



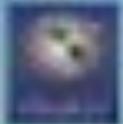
Plataforma para la evaluación rápida de proyectos de Inteligencia Artificial aplicada a la **Imagen Médica** mediante técnicas de **Redes Neuronales**

Carlos Benito Vicente

Jaime de Miguel Criado
Jaime Ferrando Huertas**

Unidad Central de Radiodiagnóstico (UCR). Comunidad de Madrid

**Pytorch Lightning Contributor



INTRODUCCION

- Que la **Inteligencia Artificial (IA)** es un termino de moda estamos todos de acuerdo
- Que no es magia lo intuimos
- La **IA** corresponde a un concepto mas amplio, que sin saberlo lleva mucho tiempo con nosotros, desde que empezó la programación
- En este sentido, la diferencia entre IA y Machine Learning (ML) mediante un ejemplo podemos decir
 - **Inteligencia Artificial**: capacidad de jugar ajedrez.
 - **Machine Learning**: Técnica de entrenamiento para enseñar a jugar ajedrez.

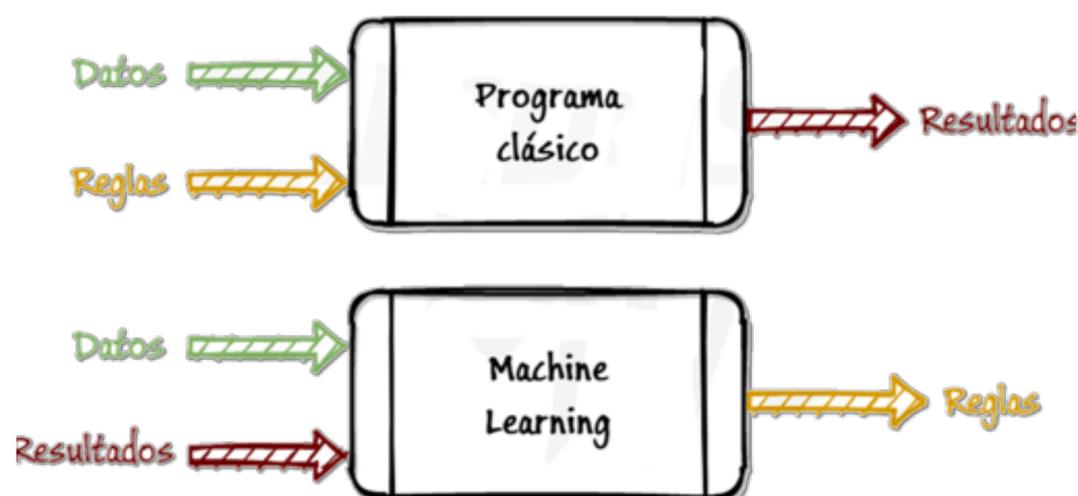


INTRODUCCION

- Pero qué es la IA en un entorno médico y la IA en un entorno médico con imágenes médicas? ➔ **Un poco de paciencia (paso atrás y reenfoCAMOS)?**
- El **Machine Learning** –o “Aprendizaje Automático”- es un subcampo de la Inteligencia Artificial que busca resolver el “**cómo construir programas de computadora que mejoran automáticamente adquiriendo experiencia**”.

El programa que se crea con ML **no necesita** que el programador indique **explícitamente** las reglas que debe seguir para lograr su tarea si no que este mejora automáticamente

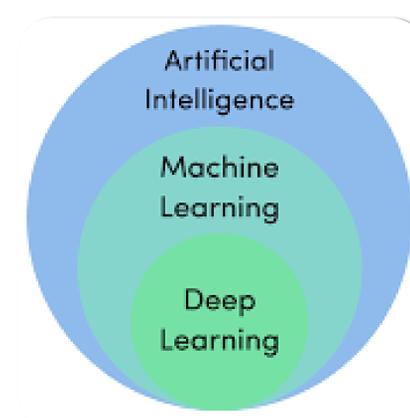
- Esto supone un **cambio de paradigma** completamente distinto a la programación clásica **rígida** basada en reglas “si ocurre X haz Y”
 - Y hablando de imagen sería, “si este grupo de pixel/voxel tiene esta característica haz”





INTRODUCCION

- Aprendizaje Automático **Supervisado**
 - En el entrenamiento **incluyen la solución deseada, llamada “etiquetas” (labels). Es un entrenamiento tutorizado. Este es el camino elegido por nosotros**
- Aprendizaje Automático **No Supervisado**
 - El aprendizaje es autónomo, descubre "patrones" sin ayuda.
- Seguimos con los apellidos, además del aprendizaje automático como apellido de la IA le vamos a poner un segundo apellido a lo que necesitamos como especialización muy eficaz en el enfoque de Imagen **Deep Learning o Aprendizaje profundo**



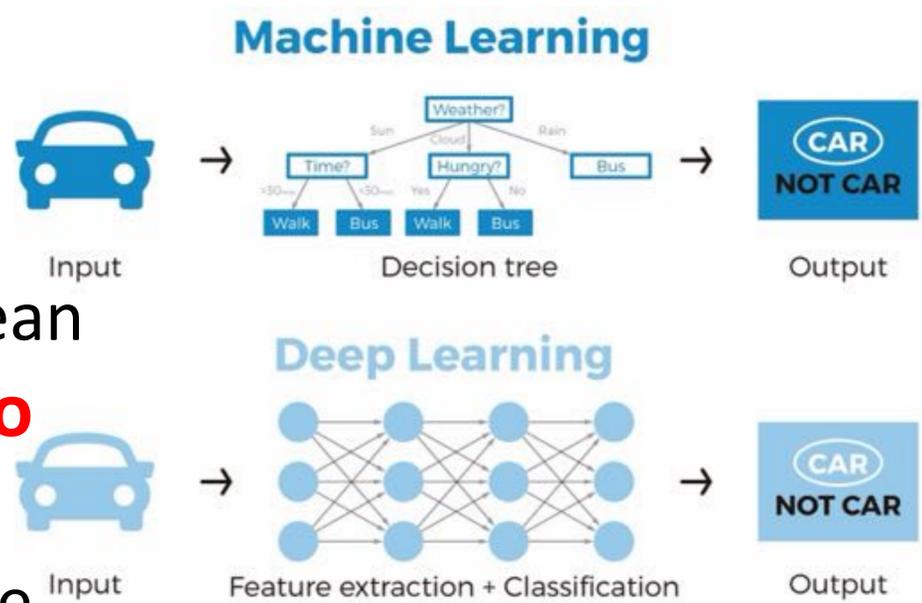
- El **Deep Learning** se apoya en las redes neuronales como soporte metodológico



INTRODUCCION

Esta descripción nos va a ayudar a entender ambos paradigmas ML vs DL

- En **ML** se han creado unas reglas previas **ESTATICAS** que guían el proceso del flujo de información del algoritmo que procesa los datos de entrada. **Están codificadas de antemano**



- EN **DL (Redes Neuronales)** no se crean dichas reglas sino que la red **se auto codifica** mediante un proceso iterativo de castigo y premio durante la fase de entrenamiento de La red



Esta es nuestra opción

- Cuantos **mas datos** para entrenarla **mas precisa** será la red
- Hay muchos tipos de redes, cada una especializada en una categoría de problemas específica: **Clasificación, Predicción, Deteccion, Procesamiento del Lenguaje Natural, ...**



INTRODUCCION

- Si fijamos el marco de trabajo: **IA aplicada a Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para Visión Computacional**, nos preguntamos
- **¿Porqué utilizar CNN para tareas de CV en imagen médica?**
 - Se adapta muy bien a la naturaleza de procesamiento de la información
 - El gran número de iniciativas y desafíos (**challenges**) a nivel mundial que se publican para los distintos casos de uso
 - Facilidad para crear modelos de redes muy a medida de los objetivos, **escalabilidad**
 - Fruto de ese volumen exponencial de iniciativas hay un gran **desarrollo de librerías** cada vez mas eficaces
 - Crecimiento exponencial de **datasets públicos** para desarrollo de esas iniciativas

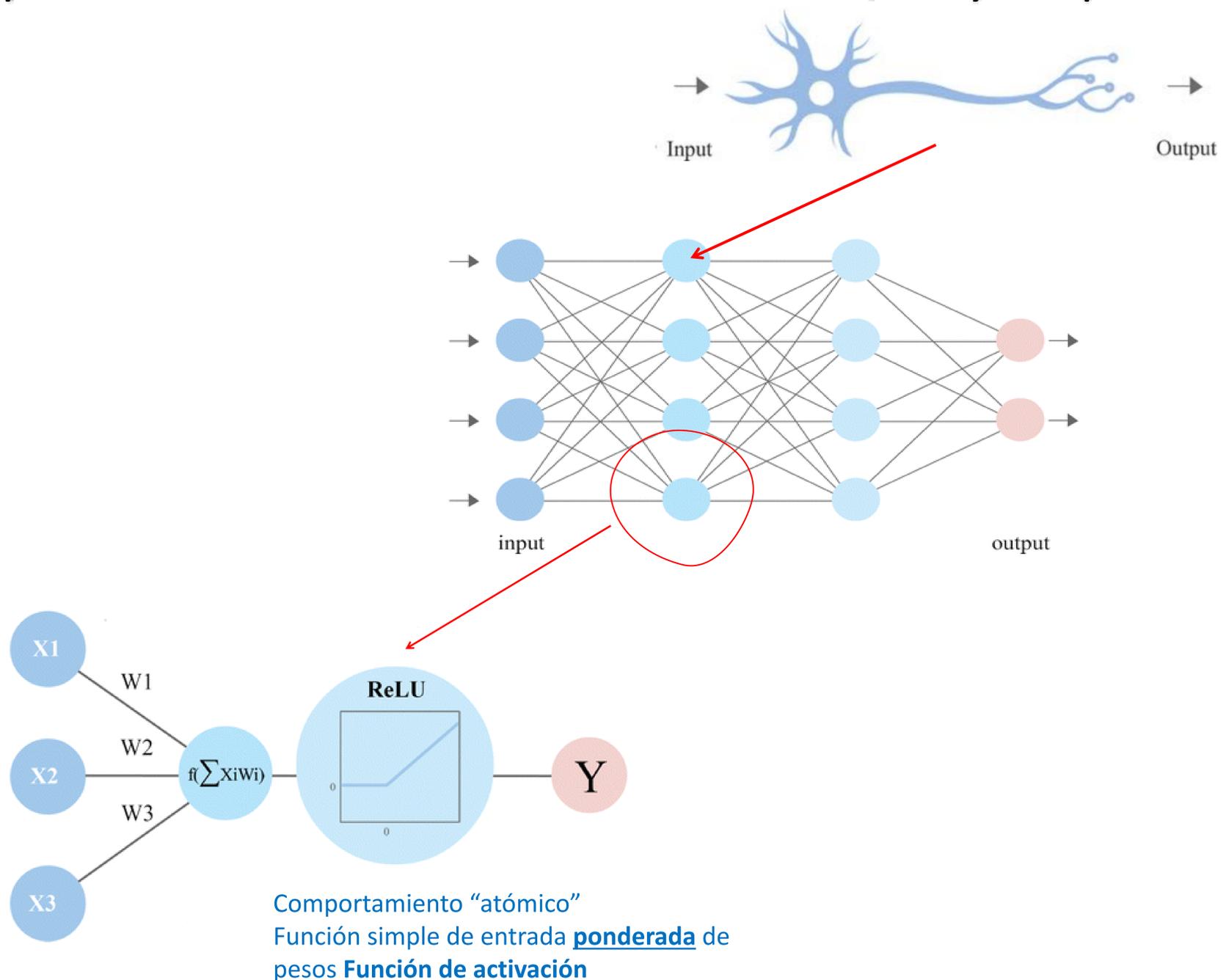


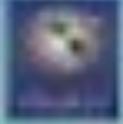
Ejemplo: Detección y clasificación de fractura de muñeca



INTRODUCCION

- Retrocedemos, de manera muy esquemática, **QUÉ ES UNA RED NEURONAL**
 - Parte del concepto de copia del comportamiento de una neurona
 - La **interconexión ordenada** de neuronas conforma una **red neuronal**
 - La clave es precisamente esa interconexión, que como esperábamos es una formula matemática, muy simple





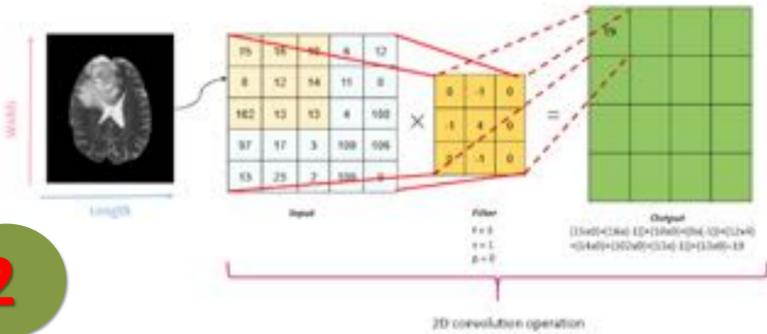
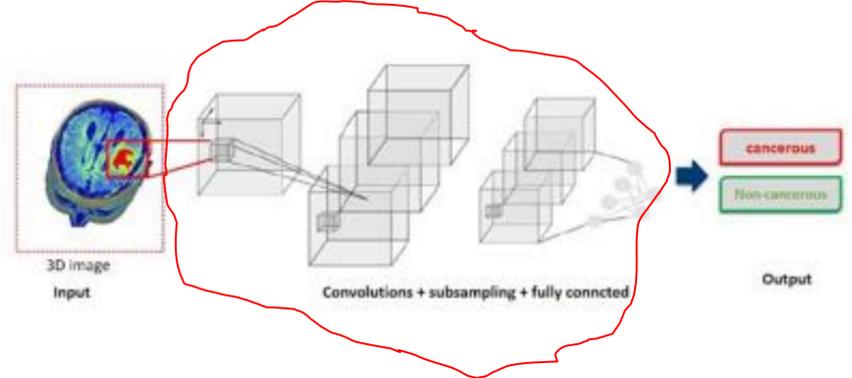
INTRODUCCION

- Que pasa dentro de una red neuronal

Se define numero de capas de la red

1

Red Neuronal



2

Filtros matriciales para cada pixel

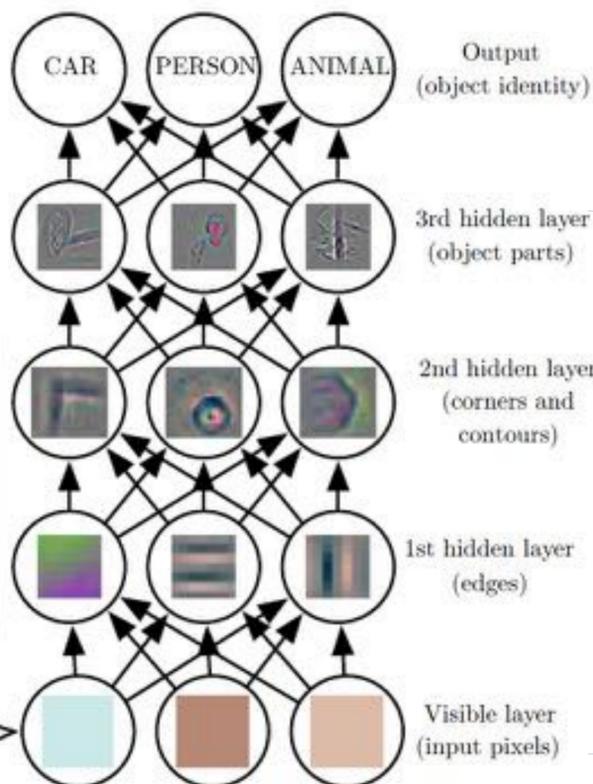
3

Proceso inferencia: entrada → Salida

Clasificación



Imagen de entrada



Extracción características De más concretas a mas abstractas



INTRODUCCION

- Por tanto en el mundo de la imagen, para qué nos ayudan funcionalmente las redes neuronales?
 - Permiten ser configuradas a medida del problema (1)
 - Se alimentan de muchos datos y son muy rápidas procesando información porque lo hacen en paralelo (2)
- Centrado en **aprendizaje supervisado** nos permiten apoyarnos en referencias o etiquetas que tomaremos como norma.
 - *Esas etiquetas servirán de experiencia para entrenar la red* (3)
- Una vez entrenada estará preparada para pedirle inferencias (4)

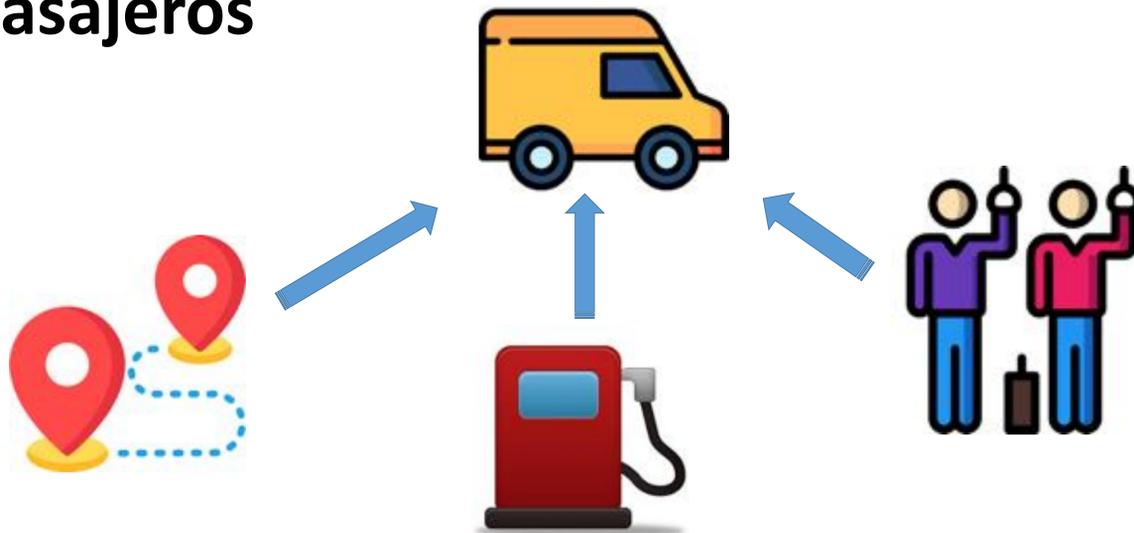


YA TENEMOS UN PROYECTO DE IA EN MARCHA

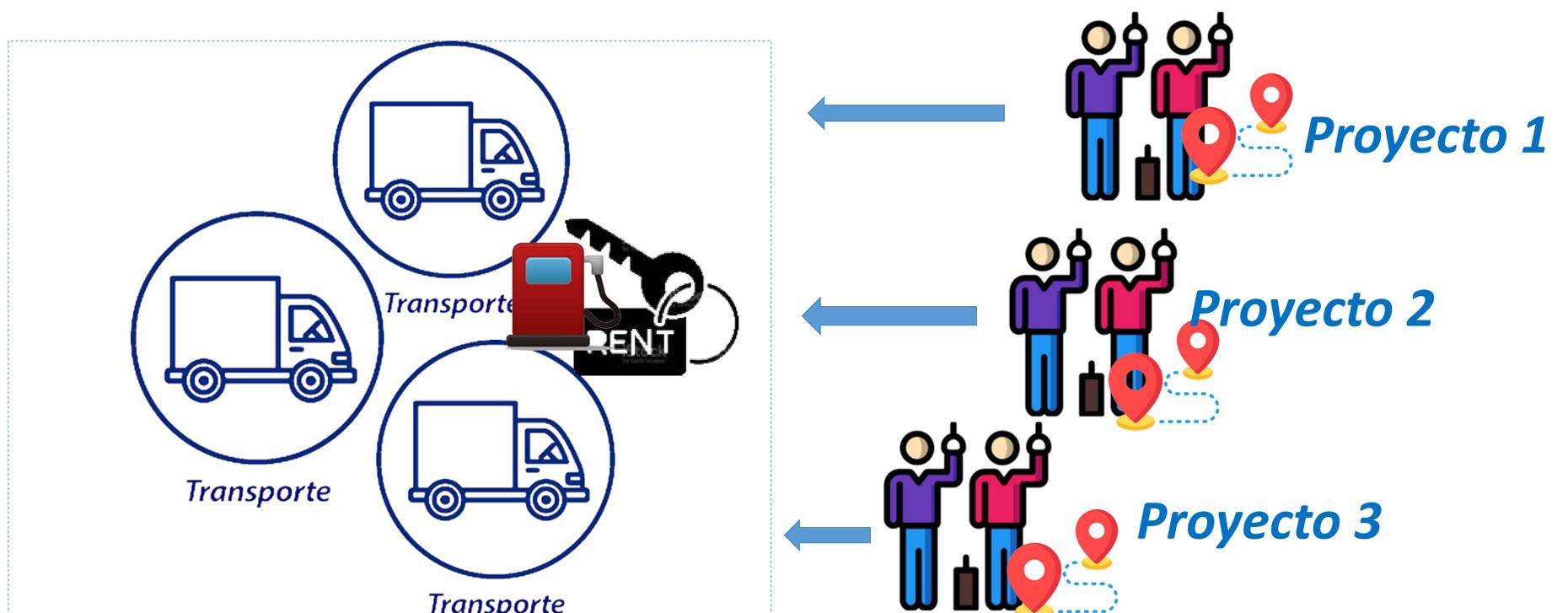


OBJETIVOS

- Ya estamos preparados, cuando empezamos?, vamos a organizarnos
- Sabemos qué es una red neuronal, ya tenemos el **coche**, ahora nos hace faltan tres cosas: Un **destino**, **gasolina** y **pasajeros**



- Pero si pensamos con el foco mas abierto, ¿porqué no montar una empresa de transportes? ¿y si fuera de alquiler para poder pagar solo por el uso?



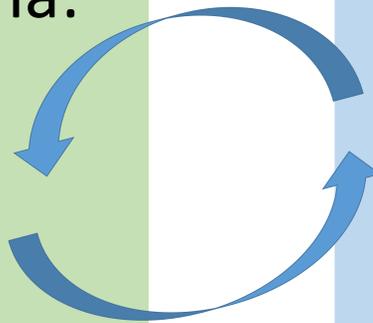


OBJETIVOS

Mapa de **Interesados** y **Retos**

• La **empresa** proporciona:

- Vehículo
- Gasolina
- Conocimiento del vehículo

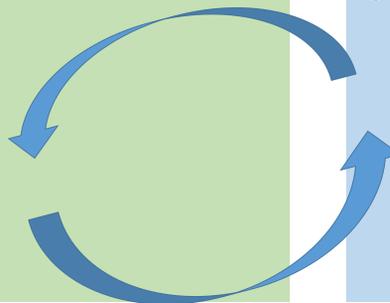


• El **cliente** necesita:

- Alguien que le ayude
- Verificar un objetivo
- Infraestructura tecnológica
- Conocimiento científico

• La **empresa** necesita:

- Destinos
- Clientes



• El **cliente** aporta:

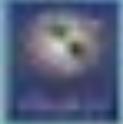
- Conocimiento experto en un campo concreto
- Un caso de uso concreto

Vehículo == IT

Gasolina == Datos

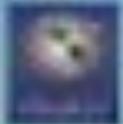
Conocimiento == Clientes

Casos == Destinos



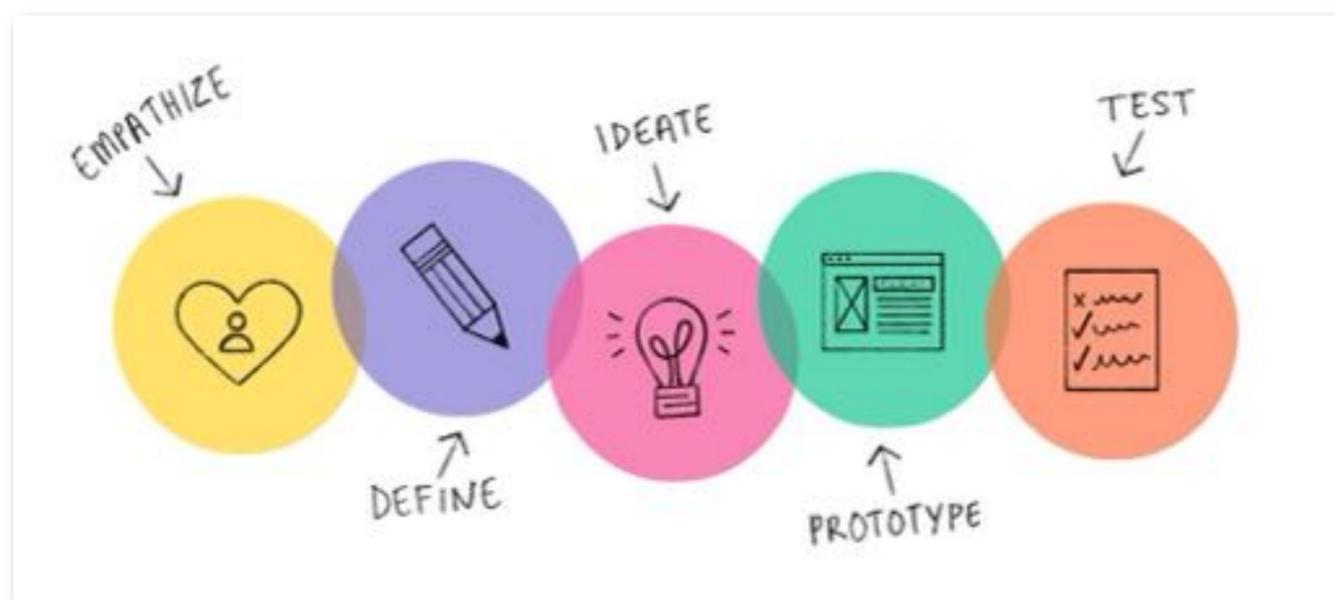
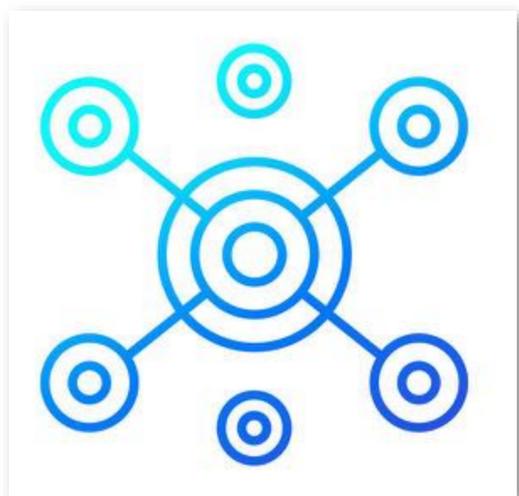
OBJETIVOS

- La empresa de transportes de alquiler nos permite ver el problema como **un paradigma de facilitador de IT y metodología de problemas clínicos programables**
 - Los clientes, médicos en su mayoría necesitan resolver un caso de uso concreto (abordaje de una patología concreta) mediante procesamiento de visión computacional, para el que creen que la IA puede ayudarles
 - Tiene sentido para el cliente poder probar el vehículo antes de comprarlo y por tanto subcontratar un servicio que para él no es capaz de resolver con un alcance en objetivos de tiempo y calidad muy bien acotado, si tras el resultado es viable es posible que me compre el coche, o lo alquile por mas tiempo



OBJETIVOS

- El proyecto tiene por tanto el objetivo de poder **demostrar que esta empresa tiene sentido**
- Proponemos implementar una plataforma de **evaluación rápida** de proyectos de procesamiento de imágenes médicas mediante IA, aplicando métricas efectivas pero con un alcance de conjunto de datos **limitado** y criterios de efectividad razonables . La **extrapolación** de esos resultados decidirá si el proyecto finalmente se lleva a cabo.
- Por tanto permitirá acelerar el proceso de creación de soluciones, como paradigma de interacción **Design Thinking**





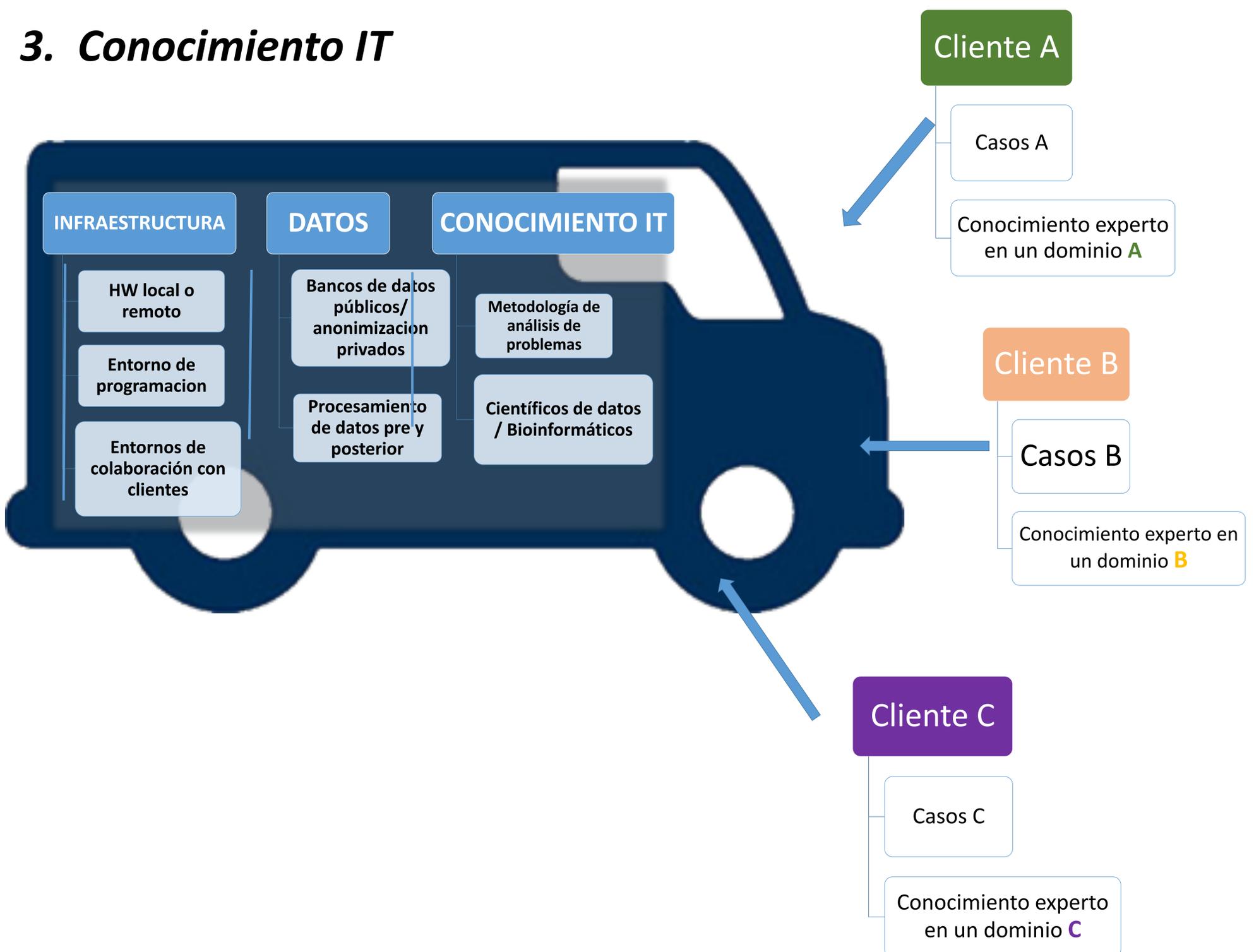
MATERIAL Y MÉTODOS

Para saber **qué** necesita esta plataforma

1. Infraestructura

2. Datos

3. Conocimiento IT



Por tanto vamos a desarrollar cada punto

MATERIAL Y MÉTODOS

1. INFRAESTRUCTURA

- Las redes neuronales necesitan dos tipos de infraestructuras, de **entrenamiento** y de **inferencia**

- **ENTRENAMIENTO**: Gran potencia de cálculo, basado en tarjetas

Las soluciones en cloud aportan muchas ventajas por la oferta de proveedores.



- **INFERENCIA**: No demandan máquinas de gran potencia
- Entornos de programación y marcos (frameworks): En este caso basado en Python por el gran avance en librerías dedicadas
 - **MONAI** (Medical Open Network for AI)
 - **PyTorch Lightning**
 - **Pytorch TorchServe**
 - **NVIDIA CLARA**: An Application Framework Optimized For Healthcare And Life Sciences Developers

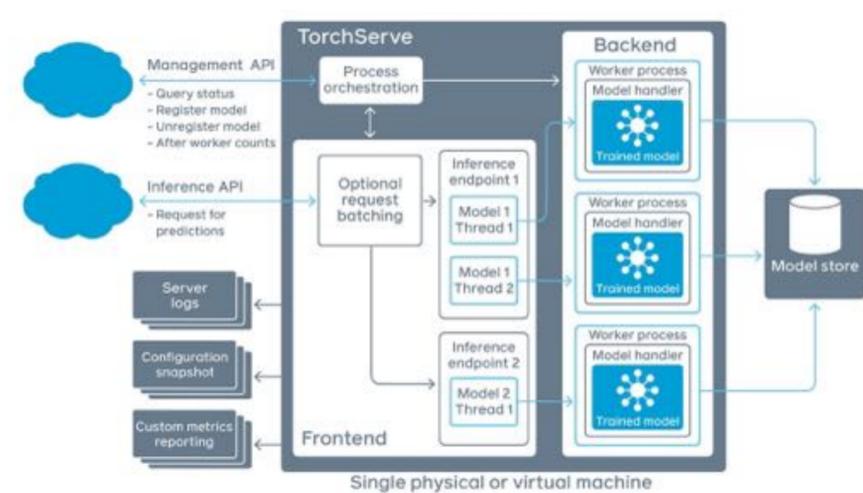


Fig: Arquitectura TorchServe



MATERIAL Y MÉTODOS

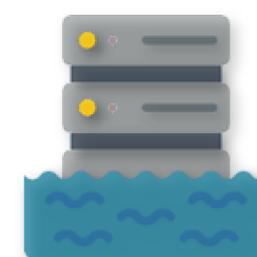
2. DATOS

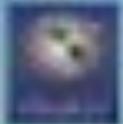
- Las redes neuronales necesitan una ingente cantidad de datos para tener los valores de precisión, sensibilidad y especificidad adecuadas, aunque en esta propuesta jugamos precisamente con esta escala



- Existen multitud de data lakes que nos permite acceder de manera fácil a estos datos en función del dominio al que nos enfrentamos

- **AIMI Center** : *Stanford Center for Artificial Intelligence in Medicine and Imaging*
- **The Cancer Imaging Archive**
- **Kaggle challenges and Datasets**

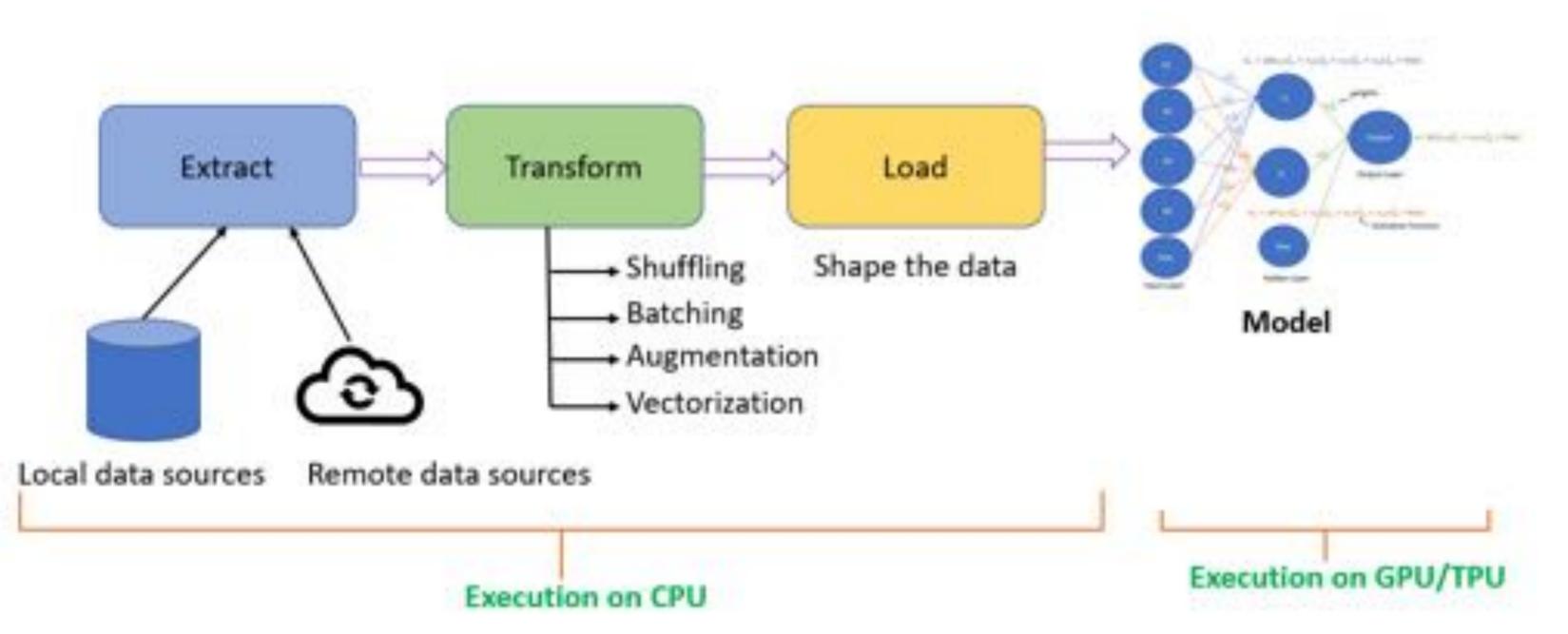




MATERIAL Y MÉTODOS

2. DATOS

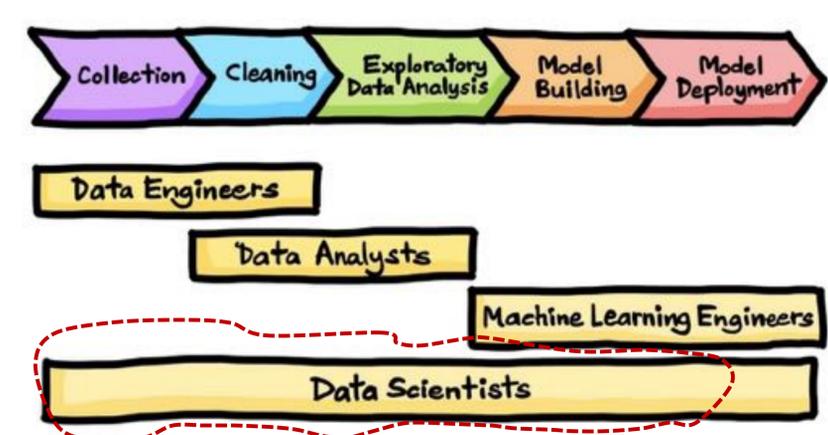
- También es posible acceder de manera anónima a datos de nuestro centro aunque por supuesto con todos los permisos y protección de datos
 - Como nos recomienda la metodología por supuesto a mayor **volumen** y **balance** entre clases mayor será la efectividad de nuestra red
 - En general nuestra secuencia o pipeline de procesamiento en cualquier proyecto será siempre el siguiente



MATERIAL Y MÉTODOS

3. CONOCIMIENTO IT

- Personal:
 - Es necesario una gran especialización en este campo, y por tanto **Científicos de Datos** que aporten rigor en la aplicación de la metodología correspondiente
- Proceso de ciencia de datos



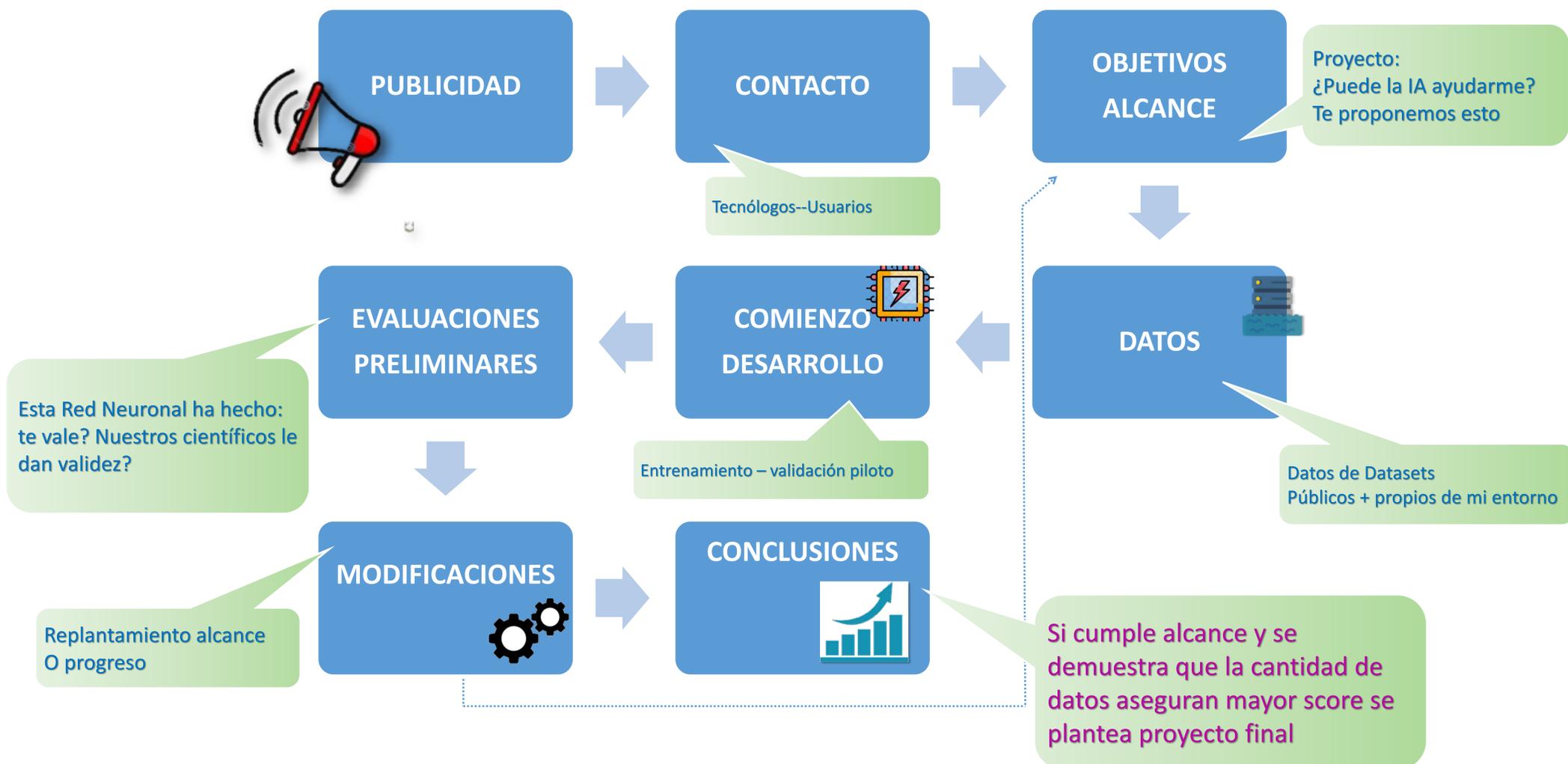
HUB DE LA PLATAFORMA

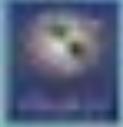
- Entendemos la plataforma como un HUB tecnológico y humano para conectar **oferta** y **demanda** de **tecnología** e **ideas**



MATERIAL Y MÉTODOS

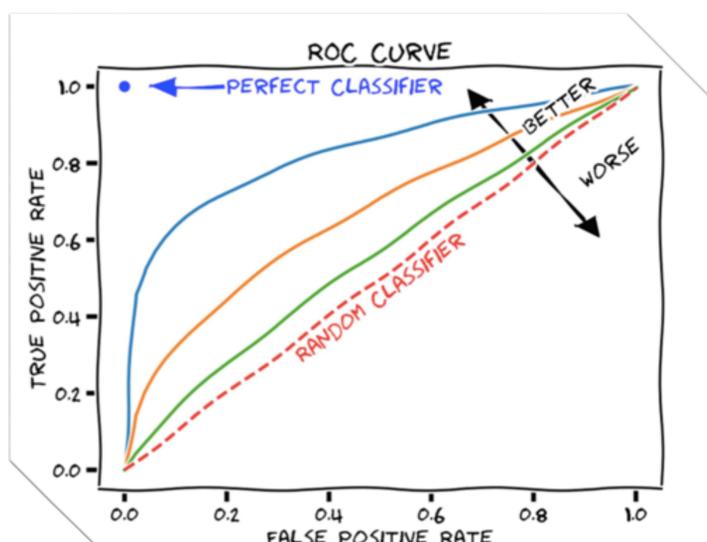
• PROCESO COMPLETO DE FLUJO DE INFORMACION LA PLATAFORMA DE VALIDACION





RESULTADOS

- Este **piloto de pilotos** no tiene unos resultados finalistas salvo validación preliminar en proyectos de imagen no radiológica y por tanto no se puede hacer un análisis exhaustivo de su eficacia, pero tiene resultados preliminares muy prometedores
- Mas allá del plano conceptual, ya que se han propuesto casos piloto de clientes reales, no se han podido implementar de manera completa debido al escaso tiempo de vida del proyecto
- Las plataformas probadas basadas en Python como TorchServe, TorchScrip, NVIDIA Clara, con apoyo de librerías como Python Lightning, la utilización de Modelos preentrenados y metodología *Transfer Learning* de las redes permiten partir de redes preentrenadas y tener precisiones de al menos 85% e indicadores como AUC cercanas al 90%





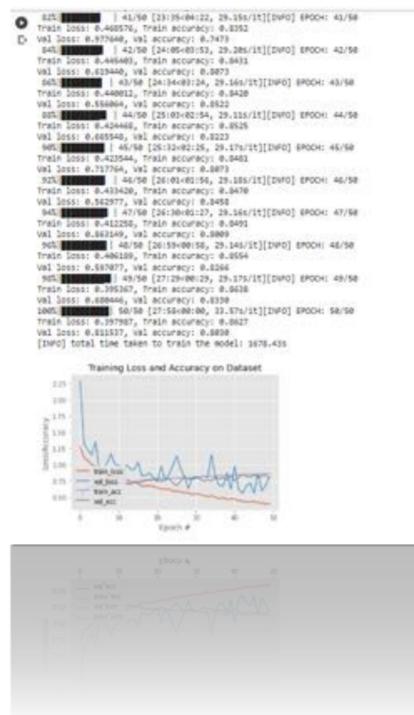
RESULTADOS

Caso clínico : Clasificación de patología en Dermatología

- 7 clases



- Red preentrenada resnet50
- 50 iteraciones



- Google Colab como plataforma
- Dataset público de volumen número de instancias: 1200
 - Repartidos en 80% entrenamiento, 10% validación, 10% test

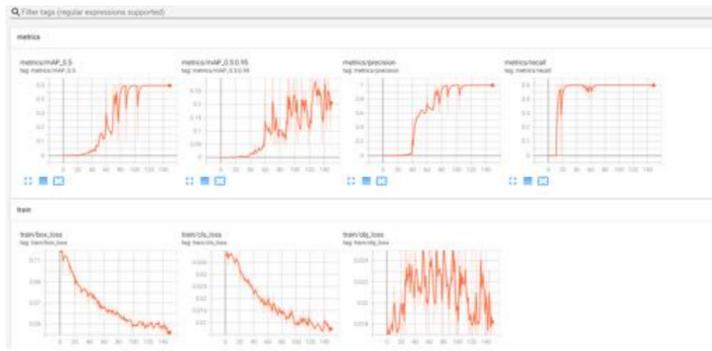


Inferencia: Label y Predicción

RESULTADOS

Caso clínico : Localización y clasificación de rótulas

- 1 clase (rotula), localización
- Red preentrenada Yolo
- 150 iteraciones



- Google Colab como plataforma



*Inferencia: Localización ROI+
Clasificación*

- Dataset público de volumen número de instancias: **25**
 - Repartidos en 80% entrenamiento, 10% validación, 10% test
- Este caso demuestra que un volumen muy limitado de casos genera una muy baja precisión (0,21 en ROI), un pequeño incremento de ellos aumenta significativamente ese indicador



CONCLUSIONES

- La viabilidad de la plataforma está demostrada si nos basamos en la tecnología existente, la disponibilidad de enormes fuentes de datos, el avance de los framework de desarrollo de soluciones de IA y la gran cantidad de iniciativas que demuestran una demanda potencial de este tipo de sistemas.
- Hay que incidir en la necesaria capacitación de profesionales muy cualificados como expertos en la “Ciencia de Datos” así como la figura del mediador entre tecnólogos y “clientes de dominio”, seguramente médicos.
- Se pretende como objetivo final **disminuir la latencia de oportunidad** entre el piloto y el sistema en producción



CONCLUSIONES

- Los pilotos son “fáciles” de construir una vez tengas la plataforma implantada y serán tractores de soluciones finales
- El **HUB** que se genera entre los actores de la **Tecnología** y los de **Conocimiento de dominio** facilita una colaboración muy activa y con un ROI muy alto para el usuario que al final obtiene una solución sólo invirtiendo su conocimiento de dominio



REFERENCIAS

- **Plataformas entrenamiento**
 - Google Colab (<https://colab.research.google.com/>) Uso de GPUs alto rendimiento
- **Plataforma ejecución**
 - Pytorch Server (<https://pytorch.org/serve/server.html>)
- **Librerías**
 - MONAI (<https://monai.io/>)
 - Pytorch Lightning (<https://www.pytorchlightning.ai/>)
- **Plataforma desarrollo - modelos**
 - NVIDIA CLARA (<https://developer.nvidia.com/clara-medical-imaging>)