

Programa formativo: **Visión por computador e inteligencia artificial en aplicaciones biomédicas**

1. Fundamentos de la imagen digital y modalidades médicas – 2 h

Objetivo: Comprender la estructura digital de las imágenes y las principales modalidades en el ámbito sanitario.

Contenidos:

- Píxel, resolución, profundidad de bits, escalas de intensidad.
- Modalidades: radiografía, TAC, RMN, PET, ecografía, microscopía, patología digital.
- Formatos y metadatos (DICOM, NifTI, TIFF).
- Factores de calidad: adquisición, ruido y artefactos.
- Imagen médica 2D, 3D y 4D.

2. Principales tareas de visión por computador en salud – 2 h

Objetivo: Identificar las tareas básicas de análisis de imágenes médicas.

Contenidos:

- Clasificación, detección, segmentación, registro y reconstrucción.
- Co-registro multimodal y ejemplos clínicos.
- Tipos de etiquetas y flujos de trabajo.
- Correspondencia entre tarea y objetivo clínico.

3. Anotación de imagen médica: estrategias y herramientas – 1 h

Objetivo: Enseñar cómo anotar imágenes médicas de forma rigurosa y reproducible.

Contenidos:

- Tipos de anotación: clasificación, contornos, segmentación, landmarks.
- Criterios de calidad y revisión experta.
- Estrategias de consenso y auditoría de anotaciones.
- Herramientas: Label Studio, CVAT, MONAI Label, ITK-SNAP, 3D Slicer.
- Automatización parcial con IA asistida.

4. Técnicas de preprocesado y normalización de imágenes médicas – 1 h

Objetivo: Aplicar técnicas para limpiar, homogeneizar y preparar imágenes para IA.

Contenidos:

- Filtrado espacial y frecuencial, eliminación de ruido.
- Corrección de artefactos y bias field correction.
- Registro y co-registro multimodal (TAC–RMN, histología–óptica).
- Normalización de intensidades y reescalado.
- Data augmentation y balanceo de clases.
- Pipelines reproducibles: SimpleITK, MONAI, NiBabel.

5. Introducción al Deep Learning aplicado a imágenes médicas – 3 h

Objetivo: Comprender los fundamentos de redes neuronales profundas en imagen médica.

Contenidos:

- Conceptos clave: convoluciones, activaciones, funciones de pérdida.
- Arquitecturas: U-Net, ResNet, Swin Transformer.
- Transfer learning y fine-tuning en dominios médicos.
- Frameworks: PyTorch, MONAI, TensorFlow.
- Ejemplo de pipeline de segmentación o clasificación.

7. Modelos fundacionales y generalistas en salud – 2 h

Objetivo: Analizar los modelos preentrenados y su potencial de generalización biomédica.

Contenidos:

- Modelos fundacionales y self-supervised learning.
- MedSAM, BioCLIP, CLIP-Medical, BiomedGPT.
- Adaptación a dominios locales y evaluación clínica.
- Limitaciones, retos y oportunidades.

8. Modelos de visión-lenguaje y sistemas multimodales – 1 h

Objetivo: Explorar la fusión de imagen, texto y datos clínicos.

Contenidos:

- Arquitectura de los Vision-Language Models (VLMs).
- Aplicaciones: informes automáticos, búsqueda semántica, razonamiento diagnóstico.
- Ejemplos: LLaVA-Med, MedCLIP, BioGPT-VLM.
- Agentes multimodales y flujos de decisión clínica.

9. Enfoque Data-Centric AI: creación de datasets de calidad – 1.5 h

Objetivo: Promover la visión data-centric, priorizando la calidad y representatividad del dato.

Contenidos:

- Data-centric vs. model-centric: concepto e impacto en salud.
- Curación y mejora de datasets médicos.
- Selección de ejemplos representativos (active learning).
- Mitigación de sesgos y balanceo.
- Herramientas: FiftyOne, DVC, MONAI Label.
- Buenas prácticas de documentación y trazabilidad (Data Cards).

10. Evaluación, fiabilidad y gestión de incertidumbre en IA médica – 2.5 h

Objetivo: Evaluar la calidad, robustez y confianza de los modelos en contextos sanitarios.

Contenidos:

- Métricas: precisión, sensibilidad, especificidad, AUC, Dice, IoU.
- Validación clínica, sesgos y reproducibilidad.
- Explicabilidad (XAI) e interpretabilidad.
- Estimación de incertidumbre (MC Dropout, ensembles).
- Normativas: MDR, ISO 13485, FDA AI/ML.

10. Nuevas modalidades de imagen médica: biopsia óptica y sensores cuánticos – 2 h

Objetivo: Introducir tecnologías emergentes que amplían las capacidades diagnósticas.

Contenidos:

- Principios de la biopsia óptica (imagen Raman, OCT, multiphotón).
- Sensores cuánticos e imagen cuántica: fundamentos y potencial.
- Impacto en IA médica: nuevos tipos de datos, sensibilidad y precisión.
- Integración con pipelines de visión e IA.

11. Realidad Extendida (XR) aplicada a la salud – 2 h

Objetivo: Explorar las aplicaciones de realidad aumentada y virtual en diagnóstico, visualización y formación médica.

Contenidos:

- Conceptos de XR: AR, VR y MR.
- AR: superposición de resultados de segmentación o diagnósticos en imagen médica.
- VR: simulación de procedimientos quirúrgicos y entrenamiento inmersivo.
- Integración de IA en entornos XR: visualización guiada de modelos.
- Casos de uso actuales: planificación quirúrgica, radiología y docencia