

ÍNDICE

Resumen.....	iii
Resum.....	vi
Abstract.....	ix
Motivación.....	xi
Organización de la tesis doctoral.....	xiii
1 Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 CLÍNICA DE LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE (EM).....	2
1.1.1 <i>Introducción a la Esclerosis Múltiple</i>	2
1.1.2 <i>Fenotipos y cursos clínicos de la enfermedad</i>	4
1.1.3 <i>Modificadores de actividad y progresión en EM</i>	10
1.1.4 <i>Escala de Discapacidad Extendida de Kurtzke (EDSS)</i>	11
1.2 IMAGEN MÉDICA.....	13
1.2.1 <i>Modalidades</i>	14
1.2.2 <i>El formato DICOM</i>	20
1.2.3 <i>Conversión de DICOM a Nifti</i>	21
1.2.4 <i>Imagen de resonancia magnética en Esclerosis Múltiple</i>	22
1.2.5 <i>Biomarcadores de imagen</i>	30
1.3 SEGMENTACIÓN EN IMAGEN MÉDICA.....	34
1.3.1 <i>Machine learning en segmentación de imagen médica</i>	35
1.3.2 <i>Aprendizaje profundo en segmentación de imagen</i>	38
1.3.3 <i>Arquitectura empleada: Residual Attention-UNet</i>	61
1.3.4 <i>Hiperparámetros en entrenamiento y test</i>	72
2 Capítulo 2. Hipótesis y objetivos.....	78
2.1 HIPÓTESIS.....	79
2.2 OBJETIVOS.....	79
3 Capítulo 3. Materiales y métodos.....	81
3.1 BASES DE DATOS.....	83
3.2 ANOTACIÓN/ETIQUETADO DE LA BASE DE DATOS.....	84
3.3 HARDWARE Y SOFTWARE.....	85
3.3.1 <i>Anaconda y entorno de GPU</i>	85
3.3.2 <i>Etiquetado manual: ITK-SNAP</i>	86
3.3.3 <i>Conversión de formato DICOM a Nifti</i>	87
3.4 PREPROCESADO DE DATOS.....	87
3.4.1 <i>Redimensionado</i>	88
3.4.2 <i>Normalización</i>	88
3.4.3 <i>Conversión de imágenes a tensor</i>	89
3.5 TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EMPLEADAS.....	90
3.5.1 <i>Arquitecturas evaluadas durante la investigación</i>	90
3.6 CONFIGURACIÓN DEL ENTRENAMIENTO Y MÉTRICAS EN TEST.....	93
3.7 BIOMARCADORES DE IMAGEN: CÁLCULO DE MÉTRICAS ESPACIALES DE LA MÉDULA CERVICAL.....	98
4 Capítulo 4. Resultados y discusión.....	101
4.1 RESULTADOS EN ENTRENAMIENTO.....	102
4.2 RESULTADOS EN TEST.....	104
4.3 RESULTADOS EN VALIDACIÓN.....	107
4.4 EJEMPLOS DE RESULTADOS CUALITATIVOS.....	109
4.4.1 <i>Discusión del método de segmentación propuesto</i>	117
4.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE NUESTRO MÉTODO Y OTROS MODELOS DE SEGMENTACIÓN.....	119
4.6 RELACIÓN ENTRE BIOMARCADORES EXTRAÍDOS, FORMAS CLÍNICAS Y EDSS EN EM.....	125
4.6.1 <i>Discusión de estudio de relación entre biomarcadores de imagen extraídos, formas clínicas y EDSS</i>	129
5 Capítulo 5. Conclusiones y líneas futuras.....	134
Referencias.....	138

Anexo I: Detección automática de lesiones en médula cervical	157
1 INTRODUCCIÓN	158
2 LESIONES EN MÉDULA ESPINAL	159
3 SECUENCIAS EMPLEADAS.....	161
3.1 <i>Secuencia Sagital T2</i>	161
3.2 <i>Secuencia STIR</i>	163
4 REGISTRO DE SECUENCIAS DE IMÁGENES MÉDICAS.....	167
4.3 <i>Antecedentes matemáticos</i>	168
4.4 <i>Componentes de registro</i>	169
5 METODOLOGÍA PROPUESTA.....	173
5.1 <i>Base de datos</i>	174
5.2 <i>Registro de imágenes</i>	174
5.3 <i>Detección de lesiones</i>	181
5.4 <i>Correlación entre lesiones y enfermedad</i>	185
Anexo II: Contribuciones científicas	186
Anexo III: Índice de abreviaturas	189
Tabla de ilustraciones.....	190