

NeuroMotion XR

SISTEMA INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADOR PARA REHABILITACIÓN POST-ACV
BASADA EN IMAGINERÍA MOTORA Y NEUROFEEDBACK

Isidro M¹, Li D¹, Valer V¹, Mamani F¹

Introducción a Señales Biomédicas , ¹Ingeniería Biomédica PUCP-UPCH, 2025-2

INTRODUCCIÓN

El Accidente Cerebrovascular (ACV) es una interrupción súbita del flujo sanguíneo cerebral que ocasiona **daño neuronal agudo** y secuelas funcionales significativas [1] [2].



2º causa de muerte
3º causa de discapacidad



60% de pacientes presenta secuelas discapacitantes, principalmente en el miembro superior [3].

Fuente: Global Burden of Disease (GBD) 2021.

PROBLEMÁTICA

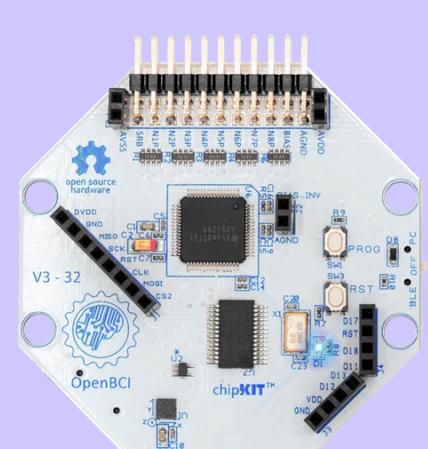
Las terapias convencionales no logran una recuperación adecuada del miembro superior post-ACV. Por ello, presentan:

- Baja adherencia
- Estimulación limitada de neuroplasticidad
- Secuelas motoras persistentes [4].

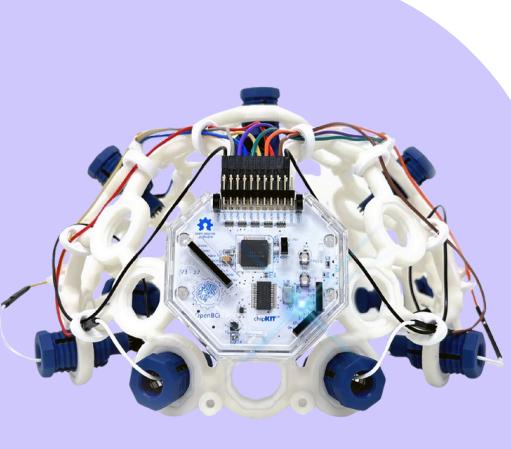


MATERIALES Y MÉTODOS

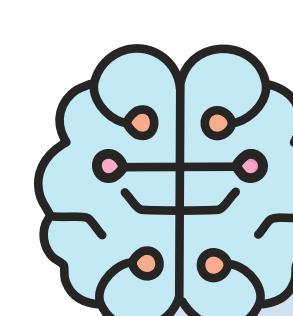
Materiales



Placa Cyton
OpenBCI



Ultracortex
Mark IV



Flujo del sistema

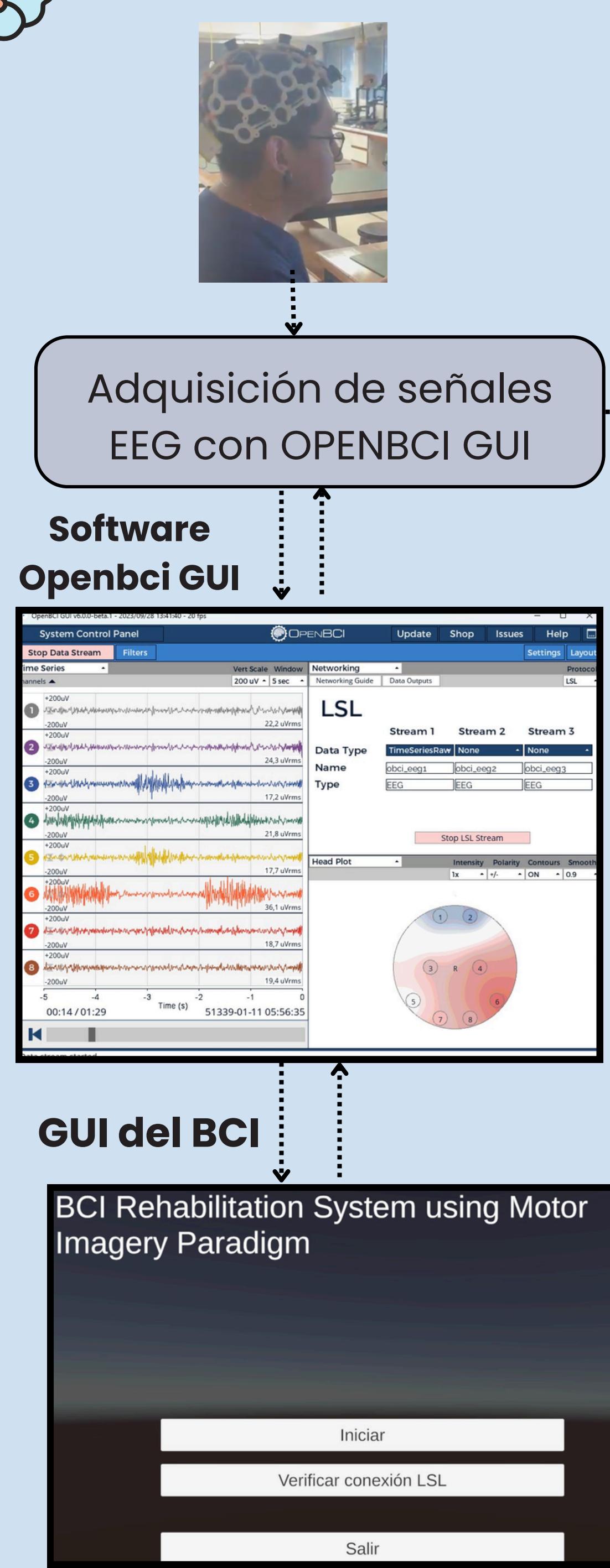
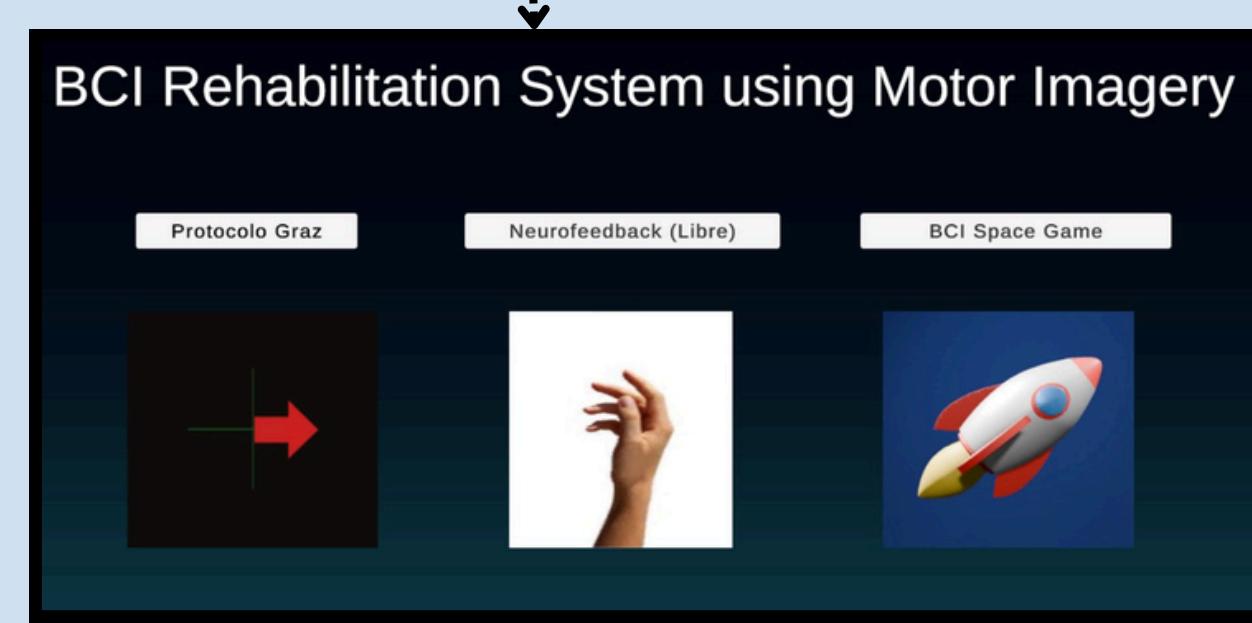
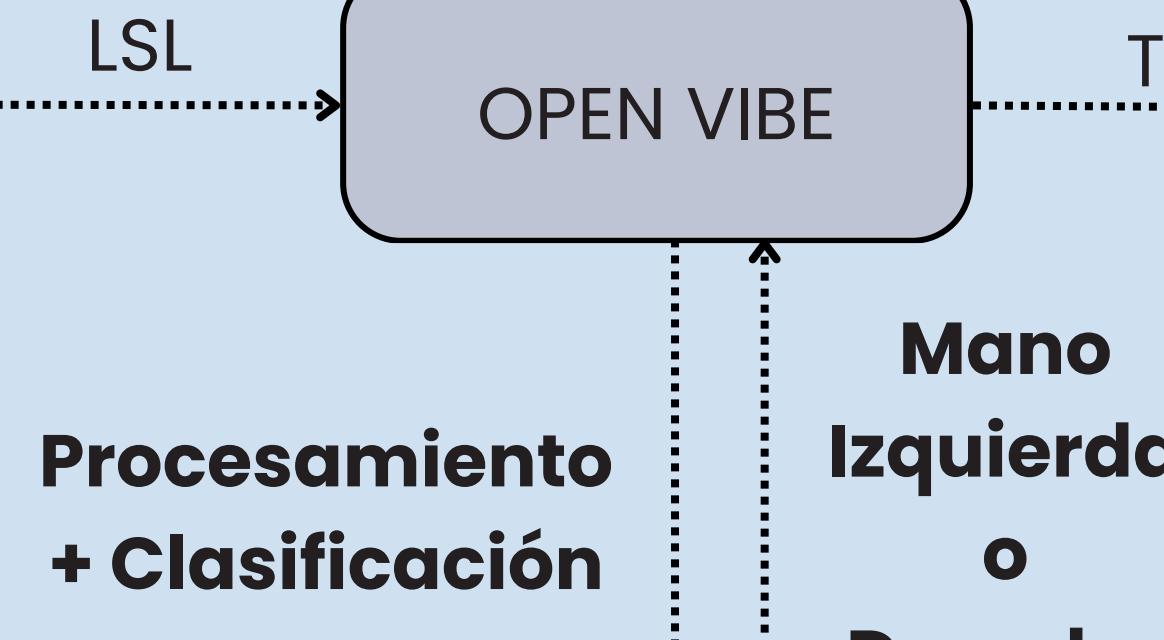
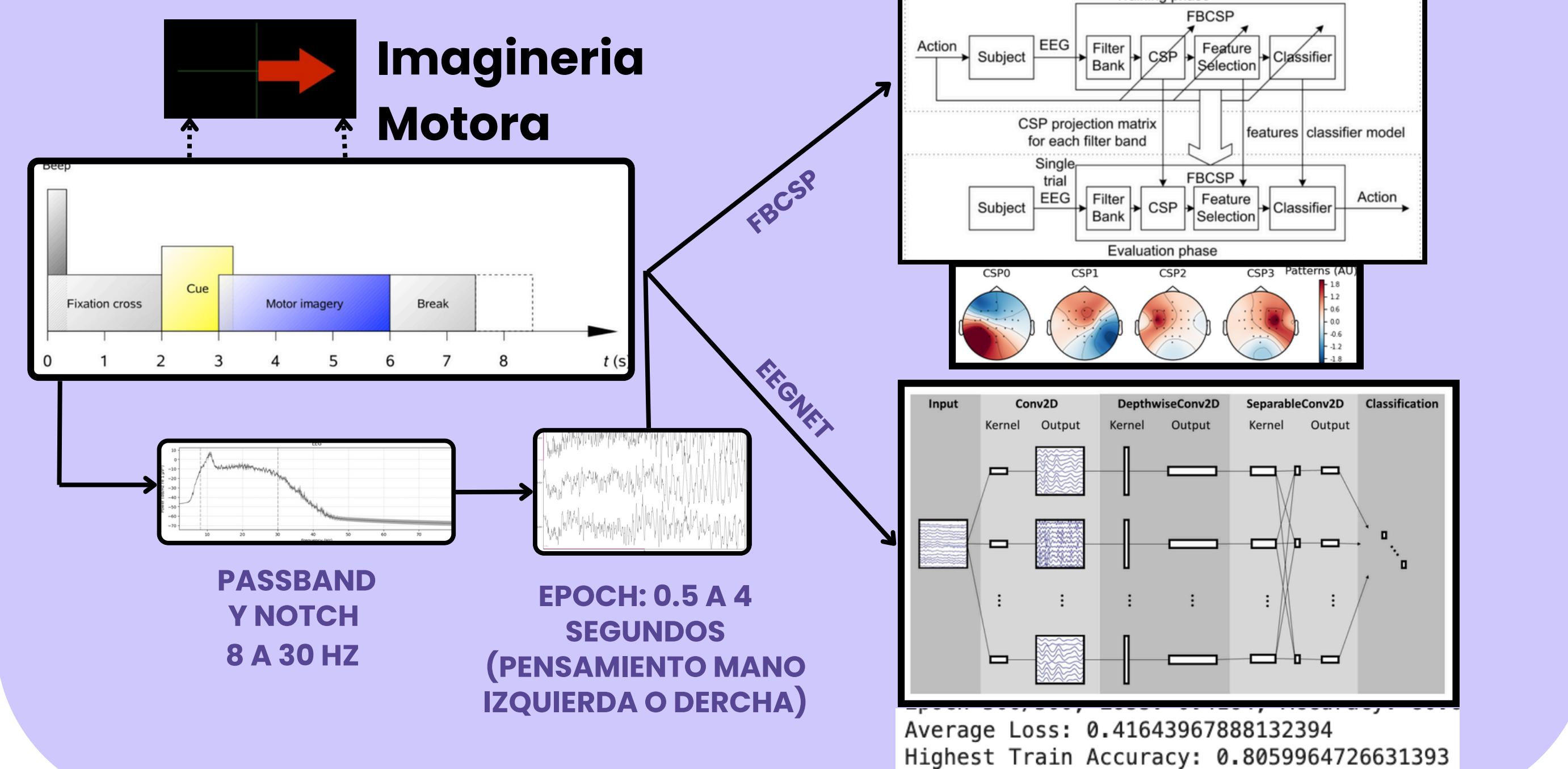


Diagrama de bloques para el entrenamiento del modelo

- Datasets: BCI competition IV 2a y 2b - Graz Protocol



Entrenamiento CSP-LDA
con OpenVIBE



Resultados del algoritmo CSP:

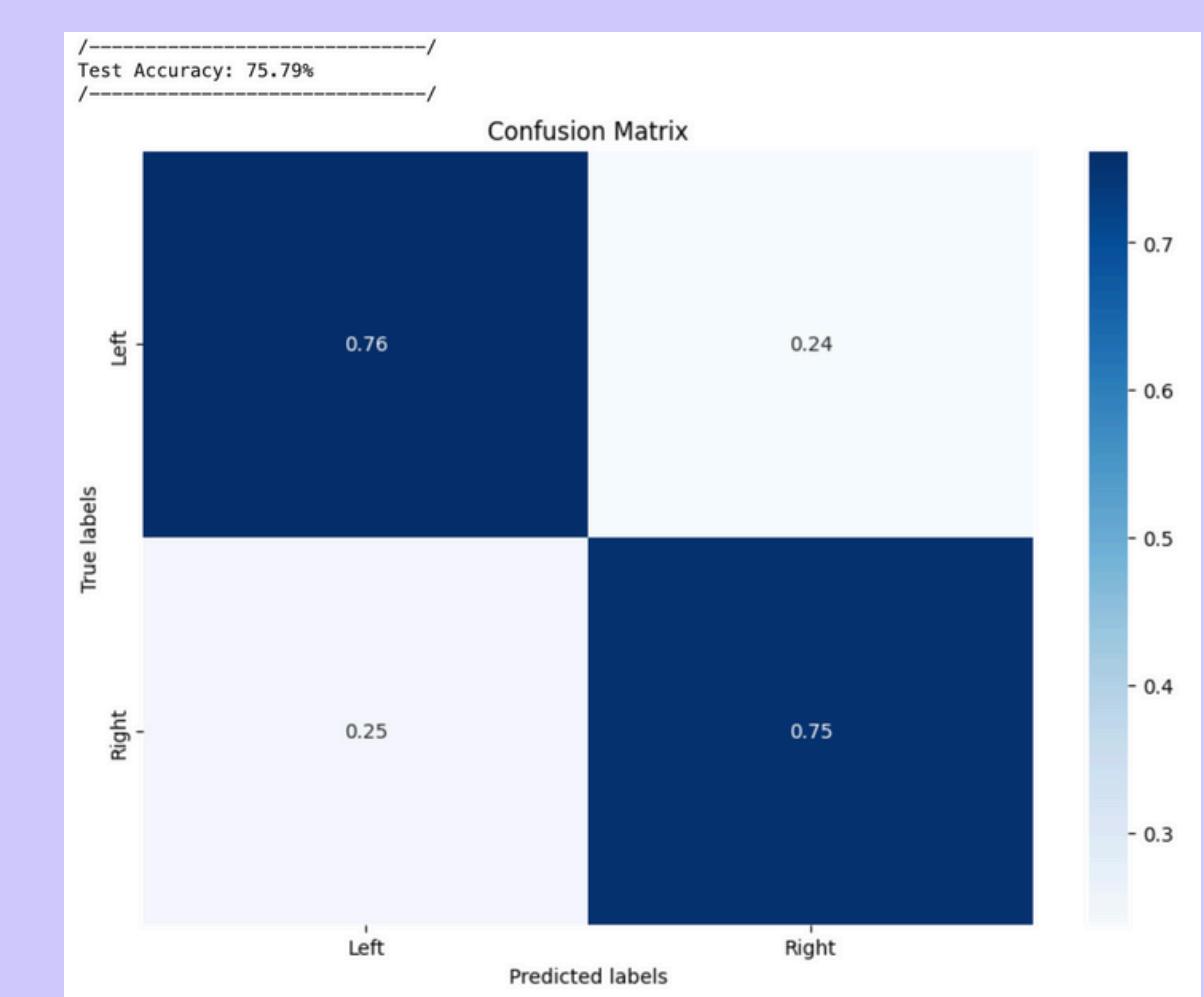
Precisión

Database 2b: 75.5% Testeo técnico:

Database 2a: 91.7% 69.48 %

Accuracy FINAL del LDA (usando todas las ventanas): 69.48%

Resultados EEGnet: precisión del 80% en la Database 2b y del 75.79% en el testeo tecnico.



Resultados de la plataforma OpenVIBE:

Precisión de 76% y 70% en validación cruzada realizadas en una persona real.

```
X=100 TEST could take quite a long time, be patient
Finished with partition 1 / 5 (performance : 81.250000%)
Finished with partition 2 / 5 (performance : 54.910714%)
Finished with partition 3 / 5 (performance : 79.111111%)
Finished with partition 4 / 5 (performance : 75.892857%)
Finished with partition 5 / 5 (performance : 56.888889%)
Cross-validation test accuracy is 69.610714% (sigma = 11.341346%)
Cls vs cls    1   2
Target 1: 78.6 21.4 %, 612 examples
Target 2: 41.2 58.8 %, 510 examples
Training set accuracy is 75.935829% (optimistic)
Cls vs cls    1   2
Target 1: 83.8 16.2 %, 612 examples
Target 2: 33.5 66.5 %, 510 examples
```

CONCLUSIONES

- **Viabilidad Tecnológica Validada:** Se validó con éxito la implementación de esta tecnología, incluyendo el uso de Unity para neurofeedback en tiempo real.
- **Resultados de OpenVIBE:** Las precisiones de OpenVIBE fueron consistentes con las estimaciones manuales.
- **Mayor potencial con EEGNet:** El 80% de precisión de EEGNet sugiere una mayor fiabilidad para el análisis de datos.

Bibliografía

- [1] G. B. D. 2021 Stroke Collaborators, "Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2021, with forecasts to 2050," *The Lancet Neurology*, vol. 23, no. 12, pp. 1243–1260, Dec. 2024. Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: [https://www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422\(24\)00369-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422(24)00369-7/fulltext)
- [2] F. R. Zevallos-Pacheco, "La importancia de la rehabilitación en el accidente cerebrovascular en el Perú," *ResearchGate*, 2022. Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/363278621>
- [3] V. L. Feigin, C. M. Lawes, D. A. Bennett, S. L. Barker-Collo, and A. Rodgers, "Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review," *The Lancet Neurology*, vol. 365, no. 9462, pp. 1773–1783, Jun. 2009. Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140673610608343>
- [4] V. L. Feigin, "Stroke epidemiology in the developing world," *The Lancet Neurology*, vol. 6, no. 2, pp. 182–192, Feb. 2007. Accessed: Dec. 02, 2025. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474442208702230>

Contacto: Miguel Eduardo Isidro Baez - miguel.isidro@upch.pe

