UNIVERSIDAD DE GRANADA

cimcyc

HUVN HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DE LAS NIEVES

III Congreso Investigación PTS Granada

3 - 5 de Febrero, 2025

Granada Facultad de Medicina

La Voz de la Mente:
Decodificación del Habla a partir del EEG Usando Aprendizaje Profundo

J. A. Gonzalez-Lopez[1,2], O. M. Khanday[1,2], P. Rodríguez-San Esteban[3,4], M. Ouellet[3,4] y J. L. Pérez-Córdoba[1,2]

[1] Dpto. Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones, Universidad de Granada

[2] Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CITIC), Universidad de Granada

[3] Dpto. Psicología Experimental, Universidad de Granada

[4] Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC), Universidad de Granada

Trastornos severos del habla:

- **Enfermedades neurodegenerativas,** ej. ELA (2-3 casos x 100k habitantes).
- **Daño cerebral**, ej. ictus (120.000 al año en España.
- Cognición intacta
- **Sistemas de comunicación AAC:** lentos, basados en tableros.

Interfaces cerebro-ordenador:

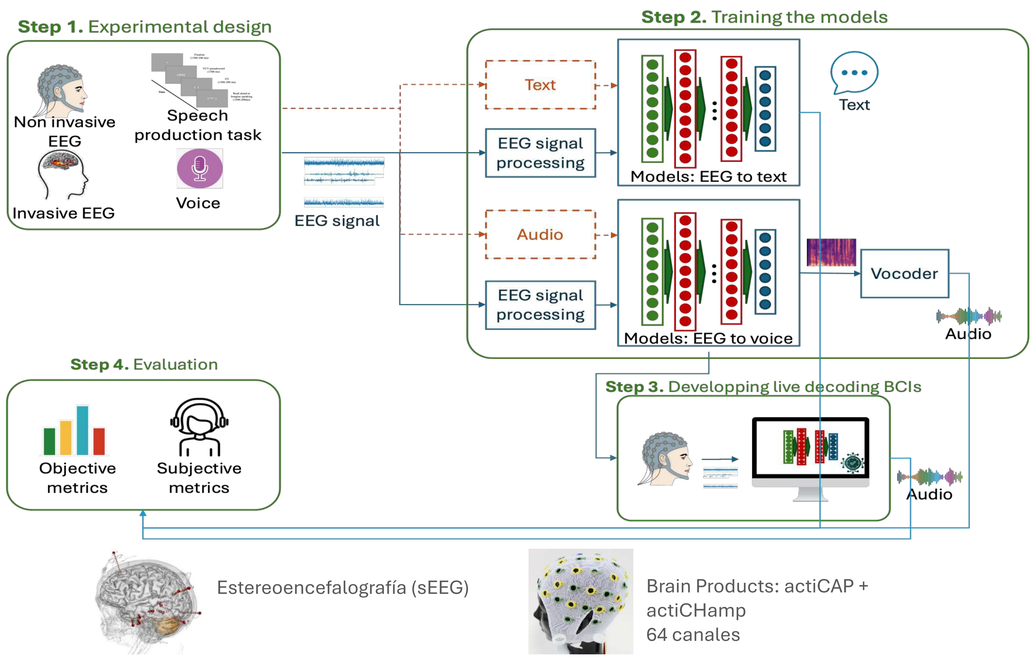
- **Dispositivo neuromórfico** para el control de dispositivos externos usando señales cerebrales.
- **Ejemplos:** control de prótesis, cursor en un PC, silla de ruedas, etc.
- **Deletreador P300**: lentos (~3 pals./min) y difícil de aprender a controlarlos.

Sobre este trabajo:

- Proponemos **sistema BCI para síntesis/decodificación del habla** a partir del EEG**.**
- Evaluado en sujetos sanos y pacientes epilépticos con electrodos profundos.
- **Resultos** preliminaries muy prometedores.

MÉTODO

PROCEDIMIENTO



TAREAS EXPERIMENTALES

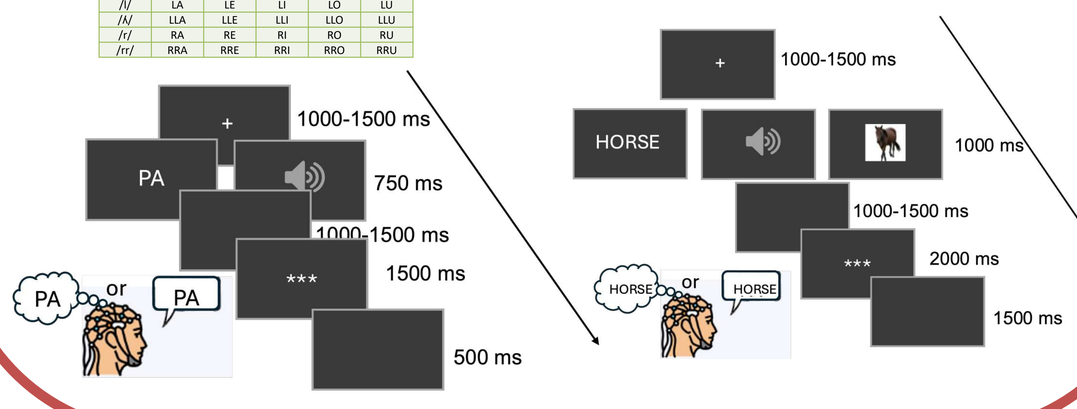
Sílabas CV [95 sil.]: 5 vocales x 19 consonantes

Phoneme	a	e	i	o	u
/f/	FA	FE	FI	FO	FU
/z/	ZA	ZE	ZI	ZO	ZU
/s/	SA	SE	SI	SO	SU
/ʃ/	JA	JE	JI	JO	JU
/p/	PA	PE	PI	PO	PU
/t/	TA	TE	TI	TO	TU
/ʧ/	CHA	CHE	CHI	CHO	CHU
/k/	KA	KE	KI	KO	KU
/b/	BA	BE	BI	BO	BU
/d/	DA	DE	DI	DO	DU
/ʝ/	YA	YE	YI	YO	YU
/g/	GA	GE	GI	GO	GU
/m/	MA	ME	MI	MO	MU
/n/	NA	NE	NI	NO	NU
/ɲ/	ÑA	ÑE	ÑI	ÑO	ÑU
/l/	LA	LE	LI	LO	LU
/ʎ/	LLA	LLE	LLI	LLO	LLU
/r/	RA	RE	RI	RO	RU
/rr/	RRA	RRE	RRI	RRO	RRU

Denominación de palabras [60 pals.]:

- 6 categorías semáticas: animales, comida, utensilios cocina, ropa, instrumentos musicales, partes del cuerpo.
- Frecuencia: 50% alta, 50% baja

Pseudopalabras [30 pseudopals.]



RESULTADOS

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL

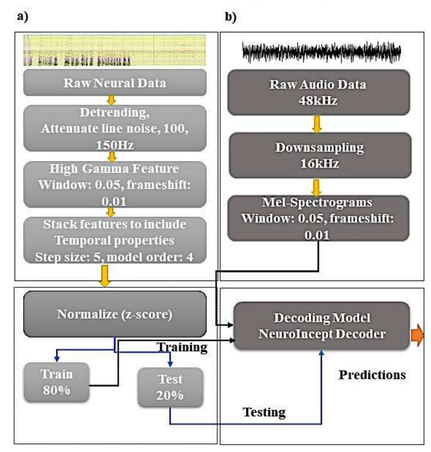


Figura 1. a) Preprocesamiento de señales EEG. b) Preprocesamiento de señales de audio

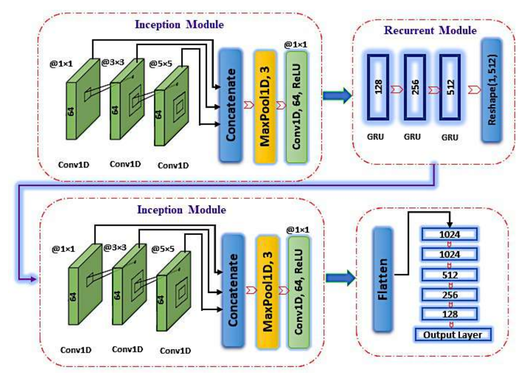


Figure 2. Arquitectura del modelo NeuroIncept Decoder

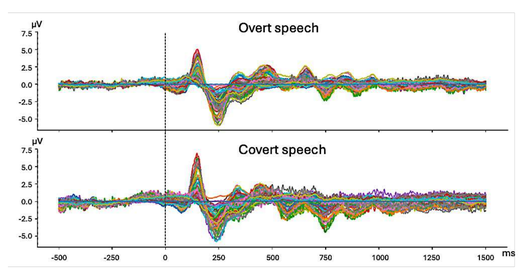


Figura 3. Señales EEG para habla en voz alta (overt) e imaginada (covert).

Tabla 1. Detalles del dataset.

Tarea	Nº Participantes
Sílabas	- 15 personas neurotípicas - 9 pacientes epilépticos
Denomiación de palabras	- 15 personas neurotípicas - 9 pacientes epilépticos
Vocales	- 6 personas neurotípicas.

RESULTADOS PRELIMINARES

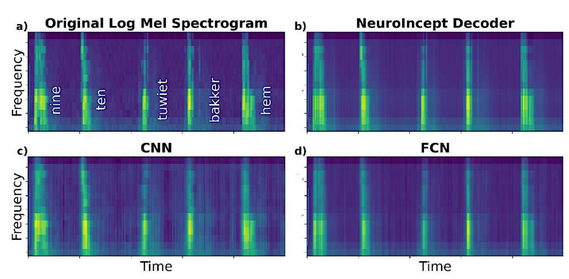


Figura 4. Comparativa de espectrogramas obtenidos por diferentes modelos de DNN.

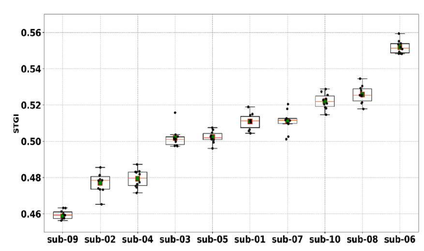


Figura 5. Métrica STGI obtenida por NeuroIncept para cada participante.

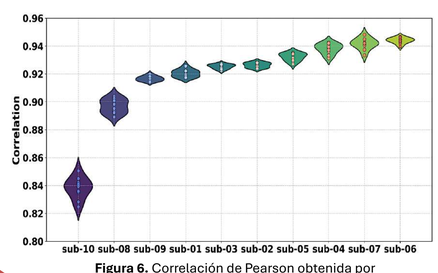


Figura 6. Correlación de Pearson obtenida por NeuroIncept para cada participante.

Tabla 2. Resultados objetivos para diferentes modelos de ML.

Modelo	PCC	STGI
Regres. lineal	0.70	-
FCN (DNN)	0.89	0.39
CNN	0.90	0.48
NeuroIncept	0.92	0.50

Conclusiones:

- Necesidad de mejores sistemas de comunicación alternativa.
- **Solución propuesta**: Sistema BCI que decodifica la voz a partir del EEG.
- **Resultados preliminares** muy esperanzadores: hasta 96% correlación.

Limitaciones del estudio:

- **Dataset pequeño** con pocos participantes.
- **Tareas experimentales** simples (no habla espontánea).
- Variabilidad entre sesiones en EEG no invasivo.

Trabajo futuro:

- Abordar el problema de pocos datos en entrenamiento (ej. pre-entranamiento).
- Diseñar tareas más complejas.
- Síntesis/Decodificación del habla en tiempo real.

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

Cofinanciado por la Unión Europea

AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN

Trabajo financiado por la ayuda PID2022-141378OB-C22 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

joseangl@ugr.es