

# INTRODUCCIÓN A SEÑALES BIOMÉDICAS

## DISEÑO DE UN VIDEOJUEGO DE

### REHABILITACIÓN CONTROLADO POR EMGS PARA LA ACTIVACIÓN DE FLEXORES Y EXTENSORES DEL ANTEBRAZO

Grupo 2 / 2025-1

#### Integrantes:

- Alex Ricardo Sánchez Valenzuela
- Andy Jesús Valer Granda
- Anny Esmeralda Correa Díaz
- Christian Andre Ayala Pichillungue
- Nicole Alexandra Carillo Aponte

#### Profesores:

- Moises Meza
- Alonso Caceres



# Problema Principal

## General

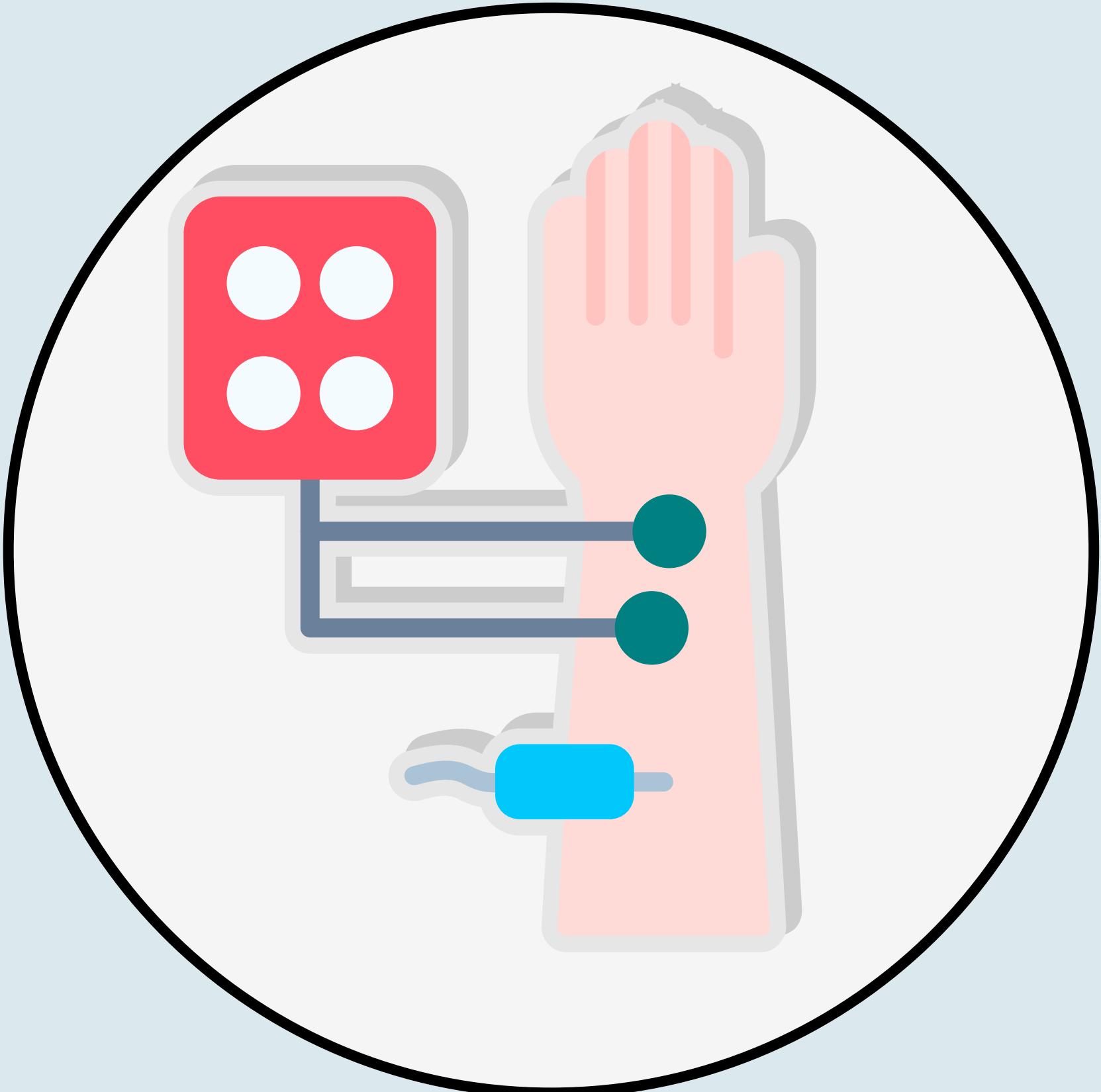
El abandono de las terapias de rehabilitación física es un problema común que retrasa la recuperación y aumenta el riesgo de discapacidades.

## Factores de contribución

- Pacientes jóvenes y de bajos recursos.
- Barreras logísticas como transporte y horarios.
- Falta de seguimiento personalizado en terapias.



# Soluciones actuales



# Tratamiento de Rehabilitación Motora del Miembro Superior en Pacientes con Accidente Cerebrovascular mediante una Interfaz Cerebro-Computadora: Un Estudio de Viabilidad

## Datos del artículo

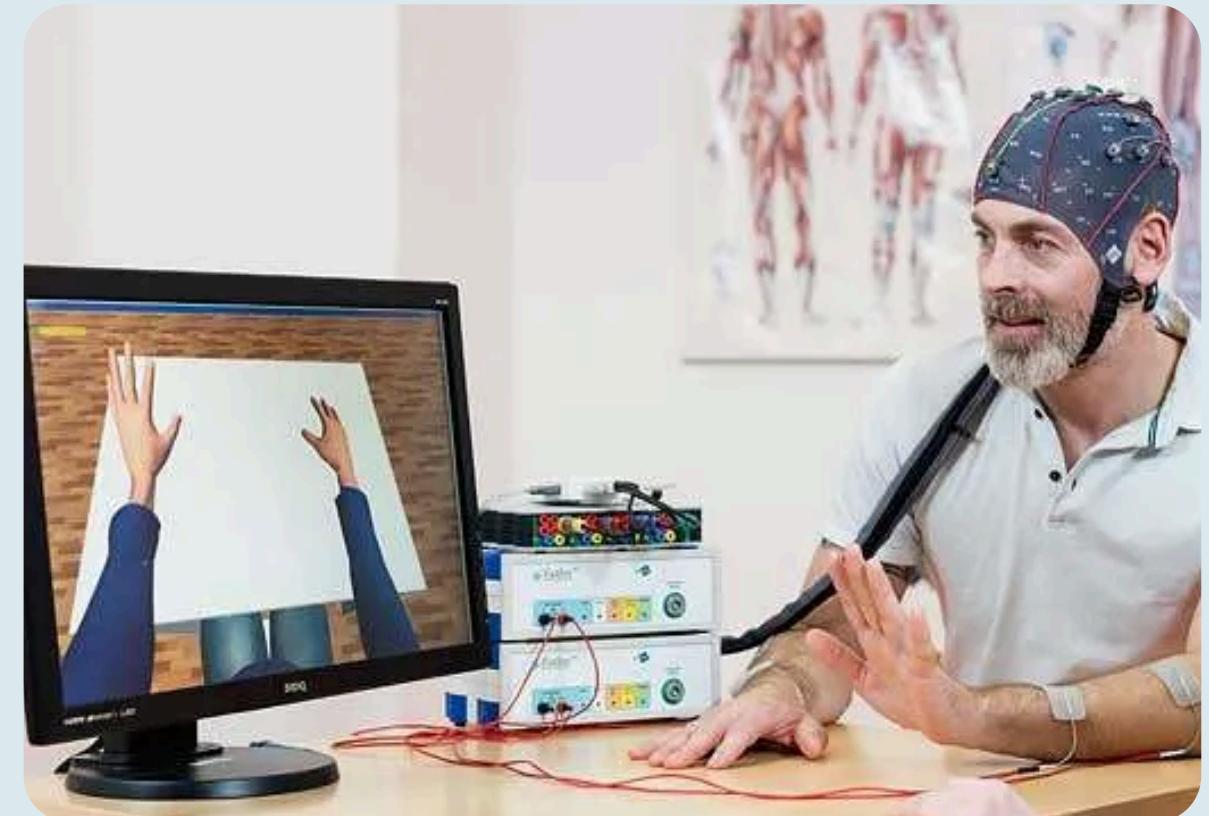
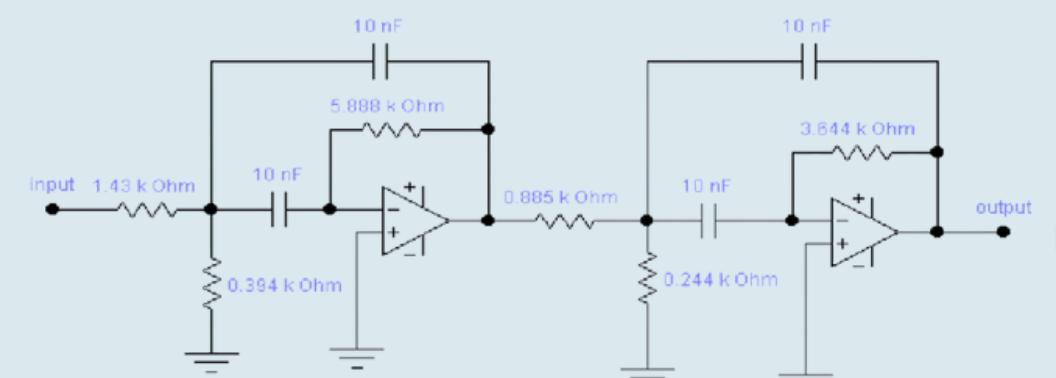
- Edad promedio: 60 años
- Procesamiento de señales: Filtro pasabanda de orden 4 Butterworth
- 60% presentó un aumento de las habilidades funcionales.

## Limitaciones

- En el estudio no se comparó con terapia convencional.
- No todos los pacientes completaron todas las pruebas.
- El estudio duró 6 meses.
- No se exploraron herramientas más avanzadas como qEEG.

## Componentes: g.tec medical engineering GmbH

- Monitor
- Equipo FES (Estimulación eléctrica funcional)
- sEEG (16 electrodos)



# Proceso de rehabilitación de los músculos de las extremidades superiores mediante un videojuego basado en EMG

## Objetivo:

- El sistema tiene como objetivo fortalecer los músculos del antebrazo, muñeca y puño mediante un videojuego interactivo.

## Metodología

- Se utiliza un sensor MyoWare EMG, tres electrodos, un Arduino Mega 2560 y una interfaz desarrollada en MATLAB
- Cada sesión consiste en 30 segundos donde se mide la señal EMG en tiempo real y se asigna una puntuación por segundo según el nivel de contracción muscular.
- Una puntuación inferior a 90 indica músculos débiles, mientras que una puntuación superior a 150 sugiere músculos fuertes.

## Resultados:

- Aunque hubo un retraso de 2s a 5s en la respuesta del juego, los participantes experimentaron mejoras en la fuerza muscular y fueron motivados por la retroalimentación proporcionada durante el juego.

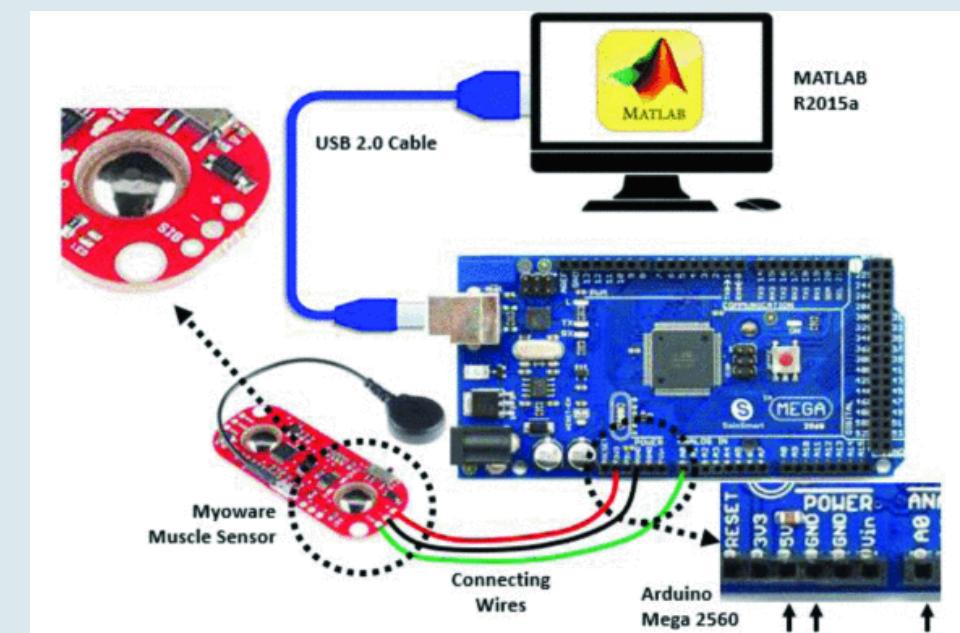


Fig. X Interfaz del sensor muscular MyoWare con MATLAB a través de Arduino Boar

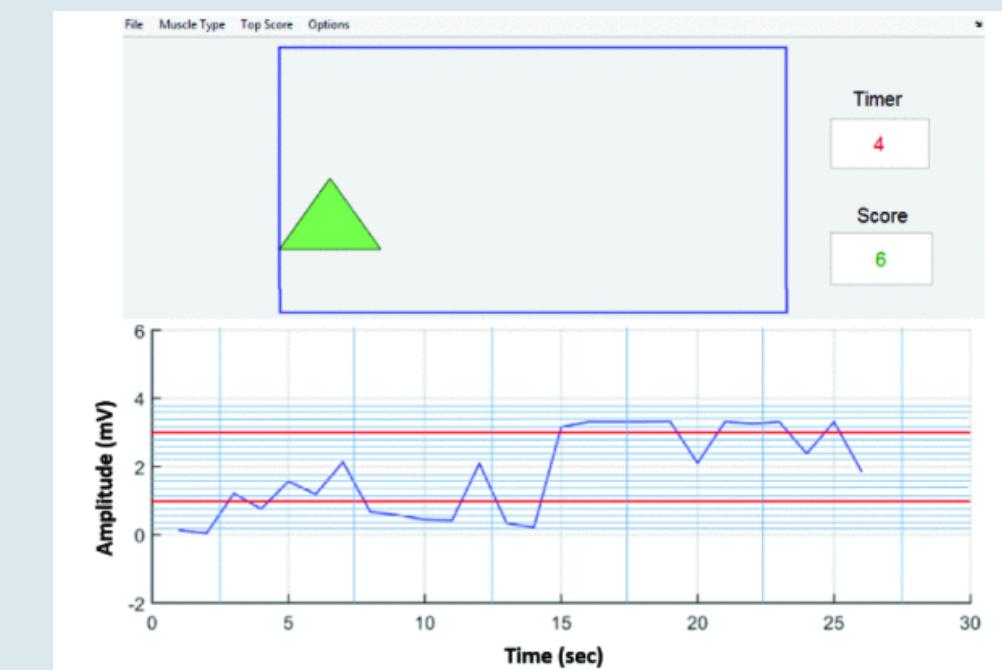


Fig. X MATLAB GUI y gráfico tiempo vs amplitud EMG

Input Threshold (%)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Voltage (V)	<2.04	2.04 – 2.28	2.28 – 2.56	2.56 – 2.76	>2.76
Shape Generated	▲	■	◆	○	★
Score	3	4	5	6	10

Fig. X Umbral de señal EMG y sistema de puntuación

# Mejora de la rehabilitación de las extremidades superiores tras un accidente cerebrovascular con juegos de realidad virtual monitorizados por electromiografía

## Objetivo:

- Desarrollar y evaluar juegos de rehabilitación basados en realidad virtual no inmersiva, monitoreados mediante electromiografía (EMG), para mejorar la recuperación del miembro superior en pacientes post-ACV.

## Juegos utilizados

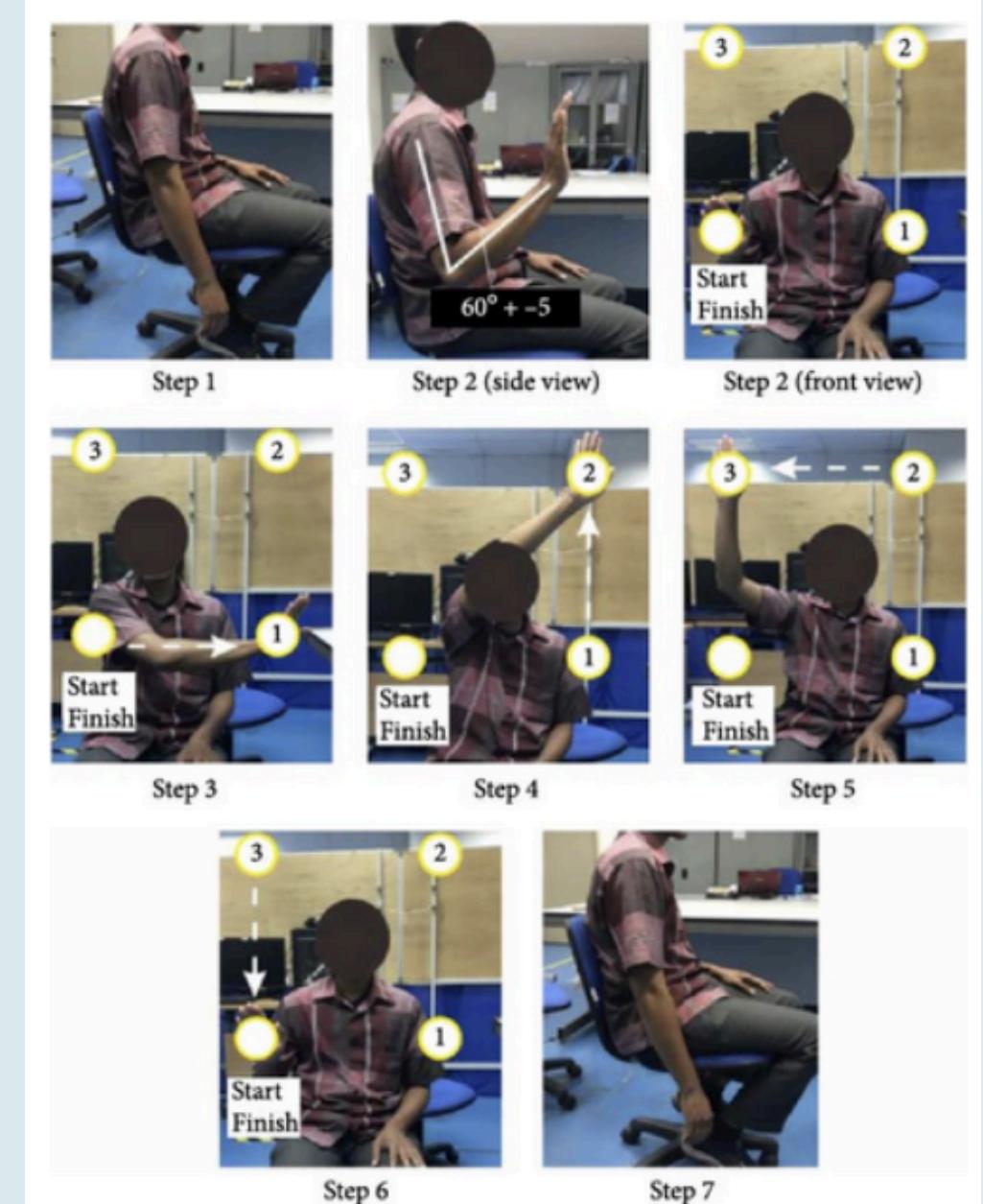
- Juego 1: Movimientos en forma de cuadrado.
- Juego 2: Alcance de tres objetivos en diferentes posiciones.
- Juego 3: Alcance de cuatro objetivos con variaciones en distancia y dirección.

## Metodología

- 15 adultos sanos de entre 20 a 30 años.
- Músculos monitoreados: Deltoides, bíceps y tríceps.
- Tecnología usada:
  - Sensor Kinect Xbox One para captura de movimiento.
  - Motor de juego UNITY para desarrollo de los juegos.
  - Sistema EMG Delsys Bagnoli de 8 canales para monitoreo muscular.

## Resultados

- El músculo deltoides mostró la mayor activación durante los juegos, especialmente en movimientos de abducción y aducción del hombro.
- La técnica del RMS se identificó como la métrica más efectiva para representar cambios en la actividad muscular durante las sesiones de juego.



# Brazalete de antebrazo controlado por sEMG y rehabilitación basada en videojuegos serios para entrenar la destreza manual en personas con esclerosis múltiple: un ensayo controlado aleatorizado

## Objetivo:

- Evaluar la efectividad de 4 videojuegos controlados por EMG para mejorar movilidad, funcionalidad y fuerza muscular en muñeca y antebrazo.

## Metodología

- 30 pacientes con esclerosis múltiple
- Grupo experimental (n=15): 45 min terapia convencional + 15 min videojuegos
- Grupo control (n=15): Solo terapia convencional
- Duración: 8 semanas, 2 sesiones/semana, 60 min
- Sensor MYO: colocado a 3 cm del codo (posición codo 90°)
- Movimientos entrenados: abrir/cerrar mano, flexo-extensión muñeca, pinza, pronación/supinación

## Juegos utilizados

- MYO-Gesture (A)
- MYO-Arkanoid (B)
- MYO-Space (C)
- MYO-Cooking (D)

## Resultados

- Mejoras significativas en pronación y supinación en Grupo Experimental
- Flexión palmar y fuerza de agarre mejor en Grupo Experimental; Grupo Control empeoró en seguimiento
- Mayor adherencia y alta satisfacción con la tecnología en Grupo Experimental

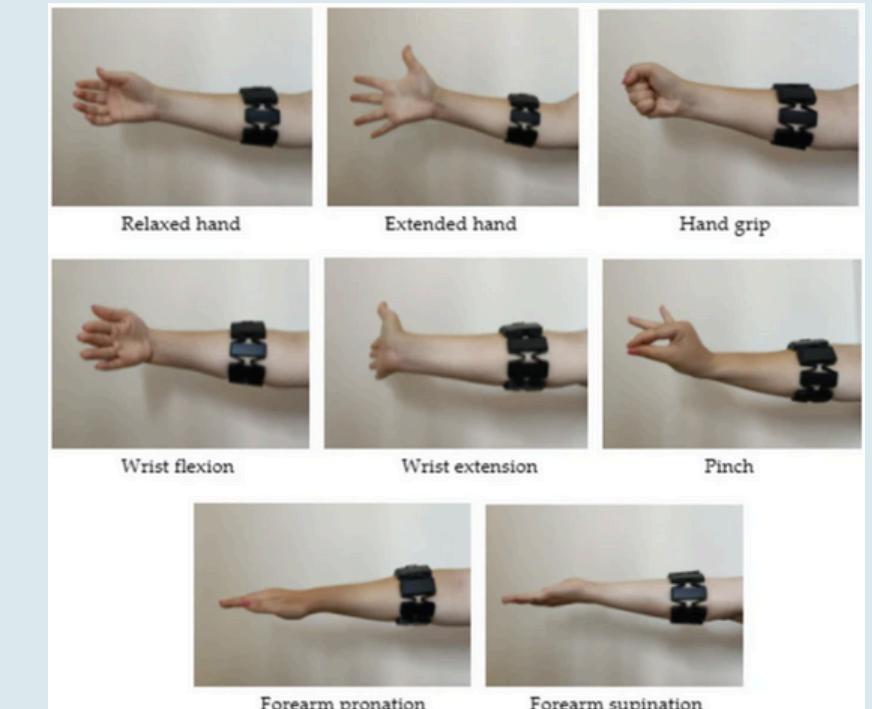


Figura 1



Figura 2

# Juego terapéutico basado en electromiografía de superficie para la rehabilitación de la debilidad de las extremidades superiores: un estudio piloto

- **Objetivo:** Desarrollar una herramienta de rehabilitación temprana para pacientes con debilidad muscular severa en extremidades superiores.

## Metodología

- **Diseño del sistema:** sEMG personalizado con electrodos adhesivos, placa MyoWare, Arduino UNO y PC para procesar la señal muscular
- **Videojuego:** Basado en Flappy Bird. El personaje sube cuando hay contracción muscular detectada y baja al relajar. El objetivo es recolectar cerezas.
- **Validación:** Comparación entre sEMG y EMG de aguja en el bíceps durante flexión isométrica del codo.
- Prueba: 19 pacientes durante una sesión de 30 minutos, evaluando su participación y usabilidad (SUS)

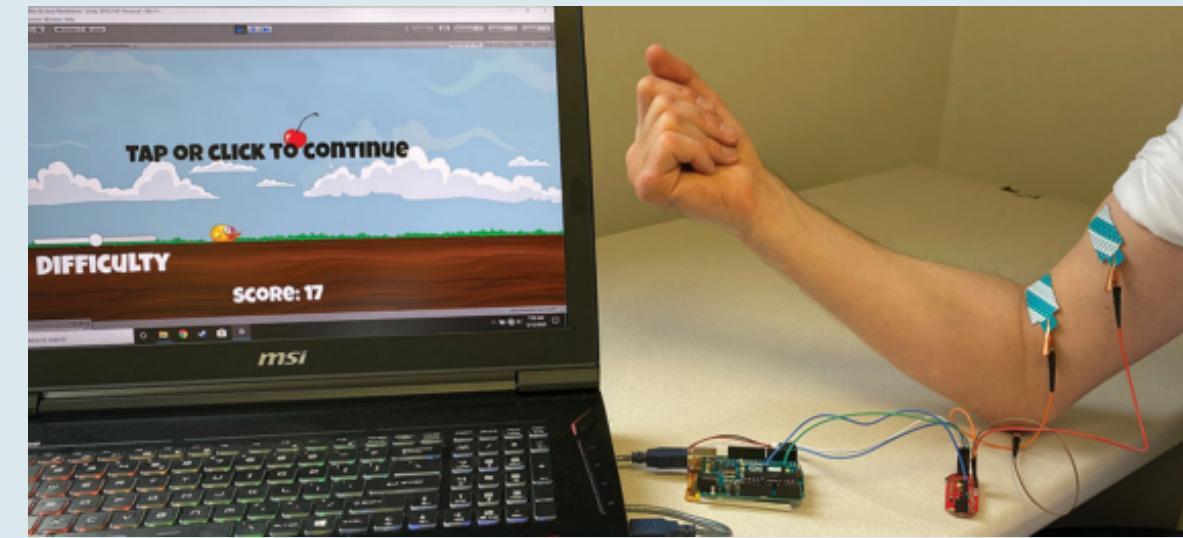


Fig. X Configuración inicial de juego basada en EMG superficial

## Resultados:

- El 95 % de los pacientes pudo usar el sistema, incluso sin fuerza muscular visible.
- La puntuación de usabilidad fue alta (SUS: 85)

## Limitación:

No es adecuado para pacientes con deterioro cognitivo severo o dolor incapacitante.

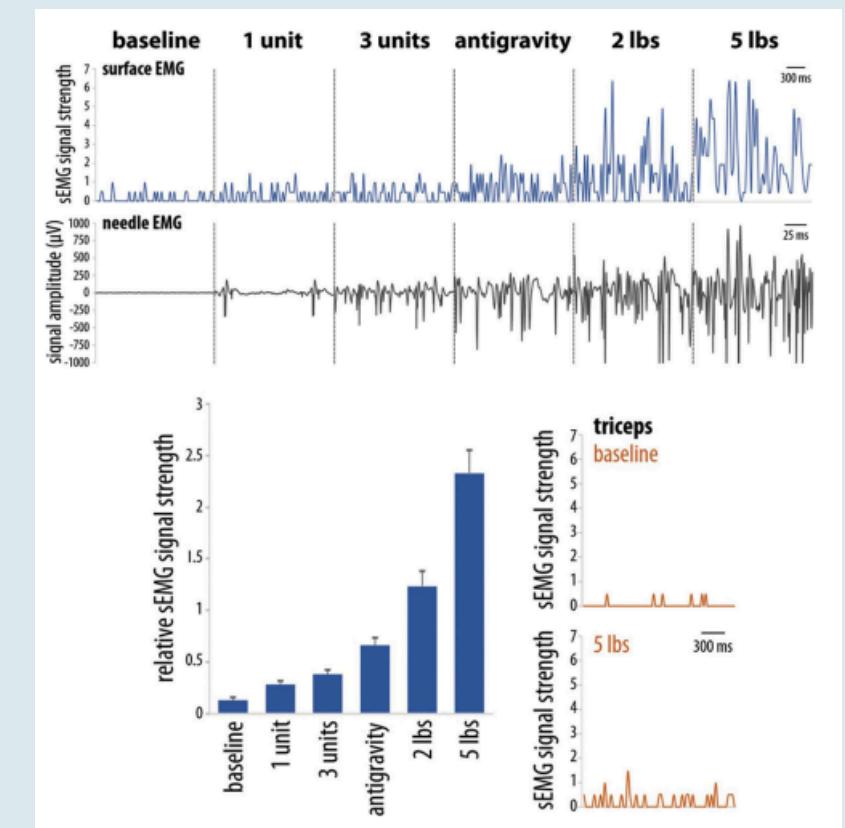
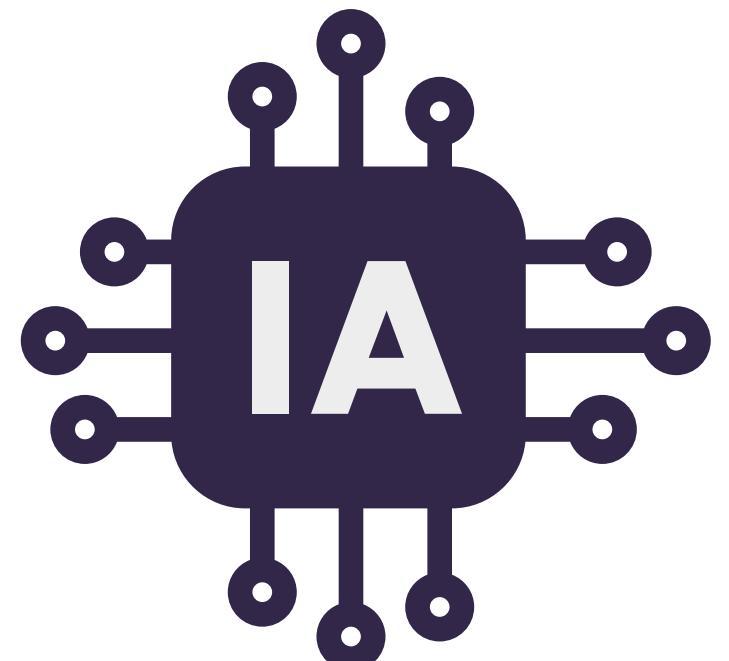
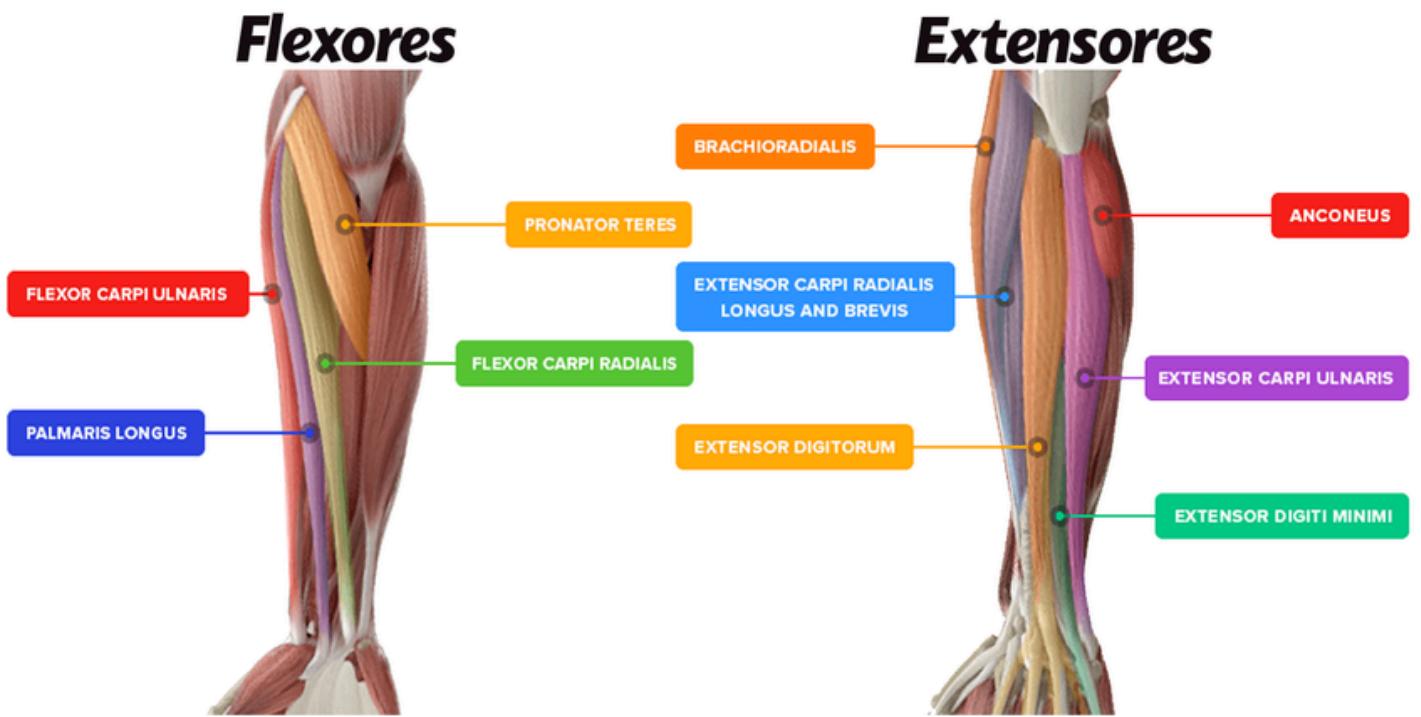


Fig. X Pruebas de sensibilidad del dispositivo EMG superficial personalizado

# Concepto de solución

## EMG PLAY-ARM

Desarrollo de un sistema gamificado de rehabilitación del miembro superior basado en señales de electromiografía superficial (sEMG), que permita al paciente realizar ejercicios terapéuticos interactivos mediante videojuegos controlados por la actividad muscular



# Referencias

1. Santos-Eggimann B, de Santi RM, Ehrler F, Grazioli VS, Fagherazzi G. The role of physical therapy in rehabilitation for persons with long-term COVID-19. *Phys Ther.* 2022;102(5):pzac001. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article/102/5/pzac001/6506309>
2. Álvarez C, López J, Rodríguez J, Pérez A. Rehabilitación respiratoria: estado actual y perspectivas en el tratamiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Galicia Clin.* 2022;70(3):81–90. Available from: <https://galiciaclinica.info/gc/article/view/70-3-81/pdf>
3. World Health Organization. Rehabilitation 2030: a call for action. Geneva: WHO; 2017. Available from: <https://www.who.int/initiatives/rehabilitation-2030>
4. Pöhlmann T, Becker S, Müller J, Schneider G. The effectiveness of multidisciplinary pain management programs for chronic pain: A systematic review. *Pain Med.* 2023;24(6):602–12. Available from: <https://academic.oup.com/painmedicine/article/24/6/602/6874127>
5. Sebastián-Romagosa M, Cho W, Ortner R, Murovec N, Von Oertzen T, Kamada K, Allison BZ, Guger C. Brain Computer Interface Treatment for Motor Rehabilitation of Upper Extremity of Stroke Patients—A Feasibility Study. *Front Neurosci.* 2020;14:591435. doi: 10.3389/fnins.2020.591435.
6. Khan, Rizwan Ullah, et al. Rehabilitation Process of Upper Limbs Muscles through EMG Based Video Game. 1 Oct. 2019, pp. 1–5, [ieeexplore.ieee.org/document/8967370](https://ieeexplore.ieee.org/document/8967370), <https://doi.org/10.1109/icrai47710.2019.8967370>.
7. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/8945325>
8. C. A. Silva, M. B. Duarte, M. L. Freitas, y A. C. Santos, "Developing and testing a new rehabilitation device for stroke patients," *J NeuroEngineering Rehabil*, vol. 20, no. 1, p. 44, 2023. doi: 10.1186/s12984-023-01233-5. Disponible en: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-023-01233-5>
9. Liu, Yusha, et al. "Surface Electromyography-Driven Therapeutic Gaming for Rehabilitation of Upper Extremity Weakness: A Pilot Study." *Plastic & Reconstructive Surgery*, vol. 150, no. 1, 10 May 2022, pp. 125–131, [pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9246860/](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9246860/), <https://doi.org/10.1097/prs.0000000000009208>.



**Muchas  
Gracias**