

# ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

## INFORMACIÓN GENERAL

<b>Alumno/a</b>	Emilio Rodrigo Carreira Villalta				
<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería Informática				
<b>Tutor/es:</b>	Miguel Ángel Molina Cabello, Ezequiel López Rubio				
<b>Título</b>	Detección de enfermedades neurodegenerativas en imágenes de resonancia magnética				
<b>Subtítulo</b> <i>(solo si en grupo)</i>					
<b>Título en inglés</b>	Detection of neurodegenerative diseases from magnetic resonance images				
<b>Subtítulo en inglés</b> <i>(solo si en grupo)</i>					
<b>Trabajo en grupo:</b>	<b>Sí</b>	<input type="checkbox"/>	<b>No</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>X</b>
<b>Otros integrantes del grupo:</b>					

## INTRODUCCIÓN

*Contextualización del problema a resolver. Describir claramente de dónde surge la necesidad de este TFG y el dominio de aplicación. En caso de que el TFG se base en trabajos previos, debe aclararse cuáles son las aportaciones del TFG.*

Las enfermedades neurodegenerativas y otras patologías cerebrales representan un desafío significativo en el ámbito de la medicina, tanto por su complejidad como por el impacto que tienen en la calidad de vida de los pacientes. Este tipo de enfermedades afectan a millones de personas en todo el mundo, y su prevalencia sigue en aumento debido al envejecimiento de la población. A pesar de los avances en neurociencia y medicina, muchas de estas patologías aún se diagnostican en etapas avanzadas, lo que limita drásticamente las opciones de tratamiento y empeora los pronósticos. Un diagnóstico tardío no solo reduce las posibilidades de intervención efectiva, sino que también aumenta la carga emocional y física para los pacientes y sus familias.

La resonancia magnética (RM) es una herramienta clave para el diagnóstico de enfermedades cerebrales, ya que permite obtener imágenes detalladas del cerebro y detectar anomalías estructurales. Sin embargo, el análisis de estas imágenes sigue siendo un proceso complejo que requiere la intervención de especialistas altamente capacitados. Este proceso puede ser costoso, lento, y propenso a errores debido a la variabilidad humana y la complejidad de las patologías a identificar. Además, el creciente número de pacientes con enfermedades neurodegenerativas está ejerciendo una presión considerable sobre los sistemas de salud, que a menudo no cuentan con los recursos suficientes para ofrecer un diagnóstico rápido y preciso.

En los últimos años, los avances en inteligencia artificial, y específicamente en técnicas de deep learning, han abierto nuevas posibilidades para el análisis automatizado de imágenes médicas. Entre los métodos más prometedores se encuentra el algoritmo YOLO (You Only Look Once), ampliamente utilizado en el campo de la visión por computadora para tareas de detección de objetos. La versión más reciente, YOLOv8, ha demostrado mejoras significativas en precisión y velocidad, lo que la convierte en una opción ideal para la detección de lesiones cerebrales en imágenes de resonancia magnética.

Este trabajo surge ante la necesidad de aplicar herramientas automáticas que permitan un diagnóstico temprano y preciso de las enfermedades neurodegenerativas, optimizando así el uso de imágenes de resonancia magnética. Con el uso de esta tecnología, no solo se pretende mejorar la precisión en la identificación de estas patologías, sino también aliviar la carga que enfrentan los sistemas de salud, facilitando un diagnóstico más ágil y reduciendo la presión sobre los recursos médicos. El objetivo del proyecto es diseñar un sistema que, utilizando YOLOv8, pueda detectar patrones asociados a enfermedades neurodegenerativas

en imágenes de RM, mejorando así el pronóstico de los pacientes mediante un diagnóstico más rápido y eficiente.

## OBJETIVOS

*Descripción detallada de en qué consistirá el TFG. En caso de que el objeto principal del TFG sea el desarrollo de software, además de los objetivos generales deben describirse sus funcionalidades a alto nivel.*

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) consistirá en el diseño y desarrollo de un sistema avanzado de análisis de imágenes médicas, enfocado en la detección de patologías cerebrales en pacientes a partir de escáneres de resonancia magnética (RM). El principal objetivo del sistema será proporcionar a los profesionales de la salud una herramienta eficaz para identificar y clasificar lesiones cerebrales de manera precisa y rápida.

Se implementará un algoritmo que utilizará el modelo YOLOv8 entrenado con el conjunto de datos definido en este enlace: <https://iplab.dmi.unict.it/mfs/ms-les-seg/#home>

Se analizará cada plano de un haz de imágenes de resonancia magnética (RM). Este algoritmo estará específicamente entrenado para trabajar con imágenes 2D que se extraen de representaciones tridimensionales (3D). Su objetivo es detectar automáticamente lesiones en estas imágenes. Una vez que se identifiquen las lesiones, el algoritmo generará cajas delimitadoras 2D que representarán las intersecciones entre las imágenes 3D y los planos analizados. Estas cajas ayudarán a visualizar la ubicación exacta de las lesiones en las imágenes de resonancia magnética.

## ENTREGABLES

*Listado de resultados que generará el TFG (aplicaciones, estudios, manuales, etc.)*

Código del sistema de detección de patologías cerebrales

Memoria del TFG como documentación del proyecto.

## MÉTODOS Y FASES DE TRABAJO

### METODOLOGÍA:

*Descripción de la metodología empleada en el desarrollo del TFG. Especificar cómo se va a desarrollar. Concretar si se trata de alguna metodología existente y, en caso contrario, describir y justificar adecuadamente los métodos que se aplicarán.*

Para el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG), se empleará una metodología ágil, que permite la adaptación y flexibilidad en el proceso de desarrollo. Esta elección se fundamenta en la necesidad de intercalar el procesamiento del dataset con la redacción de la memoria. La metodología ágil favorecerá la colaboración continua y la revisión frecuente, lo que facilitará la identificación y resolución de problemas a medida que surjan.

En una segunda fase del proyecto, se implementará una metodología de desarrollo incremental. Una vez completada la primera versión del trabajo, se llevarán a cabo múltiples iteraciones que permitirán refinar y depurar el producto final. Este enfoque incremental no solo garantizará la mejora continua del sistema, sino que también facilitará la incorporación de feedback y ajustes basados en las pruebas realizadas.

Además, como principio metodológico fundamental, se aplicará el método científico en cada decisión del proceso. Esto implica formular hipótesis, realizar experimentos y analizar los resultados de manera objetiva. Este enfoque riguroso asegurará que todas las decisiones tomadas en el desarrollo del TFG estén fundamentadas en evidencia y análisis crítico, lo que contribuirá a la validez y relevancia de los resultados obtenidos.

### FASES DE TRABAJO:

*Enumeración y breve descripción de las fases de trabajo en las que consistirá el TFG.*

**1. Preparación del conjunto de datos:** En esta fase se creará el conjunto de datos con el que se entrenará el modelo. Se

definirá su estructura y se etiquetarán correctamente las imágenes para que el modelo YOLOv8 pueda detectar las “bounding boxes” en cada uno de los planos 2D de las imágenes de resonancia magnética. Además, se aplicarán técnicas de data “augmentation” para aumentar la variedad del conjunto de datos, de modo que el modelo sea capaz de realizar predicciones sobre imágenes que no necesariamente estén centradas o que tengan diferentes resoluciones.

**2. Entrenamiento y evaluación del modelo YOLO:** En esta etapa se entrenará el modelo YOLOv8 utilizando el conjunto de datos preparado previamente. Se ajustarán los hiperparámetros clave, como la tasa de aprendizaje y el número de épocas, con el fin de optimizar el rendimiento del modelo en la detección de patologías en las imágenes de resonancia magnética. Durante el proceso de entrenamiento, se evaluará periódicamente el desempeño del modelo mediante métricas como la precisión, la “recall” y la “IoU” (Intersection over Union), con el objetivo de garantizar su capacidad para identificar correctamente las áreas afectadas.

**3. Validación del modelo:** La fase de validación del modelo se centrará en realizar un análisis exhaustivo de los errores del modelo YOLOv8 en la detección de patologías. Se examinarán los casos en los que el modelo falle, así como los falsos positivos y negativos, con el objetivo de identificar las causas subyacentes. Basado en este análisis, se implementarán ajustes y mejoras tanto en el conjunto de datos como en los hiperparámetros del modelo. Este proceso de depuración se llevará a cabo de manera iterativa, utilizando técnicas de refinamiento para aumentar la precisión y reducir el margen de error, asegurando así un mejor rendimiento en situaciones del mundo real.

**4. Creación del sistema de detección de patologías:** Con el modelo YOLO debidamente entrenado, será posible crear e implementar el sistema capaz de detectar patologías cerebrales que identifica y segmenta objetos en un espacio tridimensional utilizando un enfoque basado en la intersección de planos paralelos con una imagen 3D usando el algoritmo de detección YOLOv8 en cada uno de los planos.

**5. Revisión de errores y depuración del código:** realizamos una evaluación exhaustiva del software desarrollado en cada iteración, utilizando la metodología de desarrollo incremental por iteraciones. Esto nos permite identificar y corregir errores de manera efectiva en el código, asegurando que cada versión cumpla con los estándares de calidad establecidos.

**6. Redacción de la memoria del TFG:** En esta etapa se redactará la memoria del Trabajo de Fin de Grado, que actuará como una guía completa para el usuario. Esta memoria incluirá todas las explicaciones y descripciones de las investigaciones realizadas a lo largo del proyecto, detallando cada fase, desde la preparación del conjunto de datos hasta el entrenamiento y validación del modelo. Además, se explicará el uso del sistema, su funcionamiento y las conclusiones derivadas del trabajo.

## TEMPORIZACIÓN:

*La siguiente tabla deberá contener una fila por cada una de las fases enumeradas en la sección anterior. En caso de tratarse de un trabajo en grupo, se añadirá una columna HORAS por cada miembro del equipo. Debe especificarse claramente el número de horas dedicado por cada alumno/a y la suma de horas individual deberá ser también de 296.*

FASE	HORAS
<b>Preparación del conjunto de datos:</b>	
- Procesamiento del conjunto de datos	25
- Data augmentation	30
<b>Entrenamiento y evaluación del modelo YOLO:</b>	
- Entrenamiento de un modelo pequeño	20
- Entrenamiento del modelo final	30
<b>Validación del modelo:</b>	
- Ajuste de parámetros del modelo	30
- Validación cruzada de 1 único pliegue	25
- Validación cruzada de 5 pliegues	30
<b>Creación del sistema de detección de patologías</b>	30
<b>Revisión de errores y depuración del código</b>	30
<b>Redacción de la memoria del TFG:</b>	
- Guía de usuario	16
- Documentación	30
	<b>296</b>

**ENTORNO TECNOLÓGICO****TECNOLOGÍAS EMPLEADAS:**

*Enumeración de las tecnologías utilizadas (lenguajes de programación, frameworks, sistemas gestores de bases de datos, etc.) en el desarrollo del TFG.*

Lenguaje de programación + librerías para el sistema: Python, Pytorch, Ultralytics

**RECURSOS SOFTWARE Y HARDWARE:**

*Listado de dispositivos (placas de desarrollo, microcontroladores, procesadores, sensores, robots, etc.) o software (IDE, editores, etc.) empleados en el desarrollo del TFG.*

IDE: Visual Studio Code

Control de versiones: GitHub

PC personal con una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 2070

Entrenamiento del modelo: Google Collab

Organización de tareas: Trello

**REFERENCIAS**

*Listado de referencias (libros, páginas web, etc.)*

PyTorch. (n.d.). PyTorch documentation. <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>

Ultralytics. (n.d.). YOLOv8 documentation. <https://docs.ultralytics.com/>

Rondinella, A., Crispino, E., Guarnera, F., Ortis, A., Russo, G., Di Lorenzo, C., Maimone, D., Pappalardo, F., & Battiato, S. (2024). ICPR 2024 competition on multiple sclerosis lesion segmentation. MSLesSeg. <https://iplab.dmi.unict.it/mfs/ms-les-seg/#home>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. Scrum.org. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>

Kohavi, R. (1995). A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*. <https://www.ijcai.org/Proceedings/95-1/Papers/026.pdf>

Málaga, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma tutor/tutora:

Firma cotutor/a:

Firma tutor/a coordinador/a: