



AVANCE 1

Grupo 3

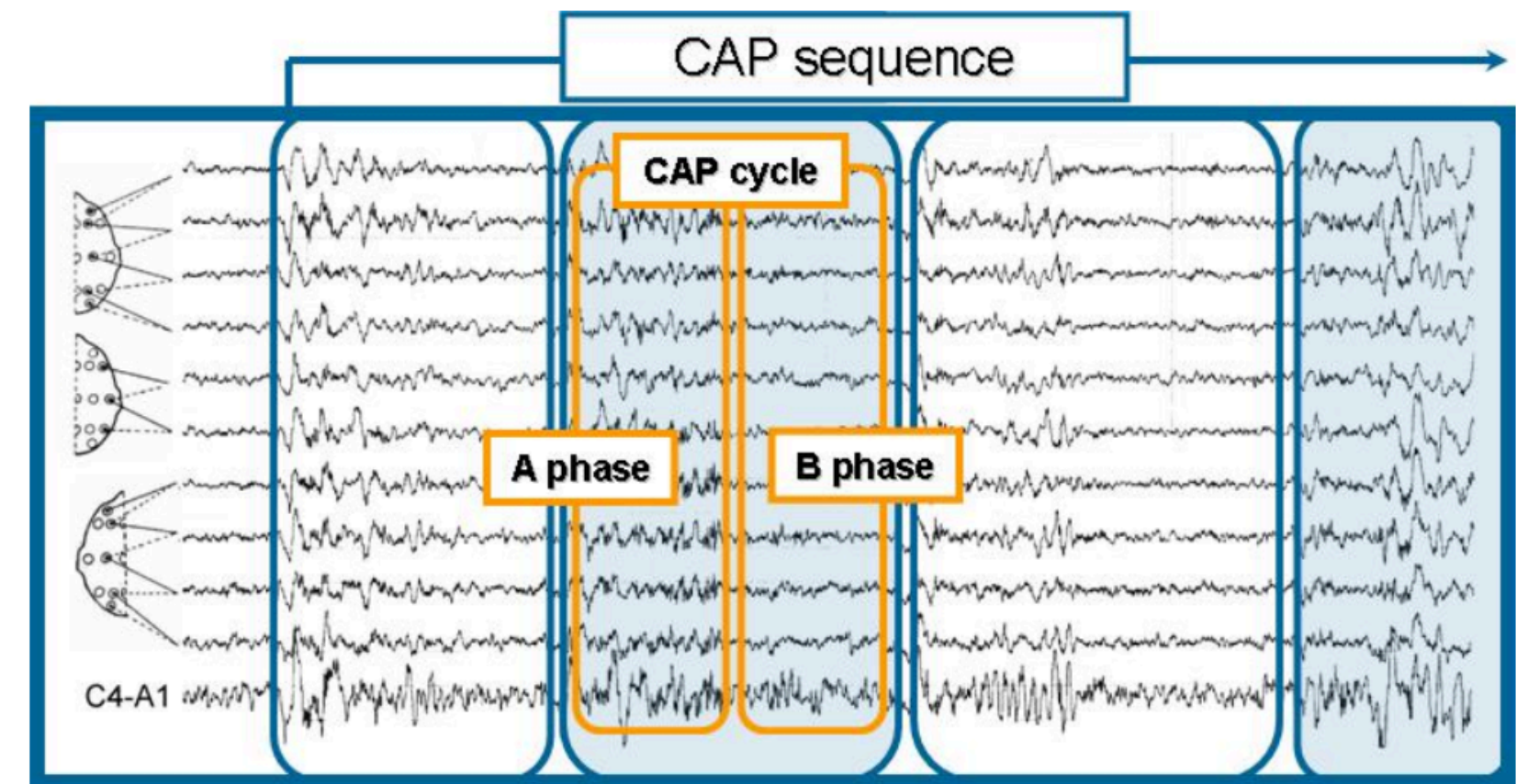
Rodolfo Huacasai

Leonardo Sandoval

Daniel Zavaleta

INTRODUCCIÓN

- El Patrón Alternante Cíclico (CAP) es una onda EEG relacionada con la actividad del sueño NREM (sueño sin movimientos oculares rápidos) que indica la inestabilidad del sueño.
- Esta relacionado con aspectos de la memoria y el ratio de aprendizaje [1].
- Conocerla permitiría también la detección de anomalías espontaneas como el complejo K recientemente asociado con el Alzheimer y epilepsia.[2]



[1] R. Ferri, R. Huber, D. Aricò, V. Drago, F. Rundo, M. F. Ghilardi, M. Massimini y G. Tononi, "The slow-wave components of the cyclic alternating pattern (CAP) have a role in sleep-related learning processes," *Neuroscience Letters*, vol. 432, no. 3, pp. 228-231, 2008. DOI: 10.1016/j.neulet.2007.12.025.

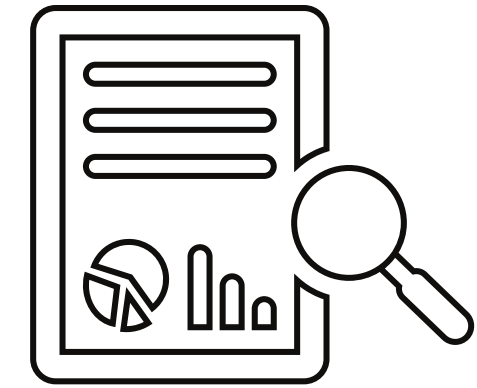
[2] M.H. Gandhi y P.D. Emmady, "Physiology, K Complex," *StatPearls*, Actualizado el 1 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557469/#>. Accedido el 3 de abril de 2024.

PROBLEMÁTICA

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)

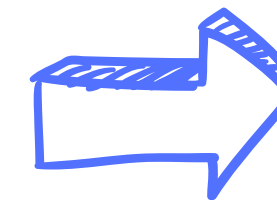
De forma tradicional:

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

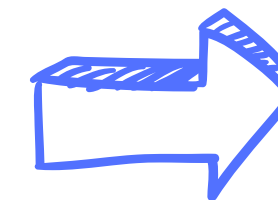


Restringe su aplicabilidad en diagnósticos rápidos y accesibles



Además:

- Complejidad de las señales EEG



- Su interpretación se torna desafiante y propensa a imprecisiones, si no se tiene las herramientas adecuadas

Entonces:

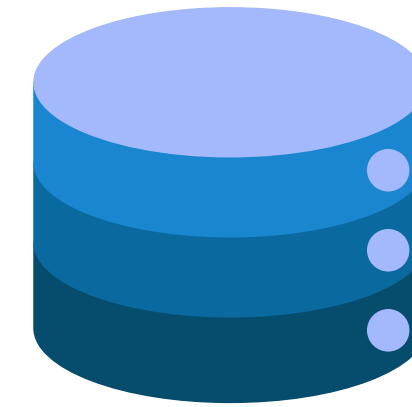


Solución:

Desarrollar un modelo de aprendizaje automático que permita la detección de patologías del sueño haciendo uso de la CAP Sleep Database

BASE DE DATOS

- Colección de 108 grabaciones polisomnográficas
- Tipos de señales (contenidas en esta BD como archivos .edf) : EEG (3 canales), EOG (2 canales), EMG mentoniana y tibial, señales de respiración (flujo aéreo, esfuerzo abdominal y torácico y SaO2) y EKG.
- Cuenta con: Anotaciones de referencia de las fases del sueño y de CAP
- Sujetos del estudio:
 - 16 sujetos sanos (sin trastorno neurológico y libres de fármacos que afectaran al sistema nervioso central)
 - 92 sujetos con alguna patología del sueño



CAP Sleep
Database

n1-n16 Sin patología
(controles)



brux1-brux2 Bruxismo
ins1-ins9 Insomnio
narco1-narco5 Narcolepsia
nfle1-nfle40 Epilepsia nocturna del lóbulo frontal
plm1-plm10 Movimientos periódicos de las piernas
rbd1-rbd22 Trastorno del comportamiento REM
sdb1-sdb4 Trastornos respiratorios del sueño



ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES

Sleep stage

(W=wake, S1-S4=sleep stages, R=REM, MT=body movements)

Body position

(Left, Right, Prone, or Supine; not recorded in some subjects)

Time of day

[hh:mm:ss]

Event

(either a sleep stage (SLEEP-S0..S4, REM, MT), or a phase A of CAP)

Duration

(in seconds)

Location

(the signal(s) in which the event can be observed)

Waveform data

ANALISIS EXPLORATORIO

- El target es el Sleep Stage.
- Los Features son Position, Time, Duration, Location.
- Datos de tipo nominal por lo que requiere un encode.
- Ausencia de Nulls en el dataset.
- Existe presencia de Outliers.

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1266 entries, 0 to 1265
Data columns (total 6 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   Sleep Stage           1266 non-null   object
1   Position               1266 non-null   object
2   Time [hh:mm:ss]       1266 non-null   object
3   Event                 1266 non-null   object
4   Duration[s]           1266 non-null   object
5   Location               1266 non-null   object
dtypes: object(6)
memory usage: 59.5+ KB
```

Figura 1. Tipo y conteo de los datos de las columnas previo a su preprocesamiento

```
Sleep Stage           932
Position               932
Time [hh:mm:ss]       932
Event                 932
Duration[s]           932
Location               932
dtype: int64
```

Figura 2. Tipo y conteo de los datos de las columnas despues de su preprocesamiento

HISTOGRAMA Y DIAGRAMAS DE LOS DATOS

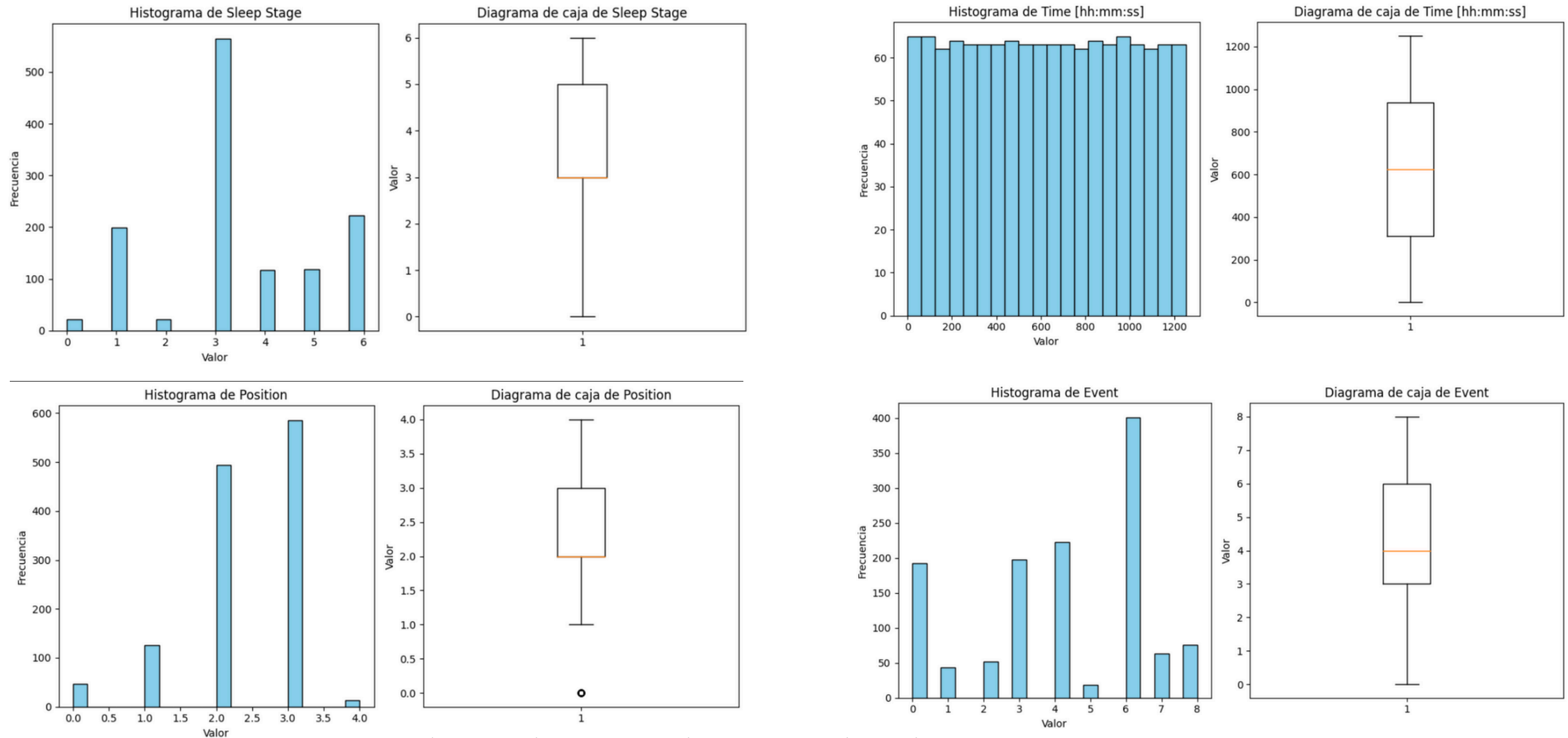


Figura 3. Histograma y diagrama de cajas y bigotes de los features y target posterior al encode de los valores nominales.

HISTOGRAMA Y DIAGRAMAS DE LOS DATOS

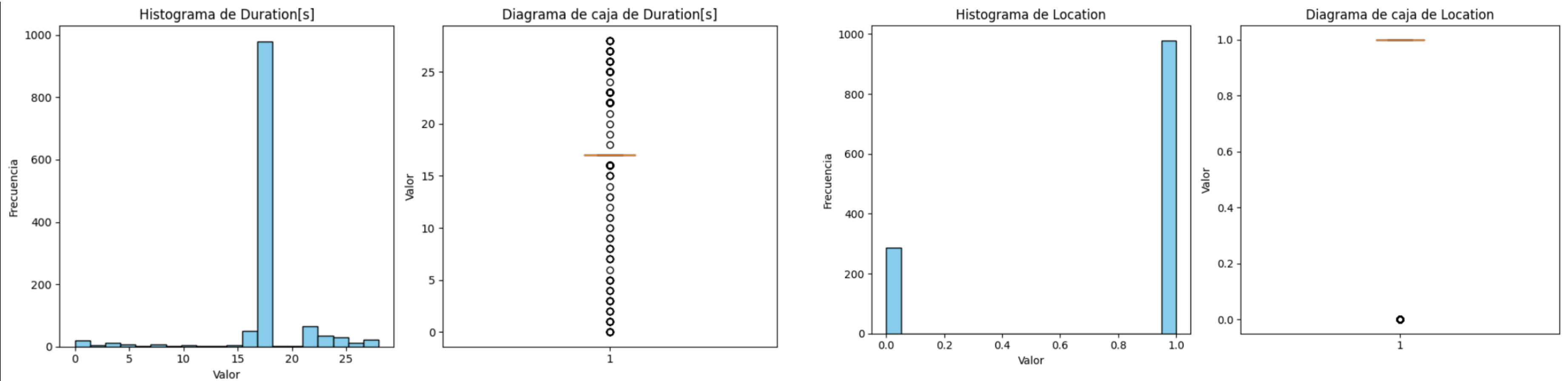
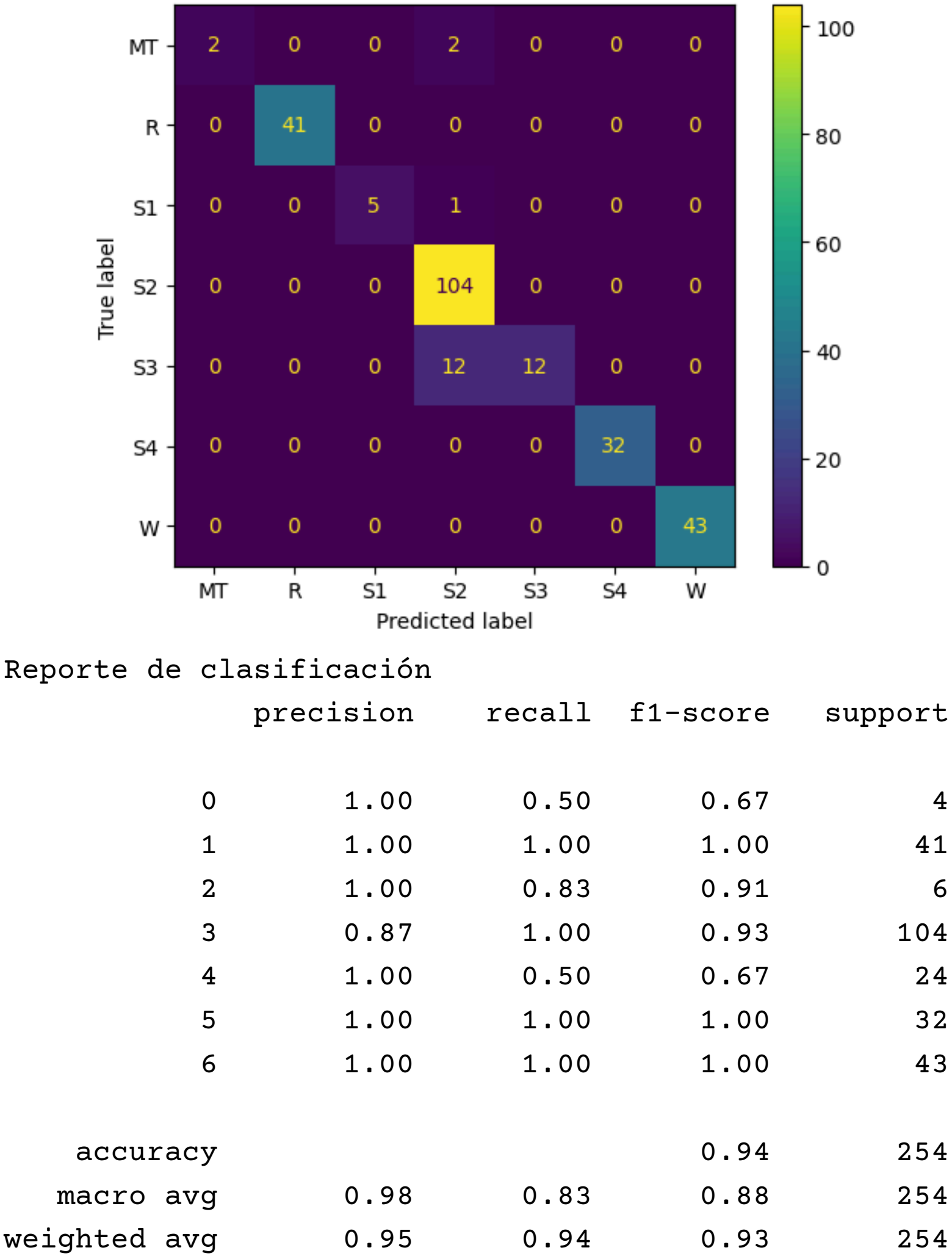


Figura 4. Histograma y diagrama de cajas y bigotes de los features y target posterior al encode de los valores nominales.

DESARROLLO DE MODELO DE ML

Primero, se optó por predecir el sleep_stage y se obtuvieron los siguientes resultados:



DESARROLLO DE MODELO DE ML

Luego, se optó por usar una CNN para clasificar el Cyclic Alternating Pattern (CAP) entre A1, A2, A3 y B.

Score per fold
> Fold 1 - Loss: 0.4453337788581848 - Accuracy: 80.05372881889343%
> Fold 2 - Loss: 0.4193240702152252 - Accuracy: 81.1282753944397%
> Fold 3 - Loss: 0.4307926893234253 - Accuracy: 80.32236695289612%
> Fold 4 - Loss: 0.43138083815574646 - Accuracy: 79.6507716178894%
> Fold 5 - Loss: 0.4337482154369354 - Accuracy: 80.30914068222046%
Average scores for all folds:
> Accuracy: 80.29285669326782 (+- 0.4834285499044847)
> Loss: 0.4321159183979034

Model: "sequential_4"		
Layer (type)	Output Shape	Param #
conv1d_16 (Conv1D)	(None, 1024, 32)	256
conv1d_17 (Conv1D)	(None, 1024, 8)	776
max_pooling1d_8 (MaxPooling1D)	(None, 64, 8)	0
conv1d_18 (Conv1D)	(None, 64, 16)	272
dropout_4 (Dropout)	(None, 64, 16)	0
conv1d_19 (Conv1D)	(None, 64, 8)	264
max_pooling1d_9 (MaxPooling1D)	(None, 16, 8)	0
flatten_4 (Flatten)	(None, 128)	0
dense_8 (Dense)	(None, 16)	2064
dense_9 (Dense)	(None, 1)	17
Total params: 3649 (14.25 KB)		
Trainable params: 3649 (14.25 KB)		
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)		

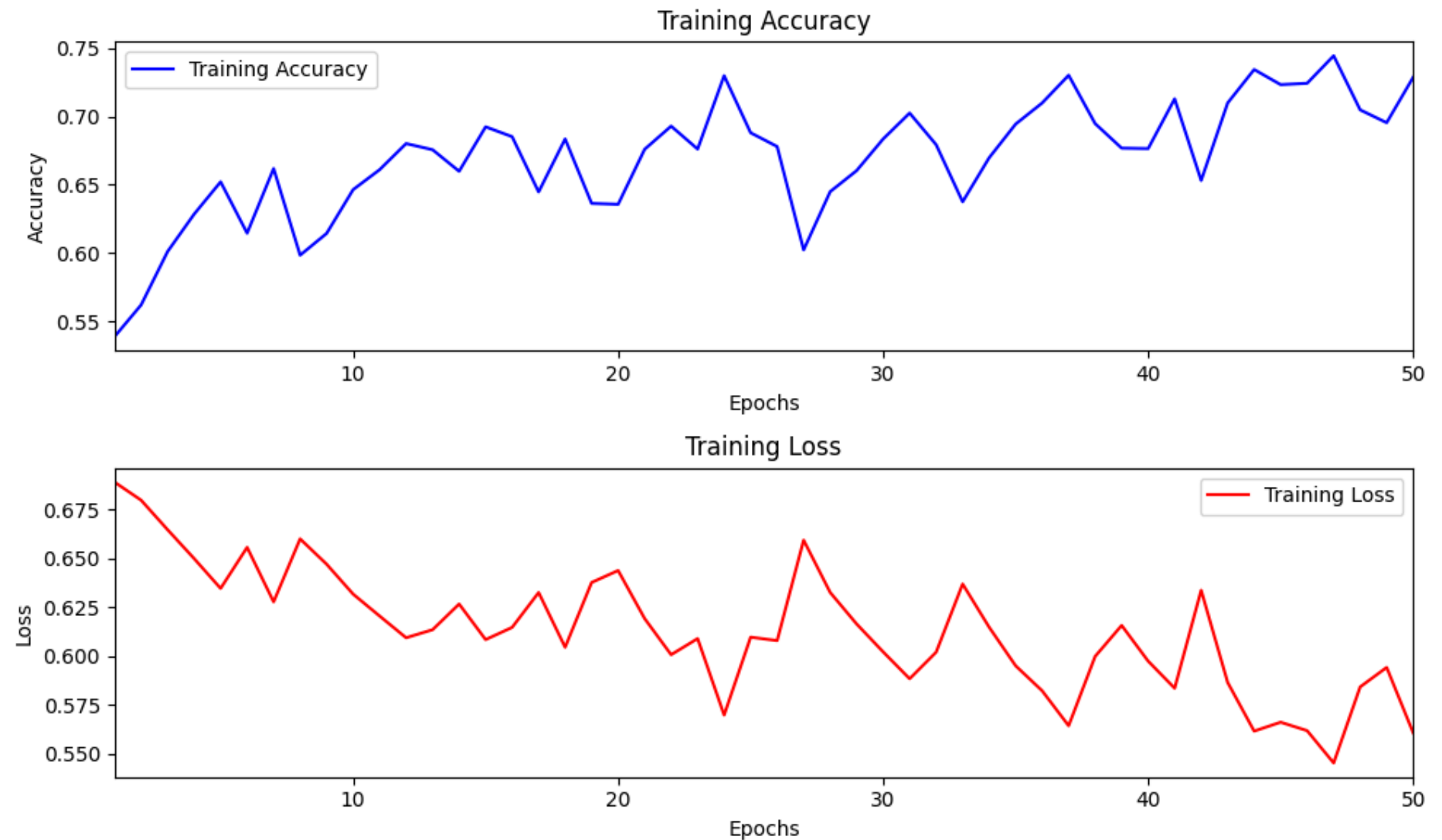
DESARROLLO DE MODELO DE ML

Luego, se usó una DNN con LSTM:

Model: "sequential_2"

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_2 (LSTM)	(None, 32)	4352
dense_4 (Dense)	(None, 16)	528
dense_5 (Dense)	(None, 2)	34

=====
Total params: 4914 (19.20 KB)
Trainable params: 4914 (19.20 KB)
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)
=====



Test Loss: 0.5561022162437439
Test Accuracy: 0.7346938848495483



GRACIAS