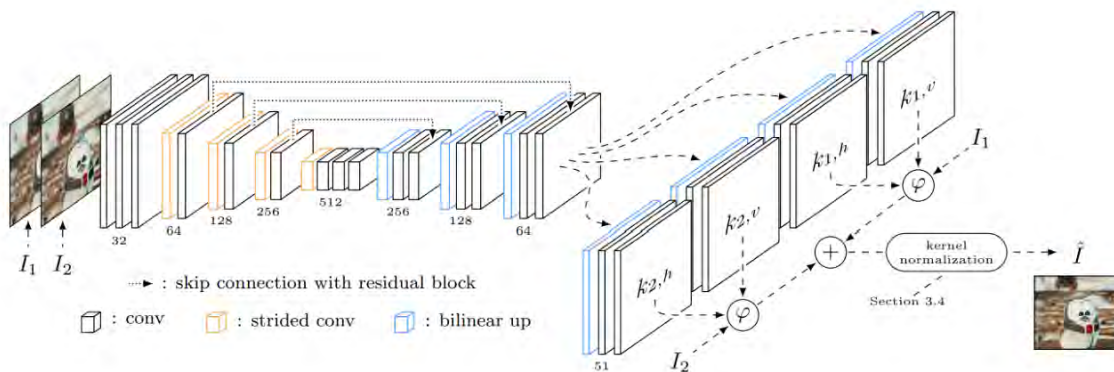


Figura 2.1: Esquema de la red neuronal usada por Niklaus et al. [29]. Esta imagen fue tomada del artículo original [29]



(a) I_1



(b) I_2



(c) Modelo Base



(d) Modelo Ajustado

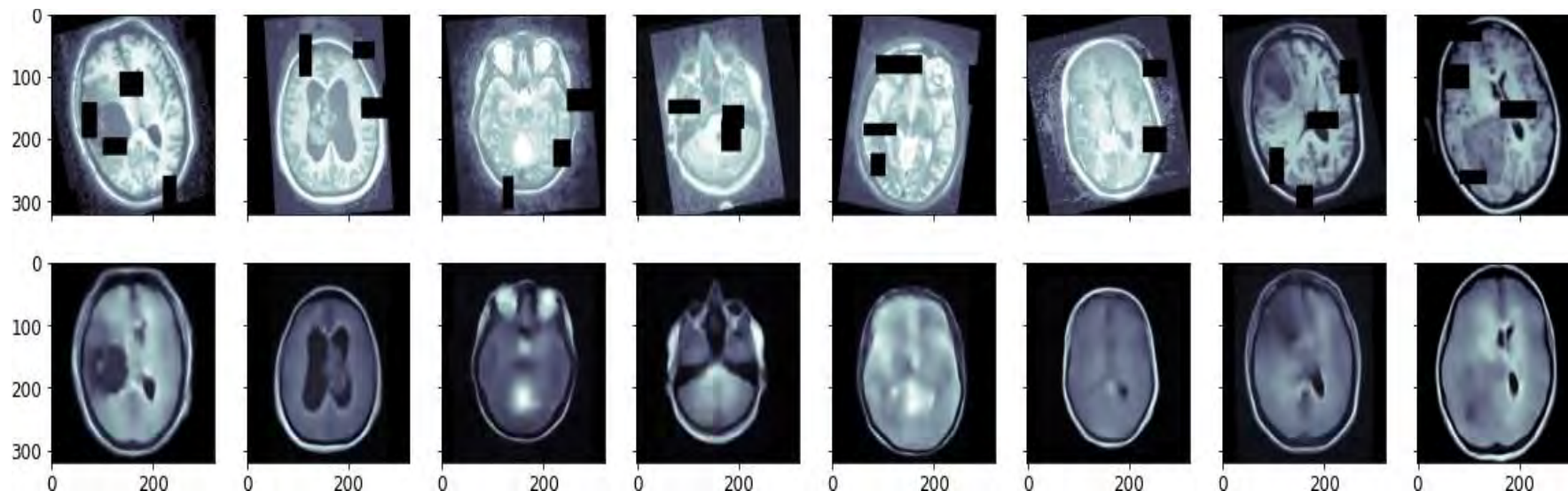
Figura 3.4: Comparación de los resultados no referenciados

Modelado de contexto

Interpretabilidad con IA generativa

Utilizamos **principios de diseño inspirados en arquitecturas de transformers** como contexto y atención.

Para capturar el contexto, utilizamos **aumento de datos extensivo**, incluyendo rotaciones aleatorias, volteos, desenfoque, transformaciones de perspectiva y **borrado aleatorio** (similar a las representaciones de palabras enmascaradas en los modelos de lenguaje), lo que permite que el decodificador **aprenda el contexto mediante la predicción de parches de imagen faltantes o defectuosos**.



PROBLEMA EXPLICABILIDAD

Construir un sistema inteligente para auxiliar el diagnóstico médico que tenga buena precisión y además sea confiable.

Justificación

En las *Directrices de ética para una IA confiable*, la explicabilidad es un requisito importante para lograr la transparencia de la IA, y los métodos de explicación se establecen como métodos para una IA confiable.

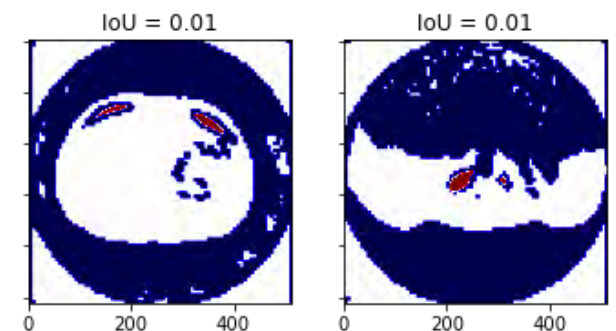
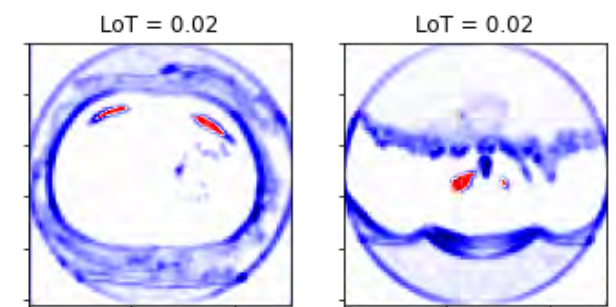
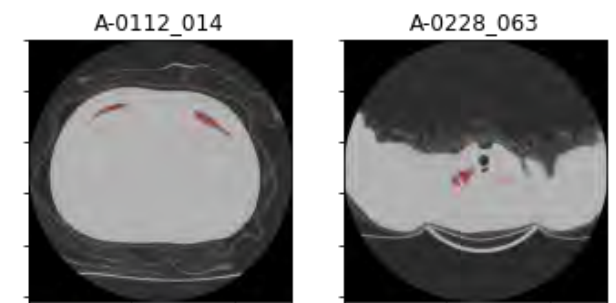
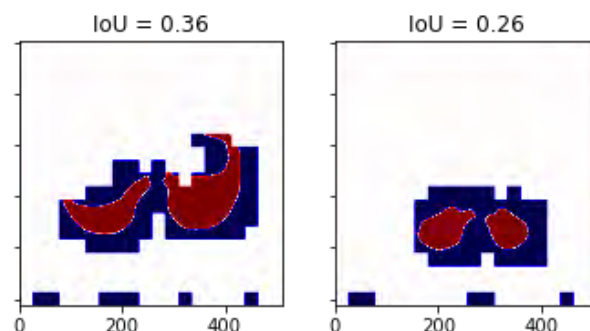
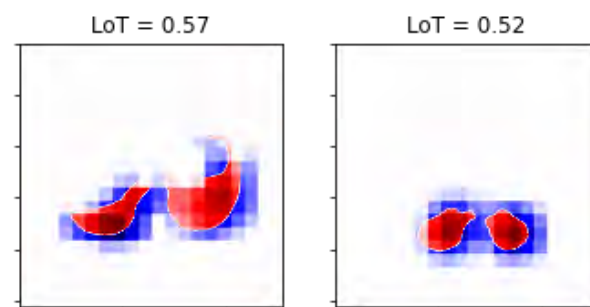
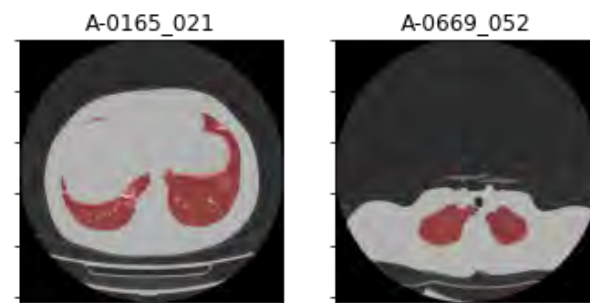
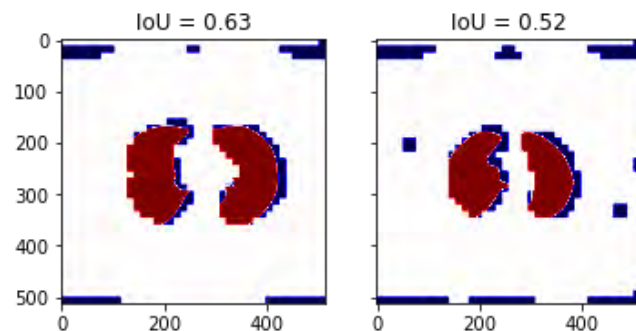
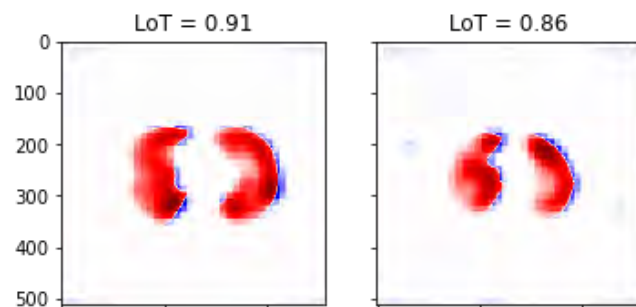
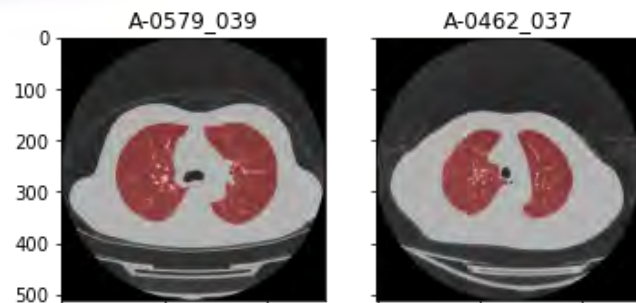
«Machine Learning Interpretability: A Survey on Methods and Metrics»,

Evaluación de la explicabilidad como desempeño de localización

Excelente

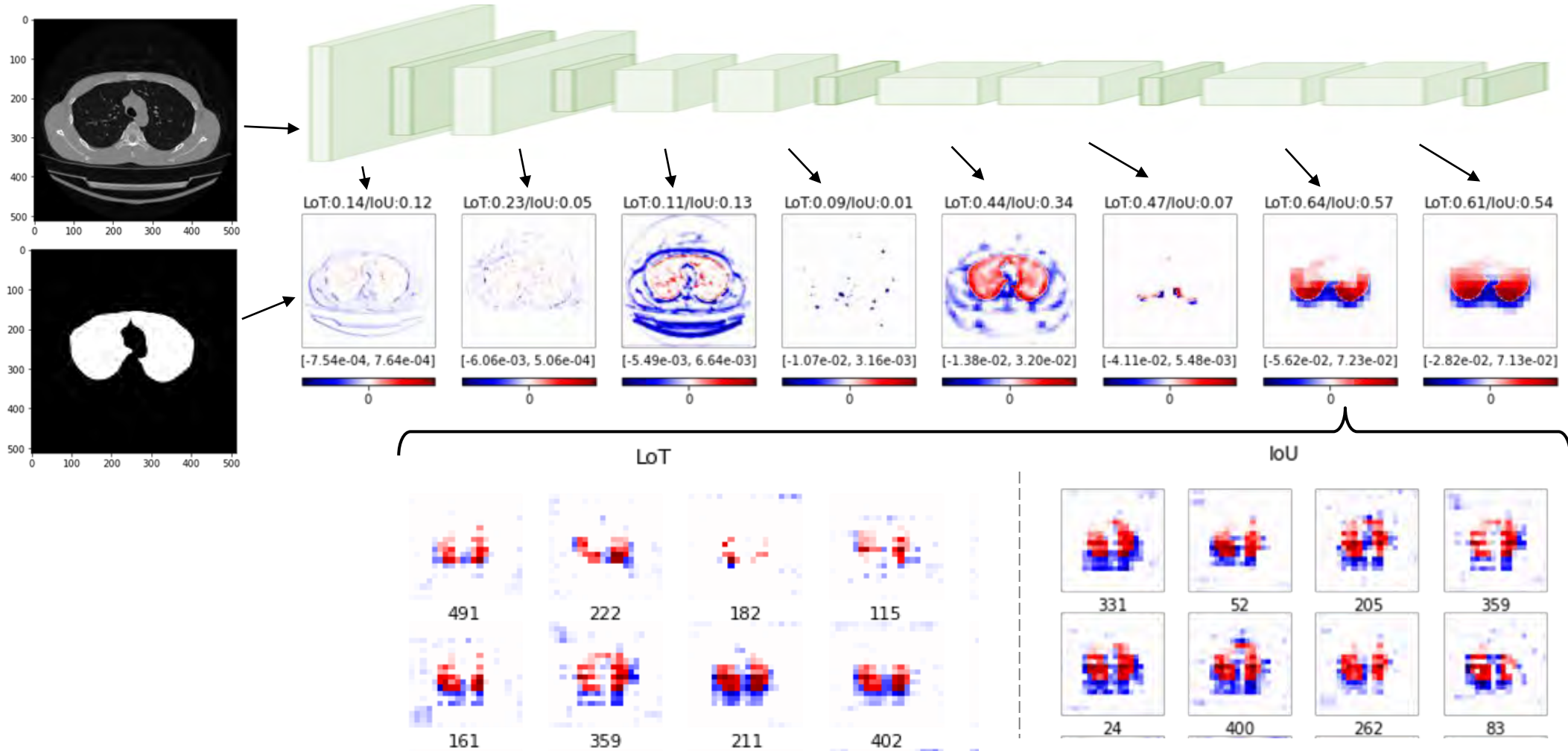
Regular

Nulo



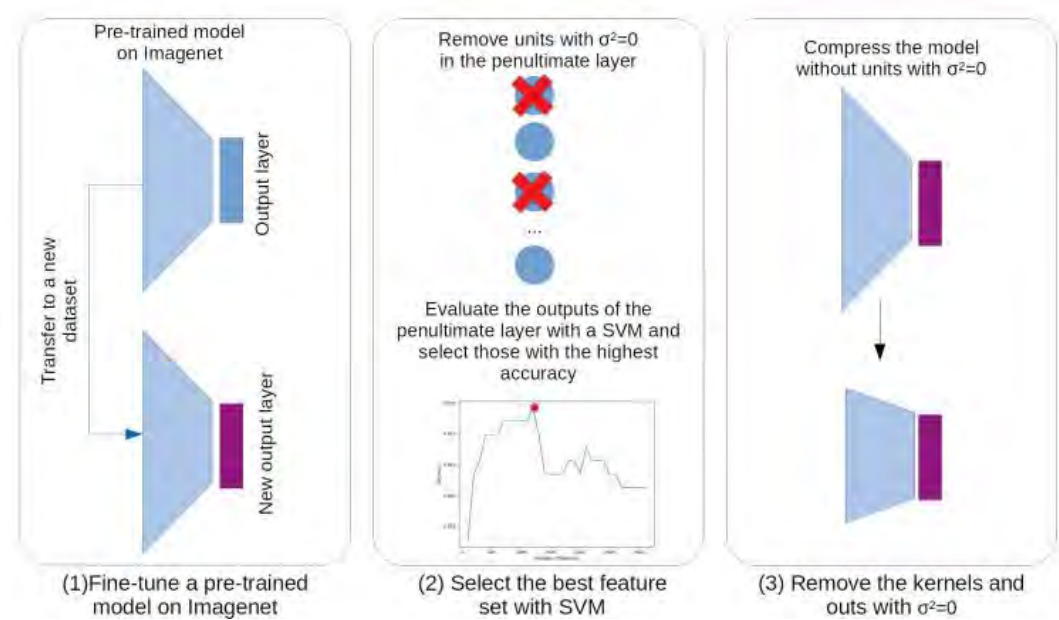
Interfaz visual explicativa

Propagación de relevancia por capa



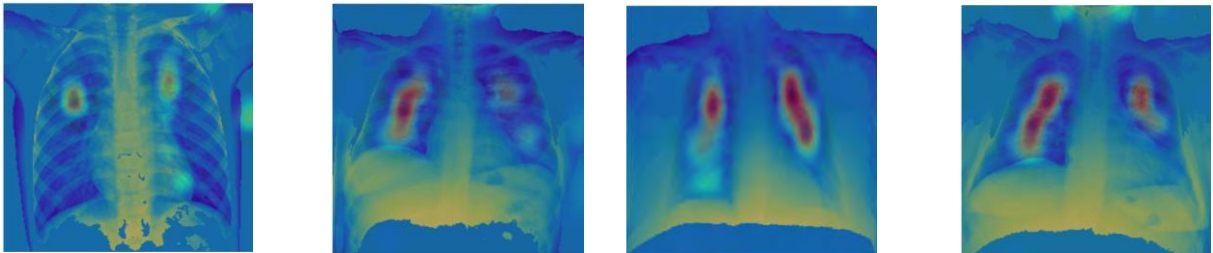
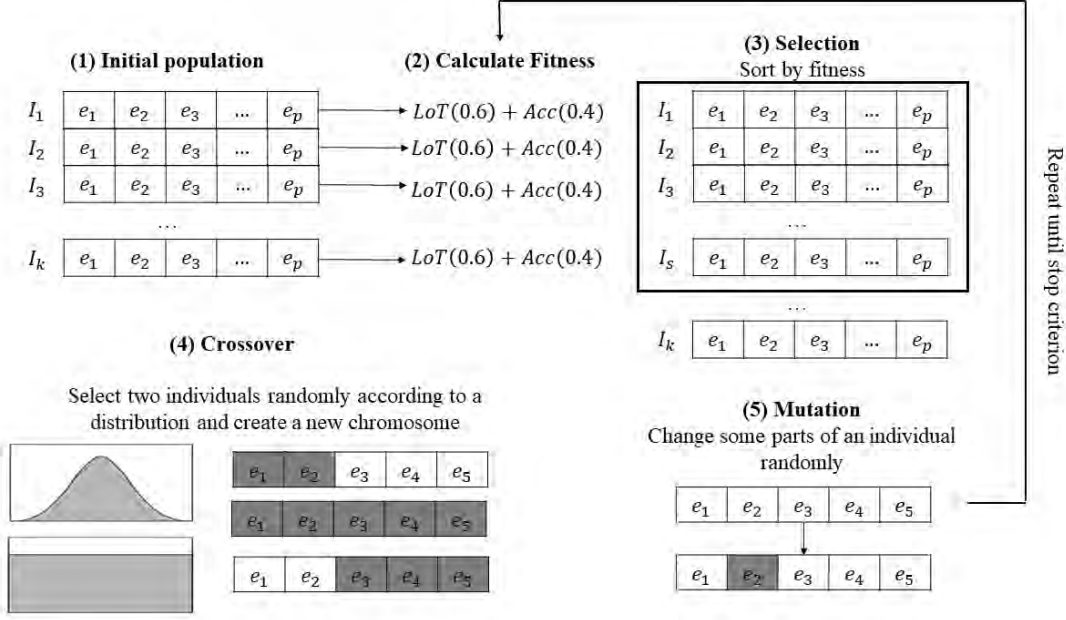
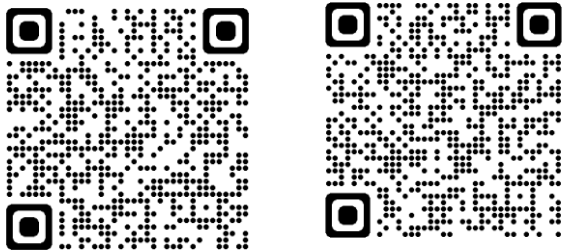
METALEARNING – Modelos Híbridos

Algoritmos genéticos para interpretabilidad de modelos profundos. Se busca optimizar los modelos con los hiperparámetros necesarios para obtener modelos más explicables que con hiperparámetros propuestos en la literatura



Compresión de Modelos. Se busca eliminar las unidades que menos aporten en la inferencia de modelos profundos, llegando a reducir modelos hasta **21%** de sus parámetros

Artículos:



Pancake ice in the Southern Ocean [1]



Raised edges



Sargazo

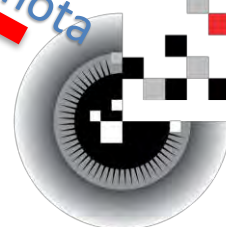


Clasificación

Percepción Remota

Analítica del aprendizaje

Marca de agua

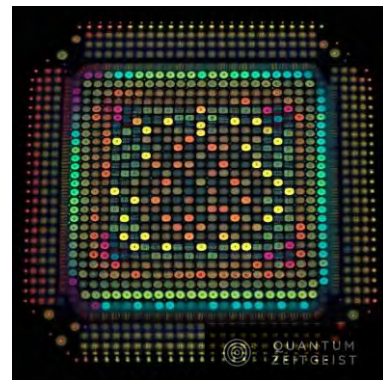


LaPI

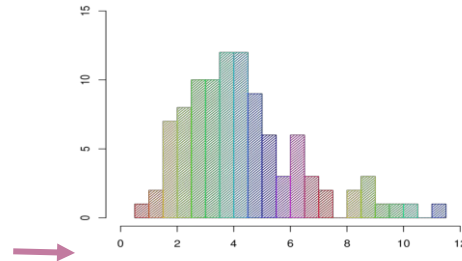
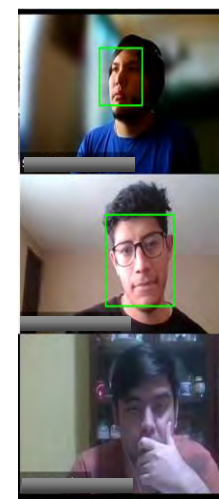
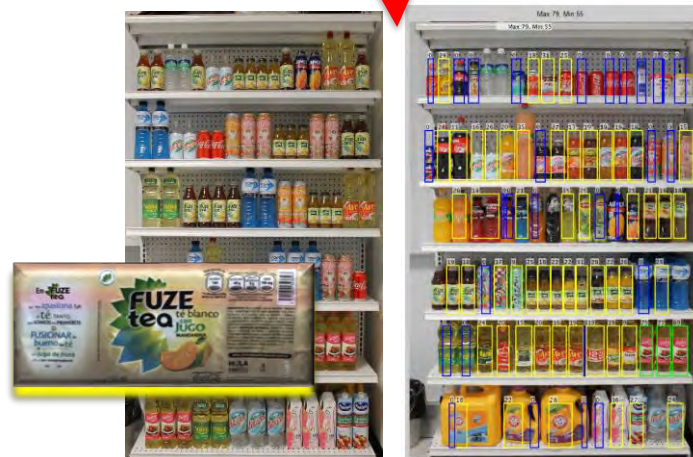
LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Reconocimiento

Computo Cuántico



Recocido Simulado

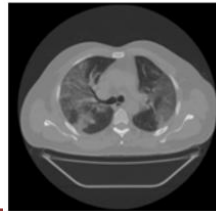
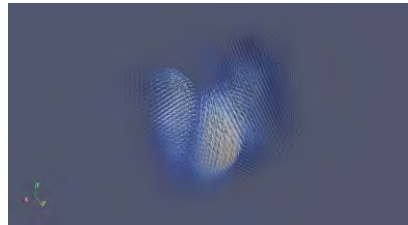


Estado Cognitivo-Afectivo	Minuto																			
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Engaged concentration																				
Delight																				
Surprise																				
Boredom																				
Confusion																				
Frustration																				



DIVERSAS AREAS DE APLICACIÓN DE LA VISION COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

RETOS PRESENTE- FUTURO



Generación de algoritmos multimodales

Sistemas integrados de imagenología

- Capacidades de imagenología multimodal
- Análisis de datos en tiempo real
- Mejora de la eficiencia del flujo de trabajo
- Múltiples agentes trabajando en paralelo



Diagnóstico:

- Falla cardíaca
- Covid-19



Algunos miembros del laboratorio

LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



Rodrigo Ramos



Haydee Hernandez



Victor Corza



Naomi Reyes



Carlos Minutti



Ivan Casasola



Ruben Azuara



Melisa Mateu



Victor Hernandez



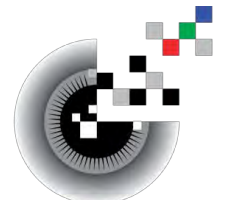
Alan Camargo



<http://lapi.fi-p.unam.mx/>

jolveres@cecav.unam.mx

boris@unam.mx



LaPI

LABORATORIO AVANZADO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES