



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Clasificadores Híbridos LSTM-1D CNN para la identificación de fases y patologías del patrón ciclico alternante del sueño (CAP)

Grupo 3

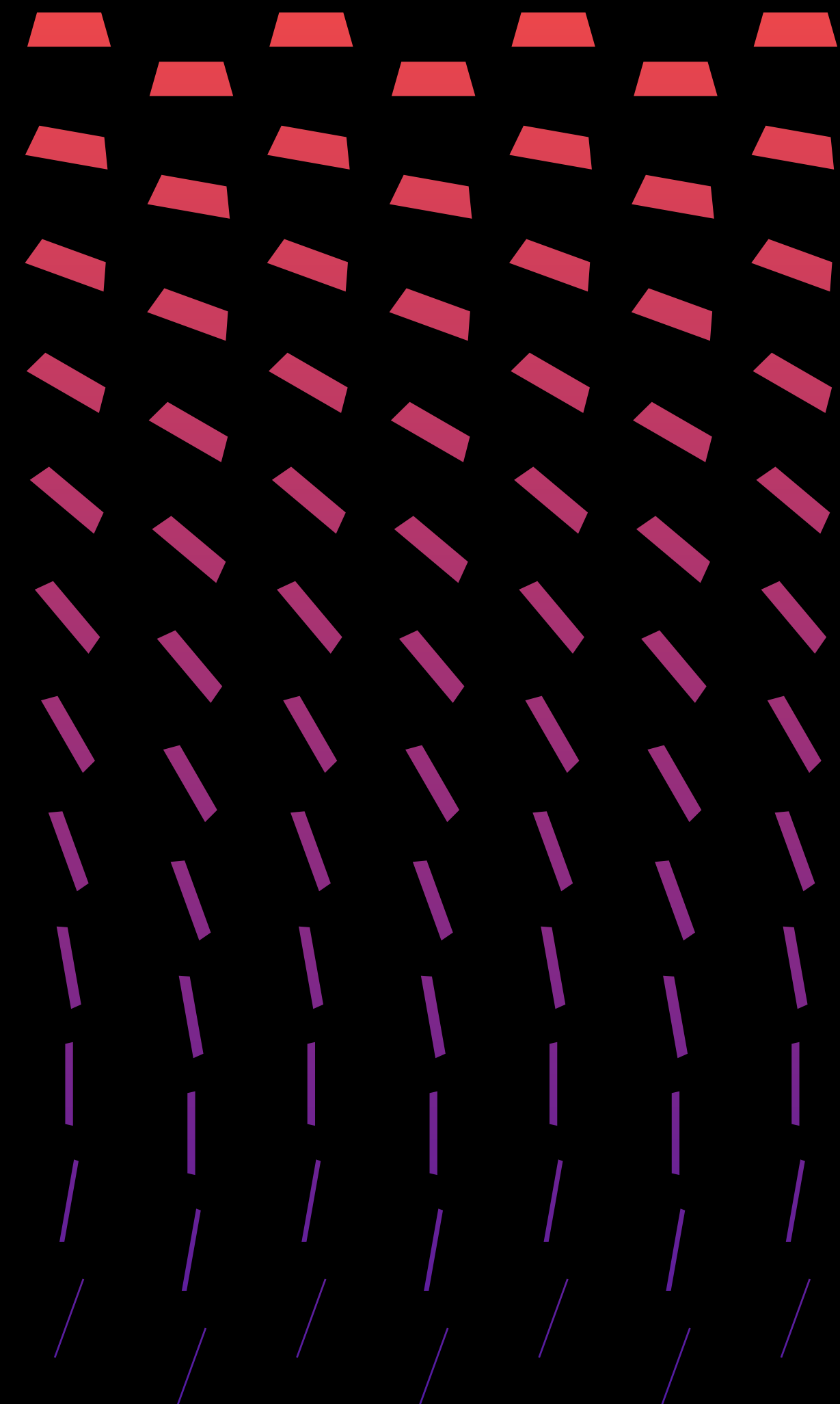
Rodolfo Huacasi

Leonardo Sandoval

Daniel Zavaleta

Junio 2024

Reconocimiento de patrones



Problemática

De forma tradicional:

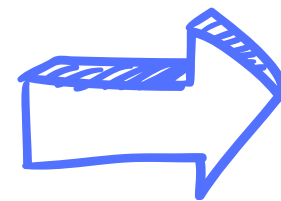
Evaluación de CAP (indicador de la estabilidad del sueño vinculado a múltiples trastornos)



Requiere un análisis visual detallado y laborioso por parte de especialistas entrenados



- Susceptible a errores humanos
- Proceso extenso y costoso en términos de tiempo y recursos



Restringe su aplicabilidad en diagnósticos rápidos y accesibles



Entonces:

Detección deficiente e imprecisa de patologías del sueño debido a las limitaciones en los métodos actuales de análisis de los patrones de sueño, específicamente del Patrón Alternante Cíclico (CAP)

Solución:

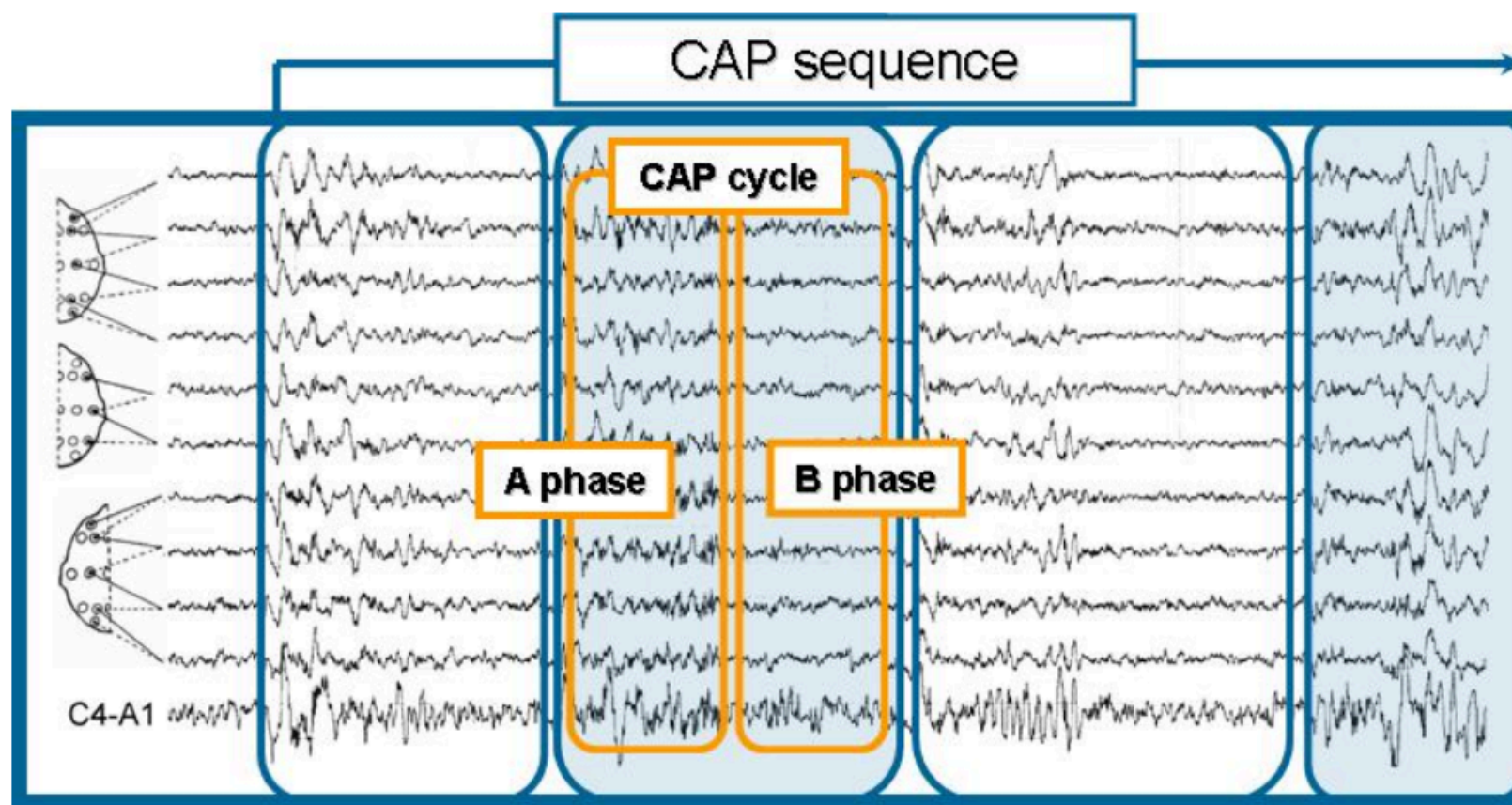


Desarrollar: 1) un modelo de aprendizaje automático que permita la clasificación de fases del CAP, 2) un modelo que permita la clasificación de patologías del sueño, haciendo uso de la CAP Sleep Database.



Clasificador de fases A y B

Metodología: Preprocesamiento de los datos

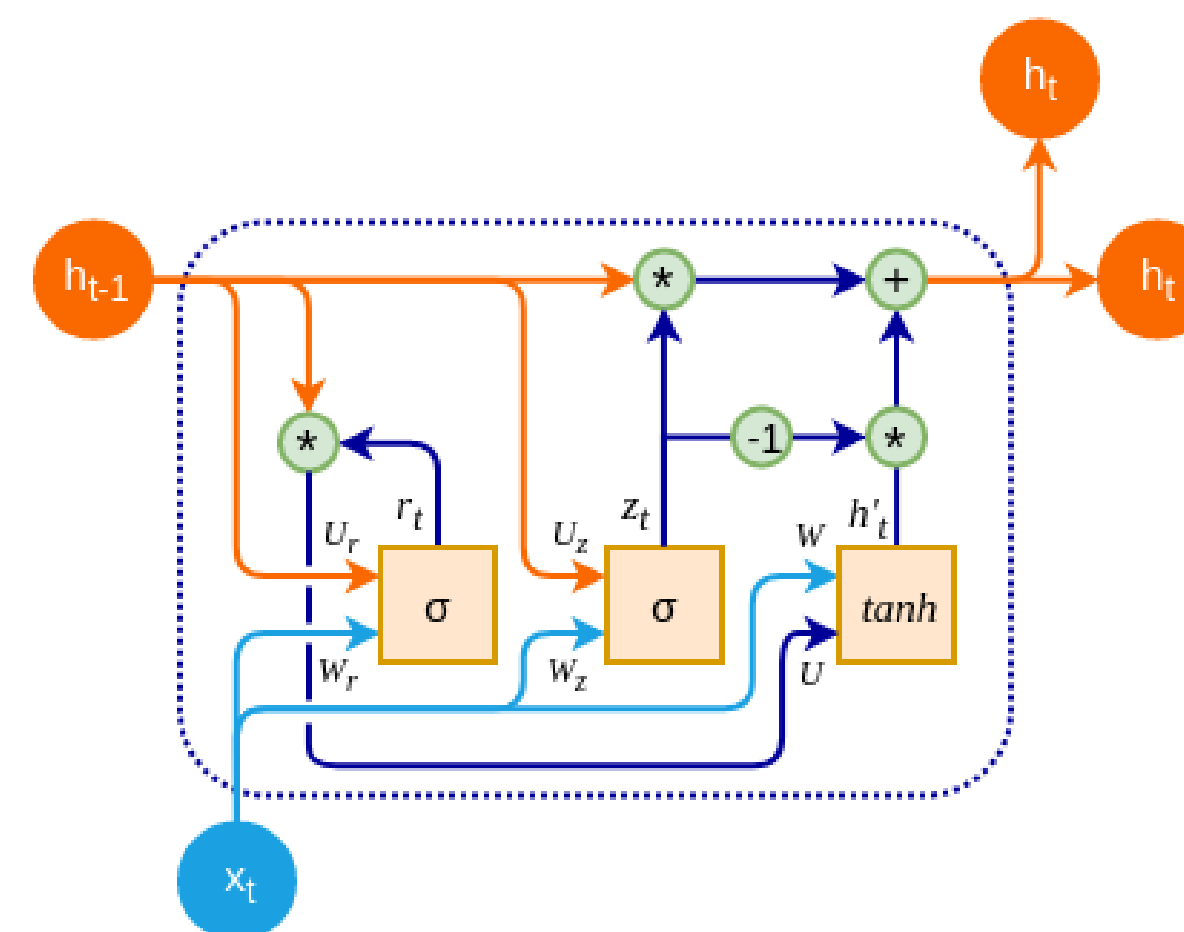


- 6 Pacientes con insomnio, generando un total de 9960 señales.
- 5 Pacientes con narcolepsia, generando un total de 9558 señales.
- 40 Paciente con Epilepsia nocturna del lóbulo frontal (NFLE), generando un total de 73263 señales.
- 8 Pacientes con Trastorno de movimientos periódicos de las extremidades (PLM) generando un total de 17934
- 22 Pacientes con trastorno de conducta del sueño REM (RBD) generando un total de 44100 señales.

Clasificador de fases A y B

Metodología: Desarrollo del modelo

Capa (tipo)	Forma de salida	Parámetros entrenables
Conv 1D	(None, 1022, 64)	128
Conv 1D	(None, 1020, 8)	776
MaxPooling 1D	(None, 63, 8)	0
Conv 1D	(None, 61, 8)	200
MaxPooling 1D	(None, 15, 8)	0
Dropout (0.5)	(None, 15, 8)	0
GRU	(None, 8)	432
Dropout (0.5)	(None, 8)	0
Dense	(None, 16)	144
Dense	(None, 8)	136
Dense	(None, 2)	18



Resultados

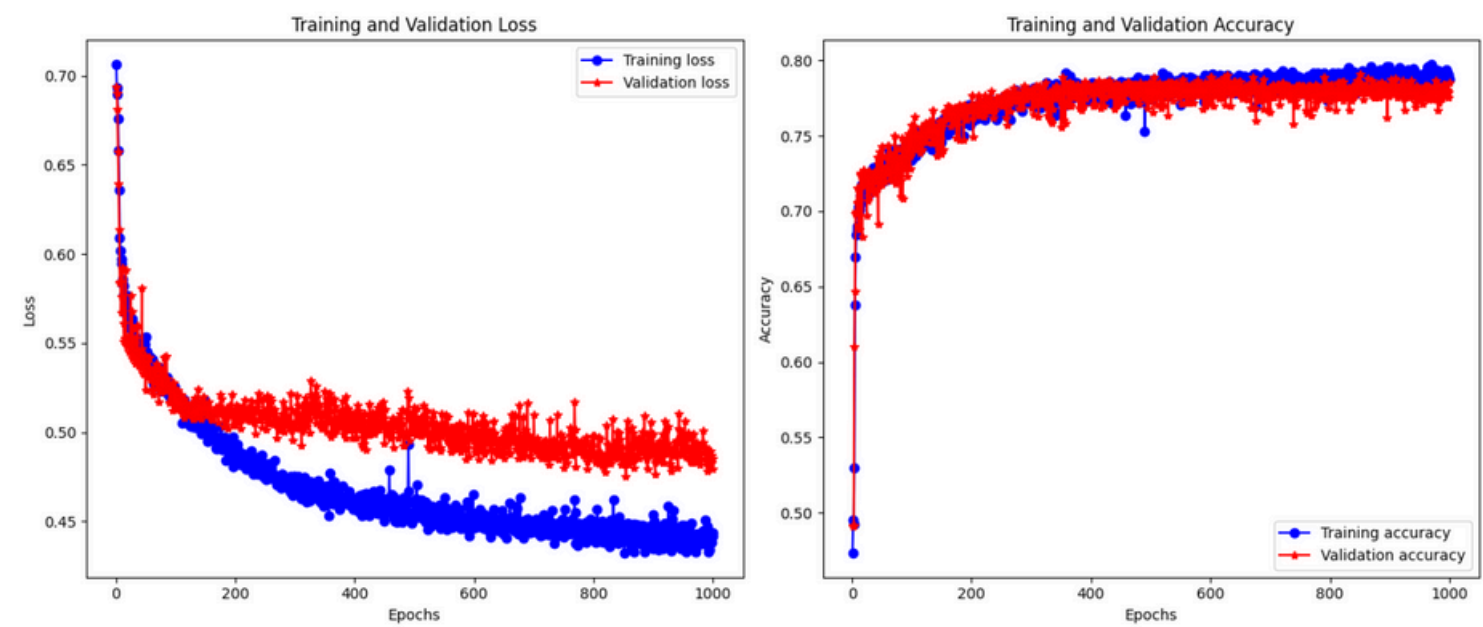


Figura 1. Función de pérdida y exactitud del clasificador de fases A y B para el caso saludable.

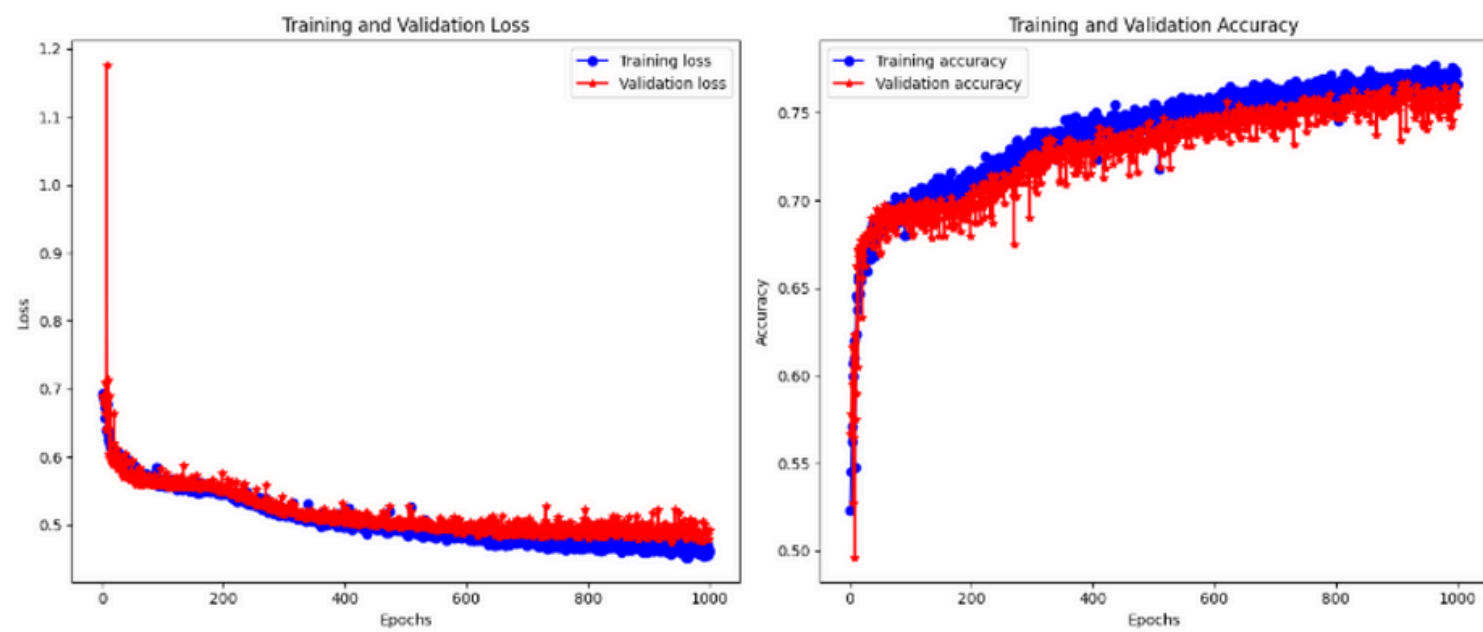


Figura 2. Función de pérdida y exactitud del clasificador de fases A y B para insomnio.

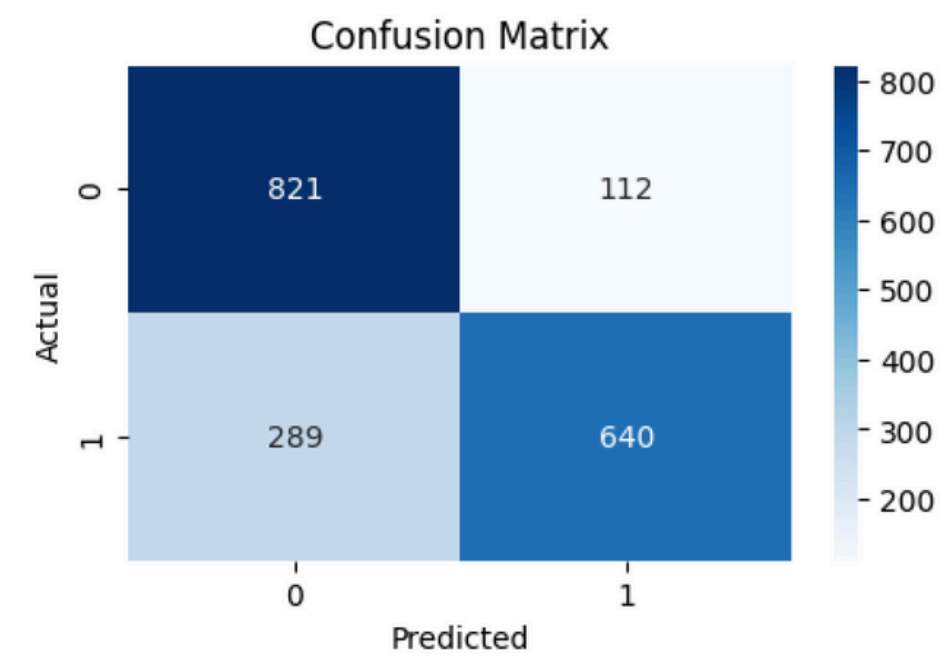


Figura 5. Matriz de confusión del clasificador de fases A y B para el caso saludable.

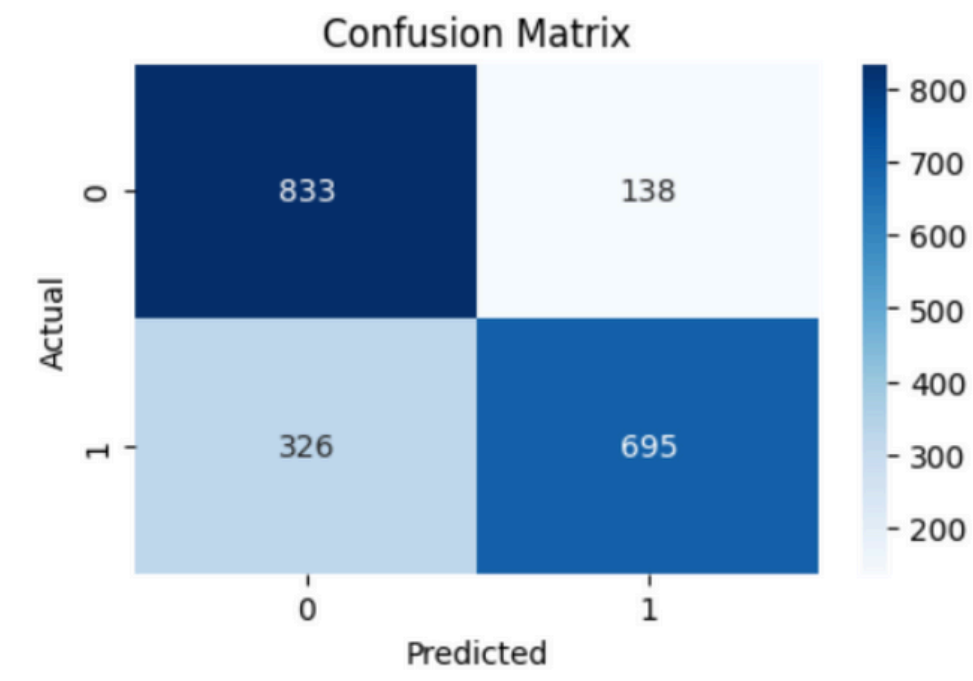


Figura 6. Matriz de confusión del clasificador de fases A y B para insomnio.

Resultados

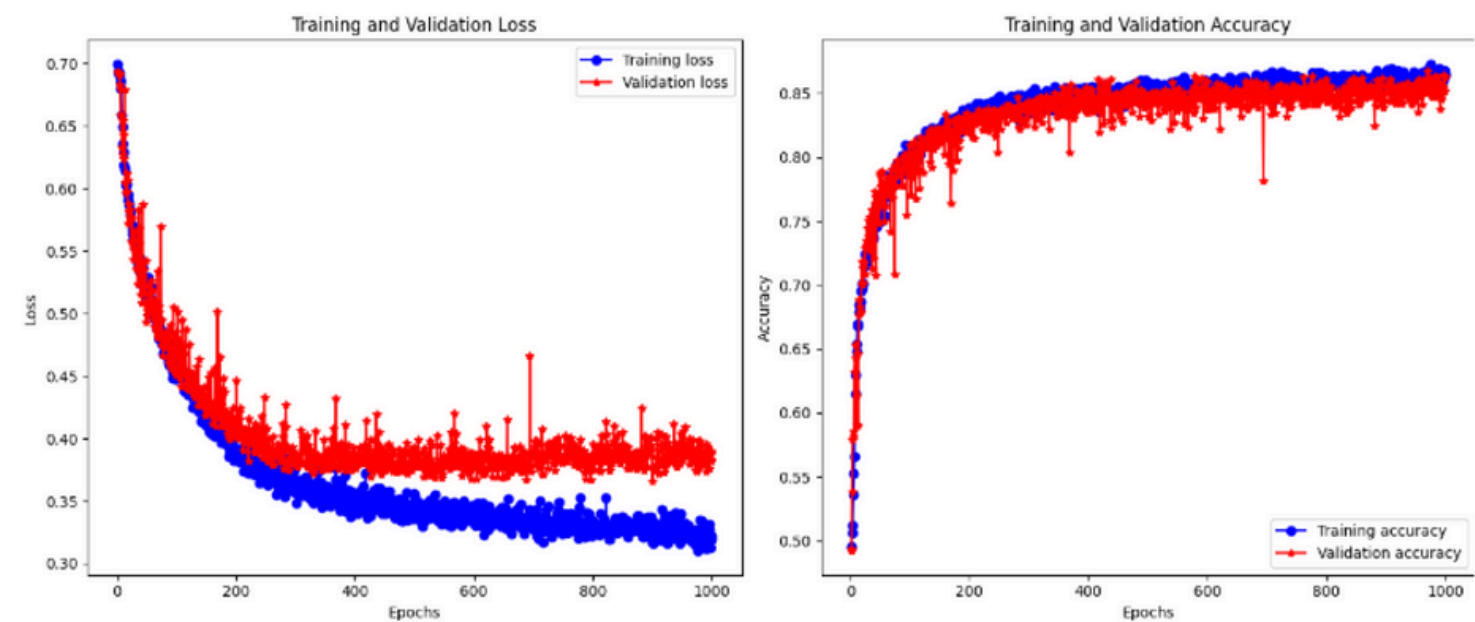


Figura 3. Función de pérdida y exactitud del clasificador de fases A y B para narcolepsia.

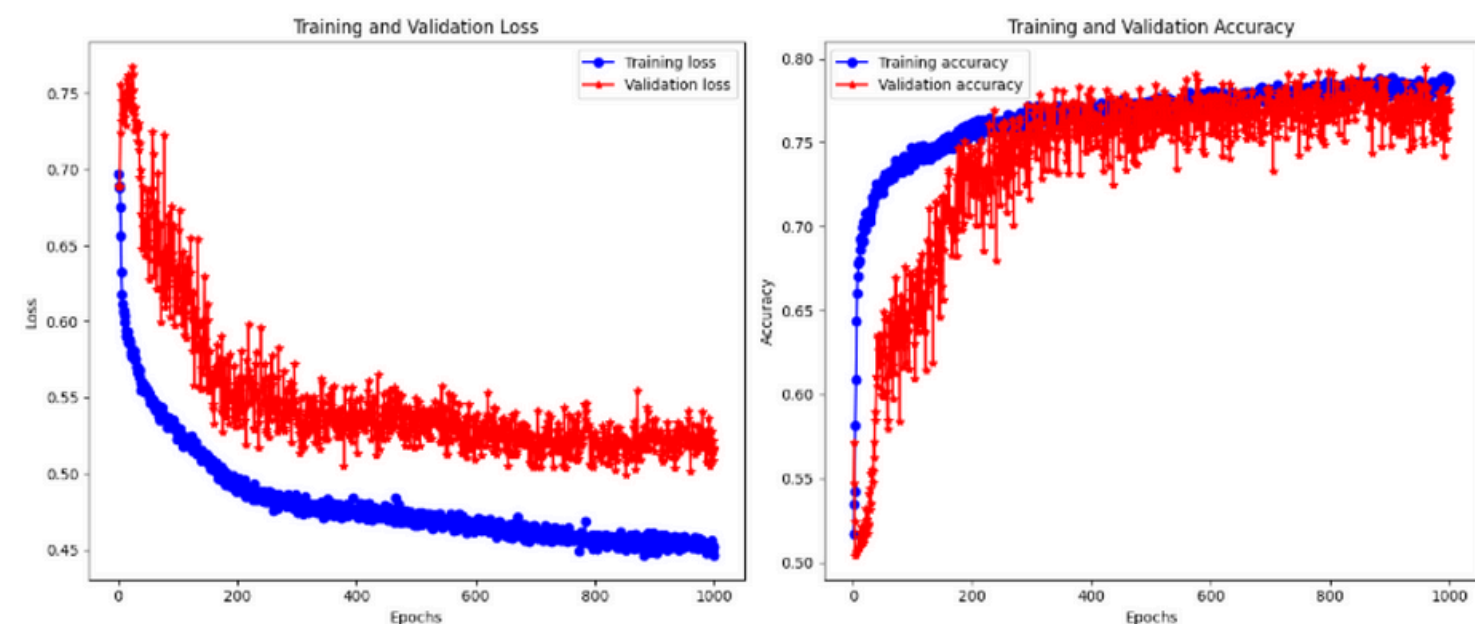


Figura 4. Función de pérdida y exactitud del clasificador de fases A y B para PLM.

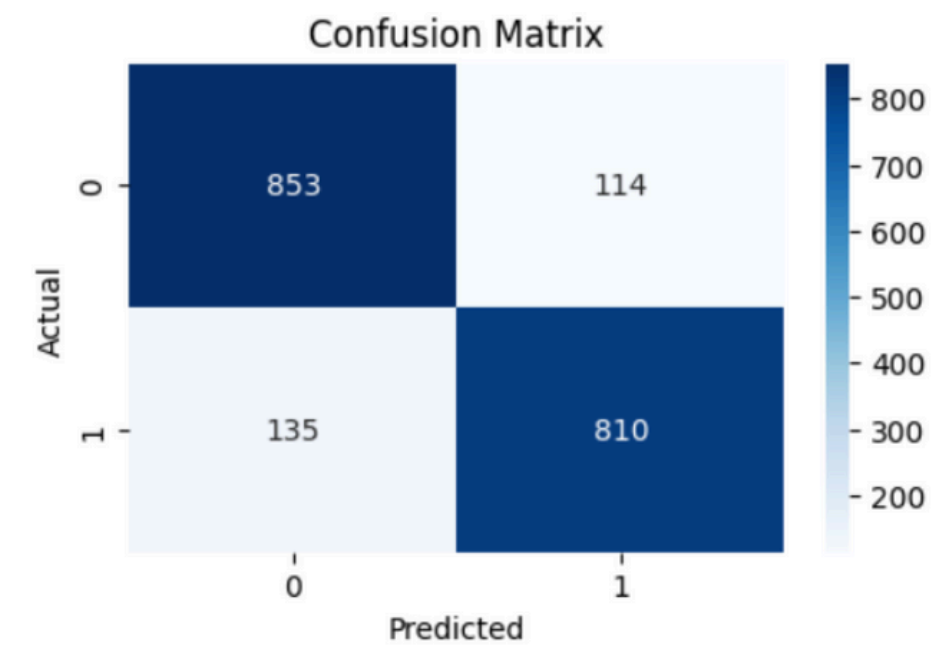


Figura 7. Matriz de confusión del clasificador de fases A y B para narcolepsia.

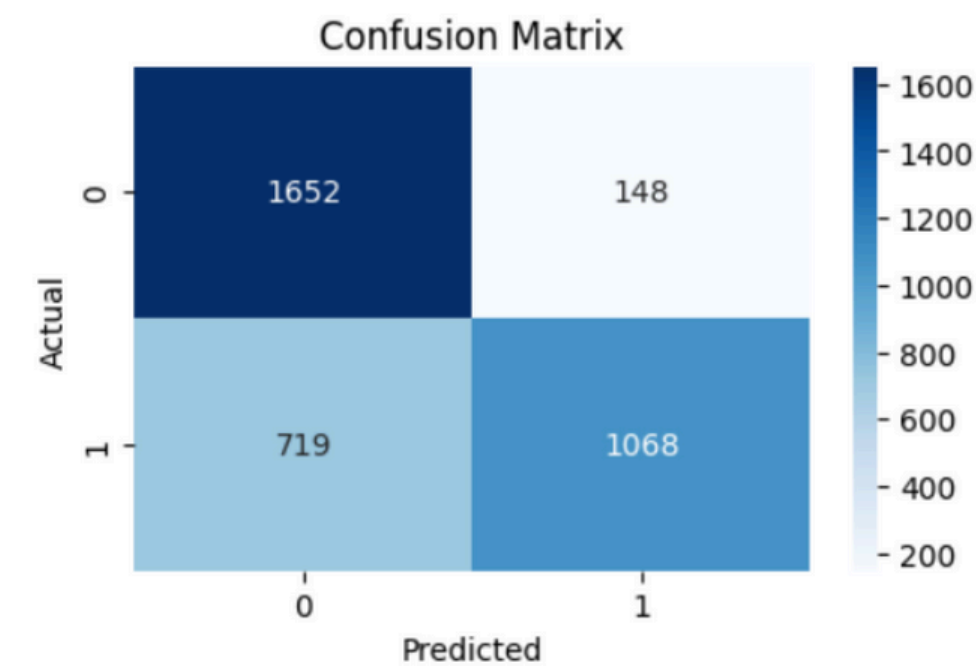
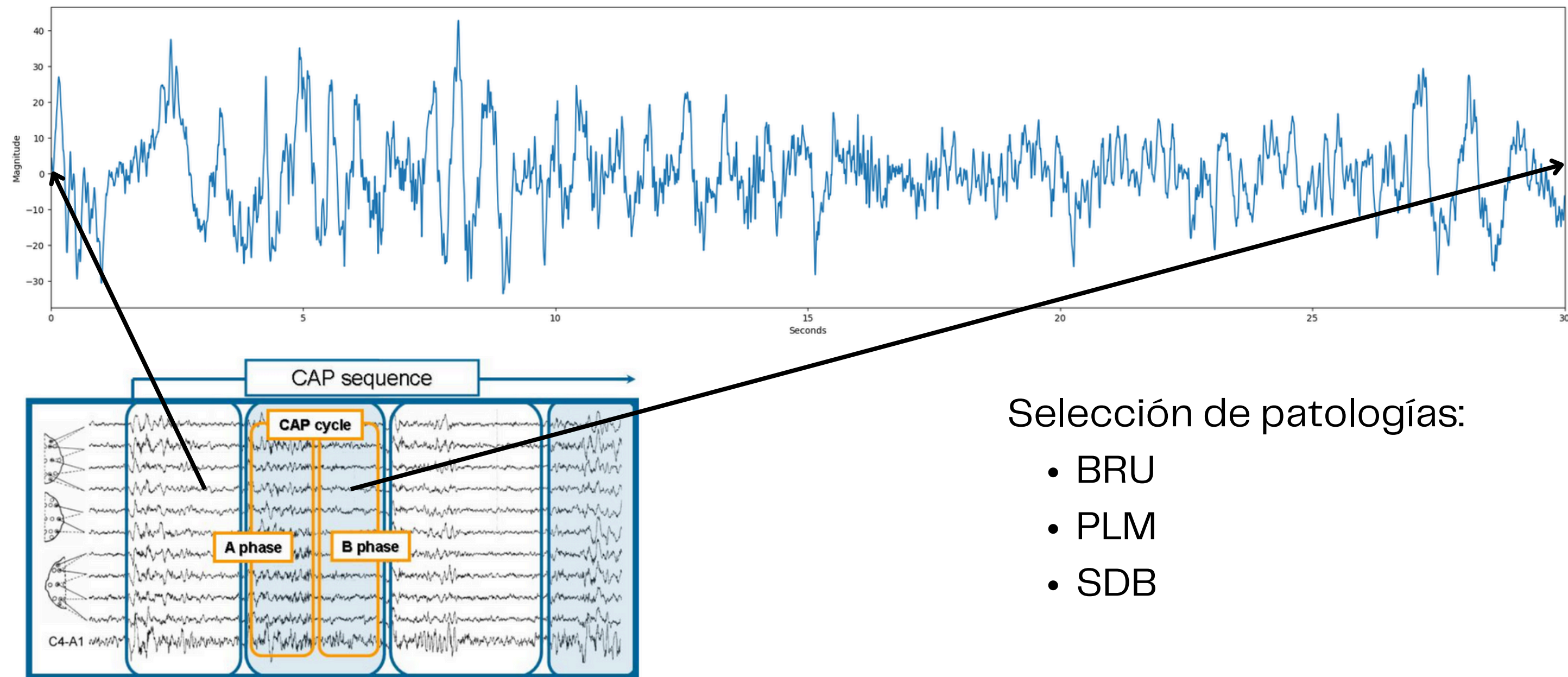


Figura 8. Matriz de confusión del clasificador de fases A y B para PLM.

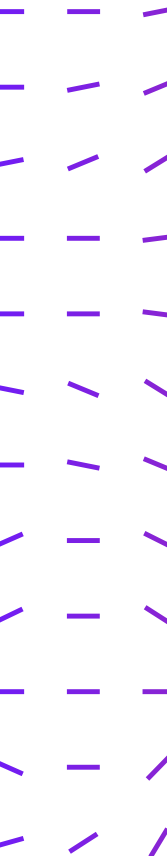
Clasificador de patologías

Metodología: Preprocesamiento de los datos



Selección de patologías:

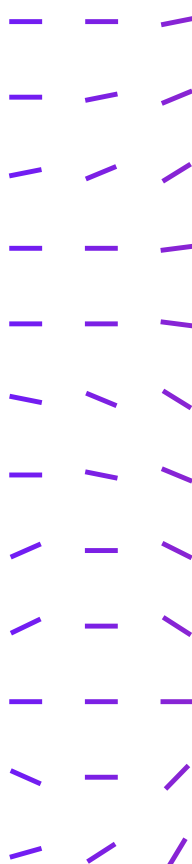
- BRU
- PLM
- SDB



Clasificador de patologías

Metodología: Desarrollo del modelo

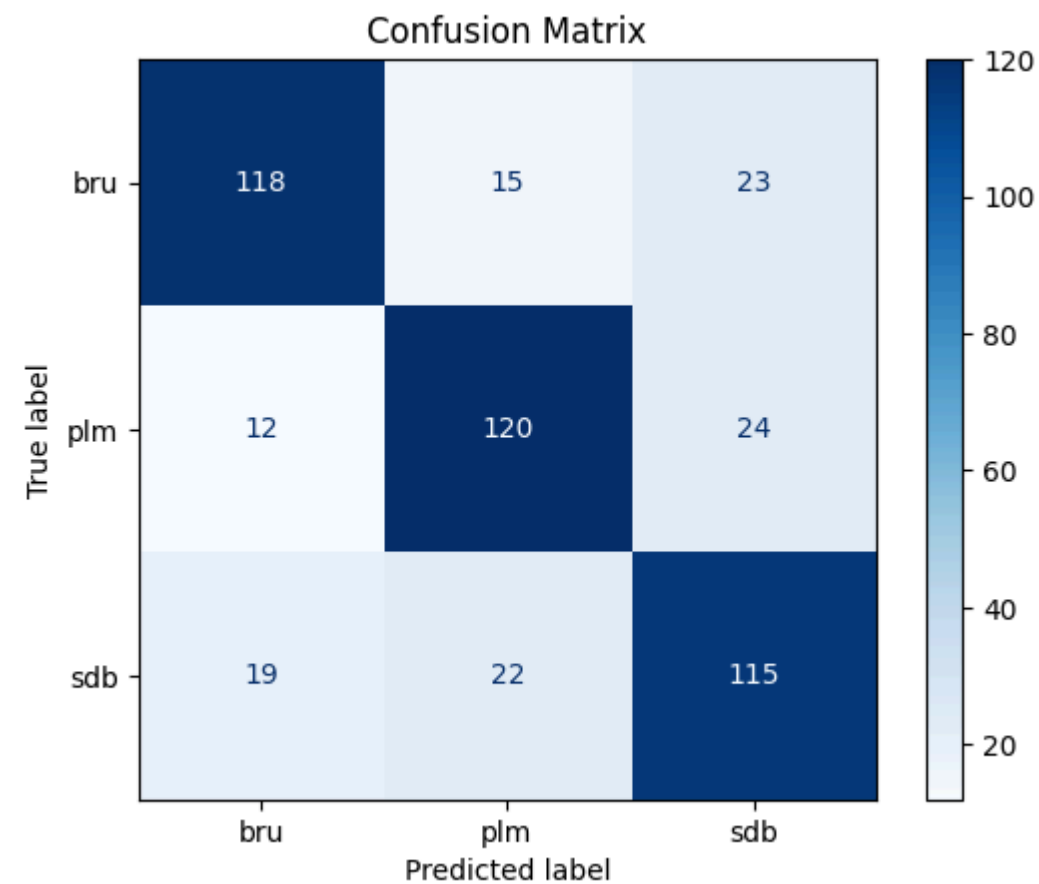
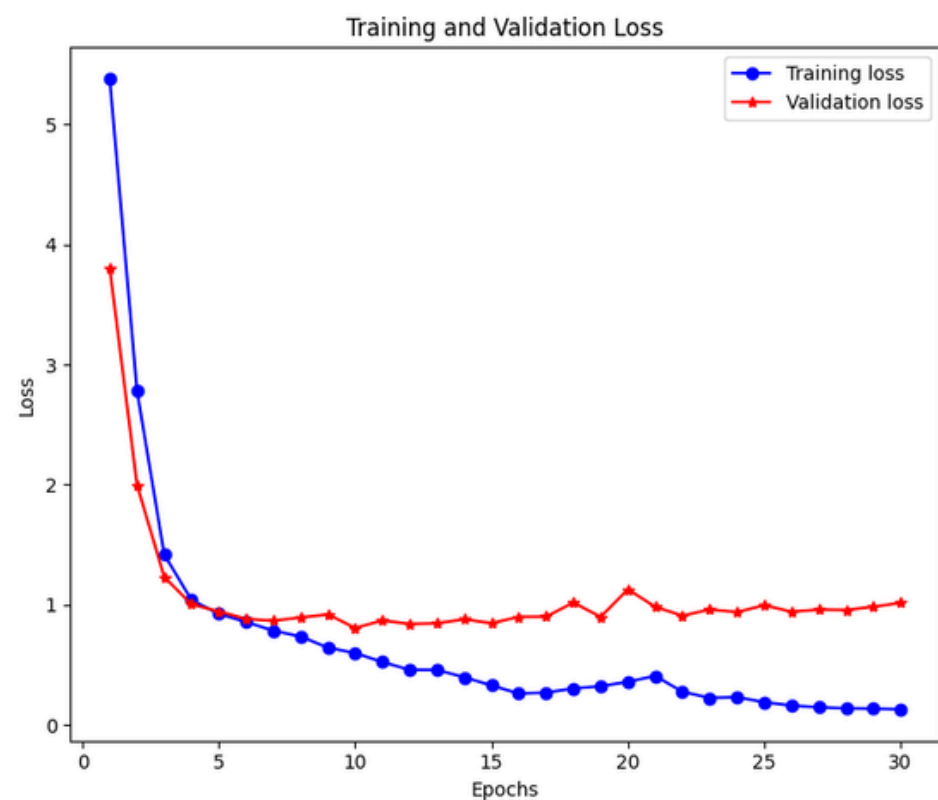
Capa (tipo)	Forma de salida	Parámetros entrenables
Reshape	(None, 30, 512)	0
LSTM	(None, 256)	787456
Dense	(None, 32)	8224
Dropout (0.2)	(None, 32)	0
Dense	(None, 3)	99



[1] S. Gokulan, S. Narmadha, M. Pavithra, R. Rajmohan and T. Ananthkumar, "Determination of Various Deep Learning Parameter for Sleep Disorder," 2020 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN), Pondicherry, India, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICSCAN49426.2020.9262331.

Clasificador de patologías

Resultados



Validation Accuracy: 76.00%
Test Accuracy : 75.43%

Discusión

Tabla III

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN CAP EN SUJETOS CON TRASTORNOS DE SUEÑO USANDO DATASETS BALANCEADOS.

Tipo de enfermedad	Estudio	Parámetros de rendimiento (%)			
		Exactitud	Precisión	Sensibilidad	Especificidad
Narcolepsia	Murarka et al. [16]	82.21	82.09	82.60	82.34
	Este trabajo	86.98	87.66	85.71	88.21
PLM	Murarka et al. [16]	78.72	83.98	71.64	85.99
	Este trabajo	75.83	87.83	59.76	91.78
Insomnio	Murarka et al. [16]	70.88	81.82	56.52	86.41
	Este trabajo	76.71	83.43	68.07	85.79

Discusión

Tabla IV
COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN CAP EN SUJETOS SANOS CON DATASETS BALANCEADOS.

Método	N° de muestras utilizadas	Frec. de muestreo (Hz)	Parámetros de rendimiento (%)			
			Exact.	Prec.	Sens.	Espec.
Banco de filtros wavelet biortogonales (BOWFB) [17]	Fases A: 4653	512	73.43	67.38	76.59	70.95
Representaciones Wigner [19]	Fases A: 3937	32	77.50	78.40	75.90	79.10
1D-CNN [12]	Fases A: 4653	512	73.64	70.96	80.29	66.95
1D-CNN [16]	Fases A: 4653	512	78.84	82.45	73.44	84.26
1D-CNN (trabajo actual)	Fases A: 4653	512	78.46	85.11	68.89	88.00

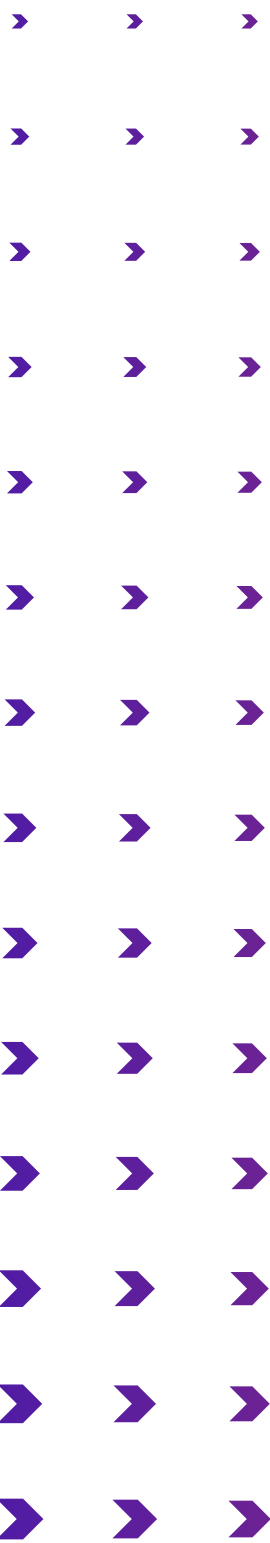
Limitaciones

Clasificacion de patologías:

- No se consideró el número total de patologías de la CAP Sleep Database.
- Futuros estudios enfocarse en abarcar mayor cantidad de patologías mediante el uso de uno o más canales EEG.

Clasificacion de fases CAP:

- Tampoco se considera todas las patologías de la base de datos, solo 3 trastornos y sujetos sanos.
- Estudio realizado con dataset balanceados de cantidad de fases A y B.



Conclusiones

- El clasificador de fases CAP del presente estudio cuenta con mejores métricas en la mayoría de las patologías elegidas (narcolepsia, PLM, insomnio) que la literatura actual.
- El clasificador de fases CAP empleado en pacientes sanos cuenta con métricas similares o ligeramente mejores a la literatura actual.
- A futuro, realizar un análisis exploratorio para determinar si otras enfermedades pueden ser probadas en el clasificador de fases CAP.
- El clasificador de trastornos del sueño desarrollado logró clasificar 3 trastornos (bruxismo, PLM, SDB) del CAP Sleep Database con una exactitud mayor al 75%.

**¡Muchas
gracias!**

