



# ENTREGABLE 4

**Integrantes:**

Carla Ulloa Florián

Nahir Valladares Santur

Luciana Vega Llanos

Carla Victoria Quispe

Stela Villagomez Altamirano

Almendra Yataco Diaz

**Profesor:**

Juan Manuel Zuñiga

**Curso:**

Fundamentos de Biodiseño

2025



## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PRODUCTOS EXISTENTES

### 1. Identificación de la necesidad

La paciente es una mujer de 55 años con antecedentes de hipertensión arterial mal controlada y un accidente cerebrovascular (ACV) hemorrágico con hemiplejía derecha ocurrido en febrero de 2025. Debido a esto, se observa que sufre de una espasticidad moderada en el hemicuerpo derecho, mano derecha en flexión permanente con pobre apertura voluntaria. Además, requiere de un bastón de cuatro apoyos para poder desplazarse.

Teniendo en cuenta su diagnóstico una de las necesidades principales que se reconoció fue favorecer la funcionalidad de la mano izquierda como dominante; puesto que su mano derecha, la cual era su mano dominante, se encuentra en flexión permanente por lo que le impide realizar actividades cotidianas como alimentarse, asearse o vestirse por sí sola. Es decir, existe pérdida de autonomía en actividades de la vida diaria (AVD). Debido a ello, el entrenamiento y fortalecimiento de la mano izquierda de la paciente es fundamental para recuperar su independencia, optimizar su autonomía y mejorar su calidad de vida.

El ACV es la segunda causa principal de muerte y la tercera causa principal en generar una discapacidad y muerte [1]. Además, los pacientes pueden ver afectada la funcionalidad de su extremidad superior desde el 55% hasta un 75% entre los 3 y 6 meses después de sufrir un ACV. Por esta razón, es importante la rehabilitación de los miembros afectados o, como en el caso del paciente, realizar el entrenamiento de su mano no afecta como dominante [2]. En un estudio se demostró que los factores asociados a una peor calidad de vida y capacidad funcional al mes de haber sufrido un ACV son: vivir en una vivienda diferente, una peor capacidad cognitiva y una peor capacidad funcional del miembro superior afectado. Asimismo, se afirmó la relación directa de la funcionalidad con la afectación neurológica derivada de la lesión y la disminución de la calidad de vida en la mayoría de casos de ACV [1]

En el caso asignado, la paciente se enfrenta a la pérdida de su mano dominante, por lo tanto, se vuelve importante reentrenar su otra mano para que sea utilizada en sus AVD. De esta forma, logrará realizar tareas esenciales como comer, lavarse la cara o vestirse sin depender de sus familiares. En poco tiempo, esto no solo la ayudaría a fortalecer su autonomía sino también a reducir la carga de cuidado de la familia y favorecer a una reintegración social un poco más activa, mejorando su calidad de vida.



## 2. Tecnologías

(de una fuente deben salir por lo menos 2 tecnologías o más)

- **Tecnología 1 - Music Glove Hand Therapy**

**Autor, empresa o institución responsable:** Flint Rehab

**Breve descripción funcional:**

Es un neurorrehabilitador que ayuda a mejorar la movilidad de manos y dedos ocasionados por accidentes cerebrovasculares, combina ejercicios terapéuticos para las manos con un juego basado en música. Conectas el programa a un pc o mac , te colocas el dispositivo y comienzas a ejercitarte [3].



**Ventajas:** Innovaciones, impacto para el usuario, facilidad de uso, accesibilidad.

Está clínicamente probado para mejorar la función de la mano , se encuentra enlistado por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) como un neurorrehabilitador que ayuda a mejorar la movilidad de manos y dedos. Su innovación está en combinar música terapéutica y juegos para una experiencia de rehabilitación inmersiva, ya está siendo utilizado por hospitales de rehabilitación y hogares[3]

**Desventajas:** Limitaciones técnicas, costos, mantenimiento, barreras de adopción.

Utilizado para casos de rehabilitación leves, el precio oscila entre los 1390.90 soles, existe una limitación en software pues no funcionaría si no es compatible con el ipad o tableta, un feedback limitado no existe una retroalimentación en cuanto a mejoras.

- **Tecnología 2 - Fitmi**

**Autor, empresa o institución responsable:** Flint Rehab

**Breve descripción funcional:** Ayuda a mejorar su capacidad para caminar y a usar su lado afectado mediante el ejercicio de todo el cuerpo, consiste en realizar una serie de ejercicios mediante el uso de dos dispositivos [3].





**Ventajas:** Innovaciones, impacto para el usuario, facilidad de uso, accesibilidad.

Enlistado por la FDA como un neurorrehabilitador que ayuda a mejorar la movilidad de manos, brazos, tronco y piernas. Se usa de inmediato, no se requiere capacitación especial se adapta a su nivel de recuperación, incluso si tiene poca o nula movilidad, se adapta al usuario, no invasivo.[3]

**Desventajas:** Limitaciones técnicas, costos, mantenimiento, barreras de adopción.

Requiere un hardware específico y compatible, su costo es elevado oscila entre los 1390.91 soles, existen movimientos más complejos que puede que no esté cubierto por el dispositivo al nivel que necesita algún paciente, un feedback limitado no existe una retroalimentación

- **Tecnología 3 - Healing Hand Tech [4]**

- **Autor, empresa o institución responsable:** Raisa Pokrovskaya y Schuyler Vink
- **Breve descripción funcional:** Después de un accidente cerebrovascular, muchas personas presentan debilidad o pérdida de control en la mano. Mediante un guante y una aplicación conectada a Bluetooth, el paciente dentro de la aplicación, escoge un modo de rehabilitación/juego, diseñados para realizar ejercicios que estimulen el control y la movilidad de la mano. Estos ejercicios están gamificados para mantener la motivación, además es personalizable por terapeutas, permitiendo ajustar los distintos niveles o etapas de recuperación.
- **Ventajas:** Innovación en la motivación, haciendo que los pacientes sigan haciendo los ejercicios, lo cual es vital para la rehabilitación, ya que un dispositivo aburrido hace que las personas lo abandonen. Se tiene un inicio con el tratamiento de forma temprana, las posibilidades de recuperación son mucho mayores. Otra ventaja es que se puede adaptar programas, ajustar niveles y también la dificultad para así amoldar los programas según las necesidades del paciente. Reduce la necesidad de visitas frecuentes a la clínica, ahorrando tiempo y transporte.
- **Desventajas:** El grado de evidencia clínica aún es limitado. Otra desventaja es que se requiere una adecuada adaptación y supervisión profesional, tomando en cuenta todo lo anterior hace que los costos iniciales y el precio del dispositivo sea elevado privando así a muchas personas de su uso, otro inconveniente sería que el uso de este dispositivo sigue siendo por decisión del usuario, ya que si no es responsable o disciplinado con su uso, no sería efectivo.

- **Tecnología 4 - Realidad Virtual para Rehabilitación de la Mano [5]**

- **Autor, empresa o institución responsable:** Marcos Martínez Pino – Universidad de Almería, España.
- **Breve descripción funcional:** La realidad virtual es utilizada para la rehabilitación de la mano después de la ACV, la cual permite a los pacientes hacer ejercicios en espacios virtuales, los cuales recrean tareas motoras que facilitan la repetición, el aprendizaje motor y la estimulación neuroplástica, cubriendo la pérdida de movilidad y destreza en la mano afectada.
- **Ventajas:** Aumenta la motivación debido a que tiene una gran interacción lúdica, además ofrece una retroalimentación inmediata y eficaz, se puede personalizar el nivel de dificultad y el tipo de ejercicio según las necesidades. Muestra mejora en la coordinación y destreza en el uso de la mano. Y es muy fácil su implementación en entornos clínicos o incluso el hogar.



- **Desventajas:** Costos elevados, ya que se necesita un mantenimiento de asistencia técnica y equipos especializados, otro factor a tomar en cuenta es que la evidencia clínica aún es limitada, puesto que no todos los pacientes son capaces de utilizarla, ya que pueden padecer de limitaciones cognitivas, visuales o motoras.

- **Tecnología 5 - Lokomat Robot**

- **Autor, empresa o institución responsable:** grupo DIH (Deliver inspiration and Health) - Sub división de HOCOMA AG
- **Breve descripción funcional:** Es un robot de rehabilitación de la marcha que combina una cinta rodante con un exoesqueleto motorizado y un sistema de soporte de peso corporal.



- **Ventajas:** Permite un entrenamiento intensivo y altamente repetitivo, algo difícil de lograr solo con terapia manual y brinda feedback en tiempo real sobre fuerza, simetría y velocidad, lo que facilita ajustar el tratamiento según el proceso del paciente. Además, reduce la carga física del terapeuta, lo que hace posible sesiones más largas y constantes, y es personalizable: se adapta a la talla, peso y progreso general del paciente.
- **Desventajas:** Una de las principales desventajas es el costo elevado de Lokomat es su elevado precio de adquisición ( 90K- 300K euros) lo que limita su disponibilidad en muchos centros de rehabilitación y también el precio promedio de cada cita para el paciente (alrededor de 160 euros), además para utilizar este aparato es necesaria un revisión técnica constante y también cara. Finalmente, no reemplaza la terapia convencional, sino que actúa como un complemento, por lo que su uso es dependiente de un programa integral de rehabilitación. [6]

- **Tecnología 6 - Armeo Power**

- **Autor, empresa o institución responsable:** HOCOMA AG - grupo DIH
- **Breve descripción funcional:** El sistema Armeo es un dispositivo de rehabilitación robótica para la recuperación funcional del brazo y la mano en pacientes con daño neurológico. Consiste en la utilización de un exoesqueleto con soporte de peso ajustable y entornos de realidad virtual para asistir y motivar al paciente.
- **Ventajas:** Entrenamiento intensivo y altamente repetitivo, la combinación de soporte de peso del brazo y ejercicios interactivos en realidad virtual mantiene la motivación del paciente (gamificación) y permite personalizar la terapia. Además, el software que lo acompaña registra los datos obtenidos para seguimiento clínico.



- **Desventajas:** El alto costo de adquisición y mantenimiento representa una barrera importante para muchos centros de rehabilitación. Requiere personal capacitado para su operación y ajustes, lo que puede limitar su adopción en entornos con escasez de profesionales especializados. Además, su tamaño y necesidad de espacio físico pueden dificultar su instalación en centros pequeños. Aunque es muy efectivo en la fase de entrenamiento, no reemplaza la terapia manual ni garantiza la recuperación total de la función motora. [ 7]



- **Tecnología 7 - Hand Extension Robot Orthosis (HERO Grip Glove) [8]**

- **Autor, empresa o institución responsable:** Fue desarrollado por Aaron Yurkewich, Illaya Kozak, Debbie Herbert, Rosalie Wang y Alex Mihailidis.
- **Breve descripción funcional:** Esta tecnología está pensada para personas post-ACV que cuenten con un gran daño en la mano, que tienen poca o nula extensión voluntaria de los dedos, flexión persistente, espasticidad. HERO Grip Glove ayuda con la extensión de los cinco dedos, mejora la capacidad de agarre, la fuerza de prensado y pinza, además proporciona el manipular objetos que se usan en la vida cotidiana, permite abrir la mano e intervenir en tareas de la vida cotidiana pero con ayuda del dispositivo.
- **Ventajas:** Mejora considerable de la extensión de los dedos y condición de movimientos, en los estudios que se hizo con pacientes post-ACV, hubo una gran mejora estadística. Además de permitir que la mano afectada se reincorpore en actividades cotidianas, favoreciendo así la recuperación motora al incrementar su actividad. Por último, el impacto positivo en la fuerza de agarre y pinza, permite realizar actividades diarias.
- **Desventajas:** En primer lugar, tenemos que a veces puede resultar difícil ponerse el dispositivo. En segundo lugar, Puede que no sea suficiente para superar la espasticidad muy alta, si la es muy fuerte, la extensión podría no ser suficiente para vencer la resistencia del músculo espástico. Por último, probablemente tiene un acceso limitado debido a su costo y localidad.





- **Tecnología 8 - Open-Source Neuroprothesis / Neuro-Orthesis EMG-FES [9]**

- **Autor, empresa o institución responsable:** Fue desarrollado por Runa Thorsen y Mauricio Ferrarin, publicado este año 2025.
- **Breve descripción funcional:** Este sistema está enfocado para personas con discapacidades en la mano por ACV o daño medular, combinado con la detección de intención de movimiento mediante EMG (incluyendo señales residuales voluntarias), con estimulación de músculos debilitados para generar movimiento (especialmente abrir la mano y cerrar/agarre). Se puede usar tanto como herramienta asistiva como rehabilitadora, con control basado en la intención del paciente.
- **Ventajas:** En primer lugar, tiene un alto nivel de personalización, adaptación hacia el paciente, capacidad de poder ajustar la gravedad de la espasticidad. En segundo lugar, es de bajo costo si se compara con otros dispositivos con tecnologías open-source, impresión 3D y componentes comunes. En tercer lugar, incrementa la participación activa, además es ligero, portátil y potencial para uso domiciliario.
- **Desventajas:** En primer lugar, no hay gran evidencia clínica para todos los niveles de espasticidad, puede que funcione mejor en condiciones de una espasticidad. En segundo lugar, requiere de supervisión profesional para un buen ajuste, su durabilidad, mantenimiento y soporte técnico pueden ser complicados. Por último, no genera tanta fuerza como un dispositivo comercial potente, sobre todo en la resistencia del espasmo.



### 3. Reflexión final

Las tecnologías analizadas muestran avances significativos en la rehabilitación de pacientes post-ACV, sin embargo, presentan limitaciones que dificultan su aplicación en todos los contextos. Un aspecto que debe considerarse en un nuevo prototipo es la accesibilidad, tanto en términos de costo como de facilidad de uso, con un diseño portátil y adaptable que permita su implementación en el hogar sin necesidad de equipos de gran tamaño o de personal altamente especializado. También resulta importante que el prototipo incluya retroalimentación inmediata y la posibilidad de registrar el progreso del paciente, favoreciendo un seguimiento continuo y personalizado de la rehabilitación.

En relación con la necesidad del usuario, se identifica que la mayoría de tecnologías están centradas en recuperar la movilidad de la mano afectada, pero no contemplan de manera suficiente los casos en los que la recuperación es limitada o poco probable. En este escenario, se requiere un dispositivo que apoye el reentrenamiento de la mano no afectada como dominante, de manera que el paciente pueda recuperar autonomía en las actividades de la vida diaria. Asimismo, no se cubren de forma integral otros aspectos relevantes como la seguridad en la marcha, la prevención de caídas y el impacto emocional tanto en el paciente como en la familia.

En conclusión, un nuevo prototipo debería estar orientado no solo a la rehabilitación del miembro afectado, sino también a potenciar la independencia funcional a través del uso de la mano no



afectada y a complementar el proceso con medidas que contribuyan a mejorar la calidad de vida del paciente y su entorno.

#### 4. Bibliografía

- [1] G.-Santos, J., P. Rodríguez-Fernández, R. Pardo-Hernández, J. J. González-Bernal, J. Fernández-Solana, y M. Santamaría-Peláez, “A Cross-Sectional Study: Determining Factors of Functional Independence and Quality of Life of Patients One Month after Having Suffered a Stroke,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 2, art. 995, 2023, doi: 10.3390/ijerph20020995
- [2] Wodu C. O.; Sweeney G.; Slachetka M.; Kerr A., “Stroke Survivors’ Interaction With Hand Rehabilitation Devices: Observational Study,” *JMIR Biomedical Engineering*, vol. 9, art. e54159, 26-Jun-2024, doi: 10.2196/54159.
- [3] Cisneros, «Los mejores equipos de terapia física y rehabilitación de ACV para el hogar», Flint Rehab, 19 de octubre de 2021. [https://www.flintrehab.com/es/equipos-de-terapia-fisica-y-rehabilitacion/?srsltid=AfmBOoq211hJhegrtVr7MHHQWUYdALaPX166U\\_DGmwh95lbKCDuzx015](https://www.flintrehab.com/es/equipos-de-terapia-fisica-y-rehabilitacion/?srsltid=AfmBOoq211hJhegrtVr7MHHQWUYdALaPX166U_DGmwh95lbKCDuzx015)
- [\\$] Wu, L., Xu, G., & Wu, Q., “The effect of the Lokomat® robotic-orthosis system on lower extremity rehabilitation in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis,” *Frontiers in Neurology*, vol. 14,
- [&&] Calabró, R. S., Russo, M., Naro, A., Milardi, D., Balletta, T., Leo, A., Filoni, S., & Bramanti, P. (2016). Who May Benefit From Armeo Power Treatment? A Neurophysiological Approach to Predict Neurorehabilitation Outcomes. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 8(10), 971–978. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.02.004>
- [4] HealingHand Tech, “Home | HealingHand Tech,” *HealingHand Tech*, Dublin, Ireland. [Online]. Available: <https://www.healinghand.tech/>
- [5] M. Martínez Pino, “Realidad virtual en la rehabilitación motora de la mano en pacientes postictus,” *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, vol. 10, no. 2, 2018. [En línea]. Disponible: [\(https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreh/cfr-2018/cfr182g.pdf\)](https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreh/cfr-2018/cfr182g.pdf)
- [6] Wu, L., Xu, G., & Wu, Q., “The effect of the Lokomat® robotic-orthosis system on lower extremity rehabilitation in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis,” *Frontiers in Neurology*, vol. 14,
- [7] Calabró, R. S., Russo, M., Naro, A., Milardi, D., Balletta, T., Leo, A., Filoni, S., & Bramanti, P. (2016). Who May Benefit From Armeo Power Treatment? A Neurophysiological Approach to Predict Neurorehabilitation Outcomes. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 8(10), 971–978. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.02.004>
- [8] A. Yurkewich, I. J. Kozak, D. Hebert, R. H. Wang, A. Mihailidis, *Hand Extension Robot Orthosis (HERO) Grip Glove: enabling independence amongst persons with severe hand impairments after stroke*, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 17, art. no. 33, Feb. 2020. <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-020-00659-5>
- [9] R. Thorsen et al., *A Wearable Open-Source Neuroprostheses/Neuro-Orthosis for Restoring Hand Function, Sensors*, vol. 25, no. 11, art. no. 3282, Jun. 2025. <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/11/3282>



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**



**PUCP**