

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN TERAPIA OCUPACIONAL



***ASPECTOS PSICOLÓGICOS Y MOTIVACIONALES DEL USO DE
ROBOTS EN REHABILITACIÓN DE PACIENTES CON ICTUS***

Alumno: Rodríguez Ubilla, Leonardo Stalin

Tutora: Carrión Tellez, Vanesa

Departamento y Área: Patología y Cirugía. Área de Radiología y Medicina Física

Curso académico: 2024/2025

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA.....	6
3. RESULTADOS.....	8
4. DISCUSIÓN.....	13
5. CONCLUSIÓN.....	16
6. BIBLIOGRAFÍA.....	18
7. ANEXOS.....	23



RESUMEN

La rehabilitación del miembro superior tras un ictus constituye uno de los principales retos en terapia ocupacional y neurorrehabilitación. En las últimas décadas, el avance de las tecnologías emergentes, especialmente la robótica, ha abierto nuevas oportunidades para complementar las terapias convencionales. Estos dispositivos no solo buscan optimizar la recuperación motora, sino también abordar aspectos psicológicos fundamentales como la motivación, la percepción de autoeficacia y el estado de ánimo de los pacientes.

Objetivo: Analizar los efectos psicológicos y motivacionales derivados del uso de dispositivos robóticos en la rehabilitación del miembro superior en personas que han sufrido un ictus.

Metodología: Se realizó una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA, mediante una búsqueda exhaustiva en bases de datos biomédicas como PubMed, Scopus, PsycINFO, Embase y Web of Science. Se aplicaron criterios de inclusión basados en la relevancia temática, el idioma, el tipo de estudio y la población diana. Finalmente, se seleccionaron 10 estudios que cumplieron todos los requisitos, y su calidad metodológica fue evaluada mediante la escala PEDro.

Resultados: Los estudios revisados evidencian que los dispositivos robóticos favorecen no solo mejoras funcionales en el miembro superior, sino también incrementos en la motivación intrínseca, el compromiso terapéutico y la percepción de autoeficacia. Asimismo, se observaron reducciones en los niveles de síntomas depresivos en varios estudios. La interacción activa, la retroalimentación inmediata y la personalización de los ejercicios fueron factores clave para el fortalecimiento emocional y motivacional de los pacientes.

Conclusiones: La integración de tecnologías robóticas en la rehabilitación post-ictus se perfila como una estrategia prometedora para potenciar la recuperación física y emocional de los pacientes. No obstante, la heterogeneidad metodológica de los estudios y la falta de seguimientos a largo plazo subrayan la necesidad de futuras investigaciones más rigurosas que consoliden estos hallazgos.

Palabras clave: Stroke, Robotics, Upper Limb, Occupational therapy, Motivation, Psychology, Rehabilitation.

ABSTRACT

Upper limb rehabilitation after stroke represents one of the main challenges in occupational therapy and neurorehabilitation. Over recent decades, advances in emerging technologies, particularly robotics, have opened new opportunities to complement conventional therapies. These devices aim not only to optimize motor recovery but also to address key psychological aspects such as motivation, self-efficacy perception, and patients' mood.

Objective: Analyze the psychological and motivational effects derived from the use of robotic devices in upper limb rehabilitation for individuals who have suffered a stroke.

Methodology: A systematic review was conducted following PRISMA guidelines, based on an exhaustive search in biomedical databases such as PubMed, Scopus, PsycINFO, Embase, and Web of Science. Inclusion criteria were applied based on thematic relevance, language, study type, and target population. A total of 10 studies meeting all requirements were selected, and their methodological quality was assessed using the PEDro scale.

Results: The reviewed studies show that robotic devices not only promote functional improvements in the upper limb but also increase intrinsic motivation, therapeutic engagement, and self-efficacy perception. Additionally, several studies reported reductions in

depressive symptoms. Active interaction, immediate feedback, and exercise personalization were identified as key factors in enhancing patients' emotional and motivational states.

Conclusions: The integration of robotic technologies in post-stroke rehabilitation emerges as a promising strategy to enhance both physical and emotional recovery. However, the methodological heterogeneity of the studies and the lack of long-term follow-ups highlight the need for more rigorous future research to consolidate these findings.

Keywords: Stroke, Robotics, Upper Limb, Occupational Therapy, Motivation, Psychology, Rehabilitation.



1. INTRODUCCIÓN

El Ictus se conoce como una de las principales causas de discapacidad y mortalidad a nivel global. Se produce cuando el flujo sanguíneo al cerebro se interrumpe debido a la obstrucción o ruptura de un vaso sanguíneo, lo que puede provocar daño cerebral, discapacidad permanente o incluso la muerte ¹.

La prevalencia del ictus en Europa se estima en un 9,2%, lo que equivale a que aproximadamente 9 de cada 100 personas han sufrido un episodio. La incidencia anual alcanza los 191,9 casos por cada 100.000 habitantes aproximadamente, cifras que se mantienen estables pero que reflejan un aumento en la prevalencia debido al envejecimiento poblacional ². En España, según la Encuesta Nacional de Salud (ENSE) 2017, el ictus afecta al 1,7% de la población, es decir, a unas 661.512 personas. Cada año se registran 187,4 casos por cada 100.000 habitantes, lo que corresponde a un estimado de 71.780 nuevos casos anuales³.

Los síntomas incluyen debilidad o parálisis en la cara, los brazos o las piernas; dificultades para hablar o comprender el lenguaje; problemas de memoria, atención y planificación; alteraciones emocionales como la depresión; dolor y sensaciones anómalas como entumecimiento o ardor; y dificultad para tragar o coordinar movimientos ¹. Entre las principales secuelas físicas del ictus se encuentran las alteraciones relacionadas con el uso de las extremidades superiores como espasticidad, paresia, alteraciones en el tono muscular, falta de coordinación motora y debilidad muscular, lo que afecta significativamente la funcionalidad en las actividades diarias ^{4,5}.

Las consecuencias del ictus impactan de manera significativa en la percepción de la calidad de vida de los pacientes. Estas personas suelen reportar una percepción más negativa de su estado de salud en comparación con aquellos que padecen otras enfermedades, además de un

mayor riesgo de problemas de salud mental ⁵. En España, el 86% de quienes experimentan una discapacidad tras un ictus enfrentan problemas de movilidad; el 39%, dificultades en la comunicación; y el 34%, complicaciones en el aprendizaje, entre otras secuelas. Asimismo, se estima que el 44% de los sobrevivientes requieren ayuda para realizar actividades de la vida diaria, lo que subraya la importancia del ictus como una de las principales causas de discapacidad en adultos ^{5,6}.

Más allá de estas limitaciones, el ictus también puede desencadenar diversas secuelas psicológicas que afectan significativamente la calidad de vida de quienes lo padecen. Algunas de las secuelas psicológicas más frecuentes tras un ictus incluyen la aparición de depresión, síntomas de ansiedad y una marcada falta de motivación o interés general, conocida como apatía. Estudios indican que hasta la mitad de los pacientes pueden experimentar depresión en los primeros meses tras el evento, y aproximadamente un 30% presenta ansiedad lo que puede afectar negativamente al proceso de rehabilitación ⁸. Por su parte, la motivación es un componente esencial en la recuperación post-ictus, ya que influye de manera directa en la participación activa del paciente y en la efectividad del tratamiento terapéutico. Un alto nivel de motivación se asocia con una mayor adherencia a las intervenciones de rehabilitación, lo que incrementa la probabilidad de obtener resultados funcionales más positivos y sostenibles ⁹.

Tras un ictus, las secuelas en el miembro superior, como la pérdida de control motor y la limitación funcional, impactan negativamente en la autonomía y calidad de vida de los pacientes. En este contexto, la recuperación funcional del miembro superior se convierte en un objetivo prioritario en rehabilitación. La incorporación de la robótica en los tratamientos de rehabilitación surge como una solución innovadora y de alto impacto. Los dispositivos robóticos, definidos como mecanismos manipuladores versátiles y reprogramables, están diseñados para realizar tareas específicas mediante movimientos programados y ajustables.

Su uso no solo contribuye a la restauración del control motor, sino que también mejora la motivación, la percepción de autoeficacia y la determinación de los pacientes durante el proceso de rehabilitación ¹⁰. Por ello, resulta fundamental analizar la robótica considerando tanto su eficacia física como su influencia en los aspectos psicológicos y motivacionales del paciente.

Por todo lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los efectos psicológicos y motivacionales derivados del uso de dispositivos robóticos en la rehabilitación del miembro superior en personas que han sufrido un ictus. De forma más concreta, se plantean como objetivos específicos identificar los principales dispositivos robóticos utilizados en la rehabilitación del miembro superior tras un ictus, así como describir las variables psicológicas y motivacionales que suelen evaluarse en los estudios que incorporan estas tecnologías. Asimismo, se pretende analizar la metodología de los estudios incluidos, considerando aspectos como el diseño y los instrumentos de evaluación empleados. Para alcanzar este propósito, se llevará a cabo una revisión de la literatura científica disponible, lo cual permitirá obtener una visión global y actualizada sobre este campo de estudio.

2. METODOLOGÍA

Esta revisión se ha llevado a cabo siguiendo las pautas de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el fin de asegurar la transparencia y el rigor en la selección y análisis de la literatura científica ¹¹.

Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las bases de datos Scopus, PubMed, PsycINFO, Embase y Web of Science. Para identificar los estudios relevantes, se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda: ((stroke) AND ("occupational therapy" OR "rehabilitation") AND (robot*) AND (psychology OR motivation OR "mental health")). Esta ecuación fue diseñada para incluir investigaciones que examinaron el uso de la robótica en la

rehabilitación de personas que han sufrido un ictus, con un enfoque particular en los aspectos psicológicos y motivacionales.

Para asegurar la relevancia de los estudios seleccionados, se definieron los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos publicados desde el año 2010 hasta la actualidad.
- Población adulta
- Usuarios que hayan sufrido un ictus
- Publicaciones en español o inglés.
- Ensayos clínicos, ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos no aleatorizados

Se excluyeron aquellos estudios que no cumplían con estos criterios, incluyendo intervenciones indicadas para miembros inferiores y usuarios con otra condición además de ictus.

Durante el proceso de búsqueda en las bases de datos seleccionadas, se identificaron un total de 1.695 estudios que cumplían con la ecuación de búsqueda establecida. Una vez realizada la búsqueda bibliográfica en las distintas bases de datos seleccionadas, los resultados obtenidos se unificaron en una única base madre para facilitar su gestión y análisis. En esta fase se procedió a la eliminación de registros duplicados, garantizando así que cada estudio estuviera representado una sola vez en el conjunto de datos.

A continuación, se llevó a cabo un primer proceso de cribado aplicando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Esta etapa inicial consistió en la lectura del título y del resumen de cada uno de los artículos. En los casos en los que, tras esta lectura preliminar, surgieron dudas sobre la pertinencia del estudio o no se disponía de información suficiente para aplicar los criterios de forma clara, el artículo fue conservado para ser

evaluado en la siguiente fase, con el fin de evitar la exclusión de estudios potencialmente relevantes.

Posteriormente, se realizó un segundo cribado más exhaustivo. En esta etapa se procedió a la lectura completa de los textos seleccionados en la fase anterior. Esta lectura integral permitió aplicar con mayor rigor los criterios de inclusión y exclusión, asegurando así la relevancia y la calidad metodológica de los estudios finalmente incluidos en la revisión.

Como resultado de este proceso de selección, el número total de artículos se redujo significativamente, quedando finalmente un total de 10 estudios que cumplían con todos los criterios de inclusión y que fueron considerados en la presente revisión (**Ver Anexo I**).

Por último, para evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados, se aplicó la escala PEDro (**Ver Anexo II**), herramienta reconocida para valorar ensayos clínicos, con el objetivo de proporcionar una evaluación objetiva y estandarizada de la calidad de los estudios

¹².

3. RESULTADOS

El análisis de los estudios mediante la escala PEDro muestra una calidad metodológica moderada, con puntuaciones entre 3 y 7 puntos (**Tabla 1**). La principal debilidad observada fue la ausencia de cegamiento de sujetos, terapeutas y evaluadores, habitual en estudios de rehabilitación donde este procedimiento es difícil de aplicar. También se detectó una falta de aleatorización en varios estudios, atribuible a que algunos de ellos fueron ensayos clínicos no aleatorizados, lo cual explica las puntuaciones bajas.

Por otro lado, la mayoría de los estudios sí cumplieron con el análisis estadístico y el reporte de resultados entre grupos, aportando cierta solidez a sus conclusiones. Entre los artículos analizados, Rowe J. et al (2017) alcanzó la mejor puntuación (7/10), mientras que trabajos

como los de Chowdhury A. et al (2018) o Guillén-Climent S. et al (2021) presentaron una calidad baja (3/10).

Aunque los estudios aportan datos valiosos sobre la rehabilitación asistida por tecnología, sus limitaciones metodológicas aconsejan interpretar los resultados con cautela y refuerzan la necesidad de futuros ensayos clínicos más rigurosos.

Tabla 1. Puntuación de la Escala PEDro

<u>Autor</u>	<u>C1</u>	<u>C2</u>	<u>C3</u>	<u>C4</u>	<u>C5</u>	<u>C6</u>	<u>C7</u>	<u>C8</u>	<u>C9</u>	<u>C10</u>	<u>C11</u>	<u>Puntuación</u>
<u>es</u>												
<u>(Año)</u>												
Kutn	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>6</u>
er N.												
et al												
(2010)												
)												
Novak	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>4</u>
D. et												
al												
(2014)												
Linder	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>6</u>
S. et al												
(2015)												

Colom er C. et al (2016)	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>4</u>
Rowe J. et al (2017)	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>7</u>
Gorsic M. et al (2017)	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>4</u>
Chow dhury A. et al (2018)	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>3</u>
Guill én-Cl iment S. et al (2021)	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>3</u>

Rozevink S. et al (2021)	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>3</u>
Reinsdorf D. et al (2021)	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>NO</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>SI</u>	<u>6</u>

Los avances tecnológicos aplicados a la rehabilitación del miembro superior tras un ictus han permitido, en los últimos años, una evolución no sólo en términos de mejora funcional, sino también en aspectos psicosociales como la motivación, el estado de ánimo y la autoeficacia entre otros. En este trabajo se han analizado diez estudios científicos centrados en intervenciones con tecnologías emergentes basados en la robótica. Todos ellos emplearon dispositivos dirigidos a promover el movimiento activo o asistido de la extremidad superior, evaluando además variables psicológicas y motivacionales mediante herramientas de evaluación (**Ver Anexo III**).

Una de las dimensiones más destacadas en los estudios revisados es la motivación, que se ve significativamente potenciada mediante el uso de tecnologías interactivas ¹⁴⁻²⁴. Dispositivos como exoesqueletos robóticos, guantes motorizados, plataformas de entrenamiento gamificadas y sistemas de rehabilitación domiciliaria con videojuegos han generado altos

niveles de implicación por parte de los usuarios. Esta motivación se relaciona, en la mayoría de estudios, con una mayor adherencia al tratamiento y una actitud positiva hacia la recuperación.

En sistemas como MERLIN, un robot basado en juegos serios, se observó un aumento considerable en todas las subescalas del Intrinsic Motivation Inventory (IMI)^{13,14}. IMI es una de las escalas más populares utilizada para la evaluación de los elementos de la motivación, incluyendo interés, esfuerzo, competencia percibida y autoeficacia¹⁵. Asimismo, el empleo de videojuegos interactivos como "P-Pong", o interfaces cooperativas, se asoció con una experiencia más atractiva y motivadora para los participantes, especialmente cuando se integraban elementos competitivos o colaborativos¹⁶.

Además, se evidenció que el grado de asistencia robótica influye directamente en la percepción de motivación: los pacientes que recibieron una asistencia más elevada en dispositivos de entrenamiento de dedos, reportaron mayores puntuaciones de esfuerzo y satisfacción, comparado con aquellos que tuvieron menos soporte¹⁷.

En lo que respecta al estado psicológico general, los dispositivos robóticos también han mostrado beneficios notables. La percepción de autoeficacia aumentó significativamente en aquellos pacientes que pudieron observar progresos tangibles en su movimiento, lo que se asoció con una mayor percepción de control sobre el miembro afecto en el proceso rehabilitador¹⁷. Por otro lado, algunos estudios señalan que los entornos de realidad aumentada o dispositivos más complejos pueden generar una experiencia ambivalente, donde algunos usuarios manifiestan sentimientos de frustración ante dificultades técnicas o falta de familiaridad con la tecnología^{18,19,20}. Aun así, la mayoría de participantes evaluaron positivamente su experiencia.

El estado de ánimo fue otro aspecto relevante dentro de las intervenciones tecnológicas. Aunque no todos los estudios emplearon instrumentos específicos para su medición, se reportaron mejoras significativas. Uno de los ensayos que combinó un exoesqueleto de mano con un sistema de control por interfaz cerebro-computadora (BCI), documentó un aumento en las puntuaciones de motivación y una disminución del nivel de fatiga y malestar emocional tras el tratamiento, medidas mediante escalas visuales análogas ²¹.

Además, los usuarios que participaron en sesiones de telerehabilitación o con videojuegos personalizados reportaron experiencias calificadas como "estimulantes" o "divertidas", elementos que contribuyen a mejorar el estado emocional. La retroalimentación inmediata, la sensación de logro y la personalización de la dificultad en las tareas fueron factores que potenciaron el ánimo de los participantes a lo largo del proceso ²².

La depresión fue abordada directamente en algunos de los estudios analizados. Se observó una disminución significativa de los síntomas depresivos, evaluados mediante escalas específicas como la CES-D, la Escala de depresión de Beck y la Escala de Depresión Geriátrica ^{17,23}. Estos cambios se mantuvieron incluso en los seguimientos posteriores a la intervención, lo que sugiere un posible efecto sostenido en el tiempo ¹⁷.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta revisión permiten reflexionar sobre la relevancia del componente psicológico y motivacional en los procesos de rehabilitación física, en personas que han sufrido un ictus. Si bien históricamente las intervenciones post-ictus se han centrado en la recuperación funcional, cada vez resulta más evidente la necesidad de integrar el bienestar emocional como parte central de la eficacia terapéutica.

Los dispositivos robóticos analizados han demostrado no solo mejorar la movilidad del miembro superior, sino también tener un impacto significativo sobre la motivación, la adherencia al tratamiento y el estado de ánimo de los pacientes. Esta revisión sugiere que las intervenciones tienden a generar un mayor compromiso por parte del usuario. Dichos factores se traducen en una mayor participación activa durante las sesiones, una percepción positiva del proceso y, en muchos casos, una mejora del autoconcepto y de la autoeficacia.

Asimismo, se evidencia que el tipo de dispositivo utilizado influye directamente en la experiencia emocional del paciente. Tecnologías como los exoesqueletos, los guantes robóticos o las interfaces cerebro-computadora (BCI), cuando están bien diseñados e integran aspectos motivacionales, permiten que la rehabilitación sea percibida como un proceso menos mecánico y más significativo para los usuarios, pudiendo individualizar el proceso ²⁴.

No obstante, también se identifican algunas limitaciones importantes. A pesar de los beneficios observados, ciertos participantes manifestaron frustración al enfrentarse a interfaces poco intuitivas o a dispositivos difíciles de manejar, lo que pone de manifiesto la necesidad de mejorar la accesibilidad de estas tecnologías. Además, la mayoría de estudios analizados presentan tamaños muestrales reducidos y una duración limitada, lo que dificulta la generalización de los resultados a largo plazo ¹⁸.

En cuanto a la evaluación emocional, si bien algunos estudios emplearon herramientas estandarizadas para medir la motivación y la depresión, otros se basaron únicamente en valoraciones subjetivas o descripciones cualitativas. Esto refleja una falta de sistematización en la medición de las variables psicológicas, lo que dificulta la comparación entre estudios y subraya la necesidad de incorporar instrumentos validados que permitan evaluar el impacto emocional de estas tecnologías.

Por otro lado, se debe considerar que muchos de los dispositivos revisados siguen en fase de desarrollo o prueba, por lo que aún no están disponibles para su uso generalizado. Esto plantea retos tanto a nivel de implementación clínica como de acceso equitativo para todos los pacientes, especialmente en contextos con menos recursos económicos y tecnológicos ²⁵.

Entre las principales fortalezas de esta revisión se destaca la aplicación del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), el cual proporcionó un marco metodológico riguroso y transparente para la selección y análisis de los estudios incluidos ¹¹. Además, la revisión se centró en estudios de alta calidad metodológica, como ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos no aleatorizados, lo que contribuye a la validez de los hallazgos y permite una mejor aproximación al impacto real de los dispositivos robóticos en variables psicológicas y motivacionales.

No obstante, esta revisión presenta también algunas limitaciones importantes. En primer lugar, el proceso de selección, análisis y extracción de datos fue realizado por un único revisor, lo cual puede haber introducido sesgos en la evaluación de los estudios y en la interpretación de los resultados. Idealmente, este procedimiento debería haberse realizado de forma independiente por al menos dos revisores, para aumentar la objetividad y reducir posibles errores ²⁶.

Asimismo, la heterogeneidad entre los estudios incluidos, tanto en términos de diseño, población, duración de la intervención como en las herramientas empleadas para medir los resultados psicológicos y motivacionales, dificulta la comparación directa entre ellos. A ello se suma la escasez de estudios con muestras amplias o seguimientos a largo plazo, lo que limita la generalización de los hallazgos.

En conjunto, los hallazgos de esta revisión apuntan a una dirección clara: el futuro de la rehabilitación post-ictus pasa necesariamente por un enfoque multidimensional que combine

los avances tecnológicos con la atención a las emociones, la motivación y la autonomía del paciente. Integrar estas dimensiones no solo optimiza la recuperación funcional, sino que promueve una mayor calidad de vida y un proceso rehabilitador más humano, efectivo y sostenible ⁹.

5. CONCLUSIÓN

Tras el análisis de los estudios incluidos en esta revisión, se constata que los dispositivos robóticos aplicados a la rehabilitación del miembro superior en personas que han sufrido un ictus representan una estrategia terapéutica de alto potencial, no sólo en términos de recuperación funcional, sino también en el fortalecimiento de aspectos emocionales y motivacionales del paciente.

Los avances tecnológicos en el ámbito de la robótica permiten crear entornos de rehabilitación interactivos y personalizados, que incrementan la participación activa de los usuarios, potencian la percepción de autoeficacia y favorecen un estado emocional más positivo durante el proceso terapéutico. Esta integración de la dimensión emocional con la intervención física resulta fundamental para lograr una rehabilitación más completa, centrada en la persona y en su calidad de vida a largo plazo.

Sin embargo, esta revisión también pone de relieve importantes desafíos que deben ser abordados en futuras investigaciones. La heterogeneidad en los diseños de los estudios, la variedad de metodologías empleadas y la falta de estandarización en la medición de variables psicológicas limitan actualmente la comparación entre resultados y la posibilidad de generalizar los hallazgos a diferentes contextos clínicos.

Asimismo, aunque los resultados son prometedores, es necesario realizar estudios con mayores muestras representativas y seguimientos prolongados en el tiempo, que permitan

evaluar el impacto real de estas tecnologías no solo en la función motora, sino también en la autonomía, el desempeño en actividades de la vida diaria y la satisfacción global del paciente.

En conclusión, el uso complementario de dispositivos robóticos en la rehabilitación post-ictus ofrece una vía innovadora y prometedora para potenciar la recuperación, motivar al paciente y humanizar el proceso terapéutico. A medida que las tecnologías evolucionen y se integren de manera más accesible y adaptada a las necesidades individuales, será posible avanzar hacia un modelo de rehabilitación más efectivo, equitativo y centrado en el bienestar integral de las personas que han sufrido un ictus.



6. BIBLIOGRAFÍA

1. *Accidente cerebrovascular: Esperanza en la investigación | NINDS Español [Internet]. Nih.gov. 2020 [cited 2025 Jan 3]. Available from: <https://espanol.ninds.nih.gov/es/trastornos/forma-larga/accidente-cerebrovascular-esperanza-en-la-investigacion>.*
2. *Soto A, Guillén-Grima F, Morales G, Muñoz S, Aguinaga-Ontoso I, Fuentes-Aspe R. Prevalence and incidence of ictus in Europe: systematic review and meta-analysis. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2022;45(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.23938/assn.0979>*
3. *El Atlas del Ictus [Internet]. Sen.es. 2020 [cited 2025 Jan 4]. Available from: <https://www.sen.es/actividades/91-articulos/2617-el-atlas-del-ictus>.*
4. *Stroke.org. [cited 2025 Jan 3]. Available from: <https://www.stroke.org/es/about-stroke/effects-of-stroke/physical-effects>.*
5. *Ipsen Pharma. Espasticidad post-ictus: Guía práctica para profesionales sanitarios [Internet]. París: Ipsen Pharma; 2024 [cited 2025 Jan 3]. Available from: https://www.ipsen.com/websites/ipsen_com_v2/wp-content/uploads/sites/17/2024/11/05080844/Espasticidad-post-ictus.pdf.*
6. *Noe-Sebastian E, Balasch-Bernat M, Colomer-Font C, Moliner-Munoz B, Sanchez-Leiva R, Ugarte C, et al. Disability after stroke: a longitudinal study in moderate and severe stroke patients included in a multidisciplinary rehabilitation program. Rev Neurol. 2017;64(9):385–92*
7. *Salselas SCSB, López-Espuela F, Almendra Gomes MJ, Preto LSR, Rico-Martin S. Neurorrehabilitación y su impacto en el estado funcional en pacientes que han sufrido un ictus. Rev Cient Soc Esp Enferm Neurol [Internet]. 2021;53:8–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedene.2020.01.003>*

8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. *Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2021;74(9):790–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.*
9. Verrienti G, Raccagni C, Lombardozzi G, De Bartolo D, Iosa M. *Motivation as a measurable outcome in stroke rehabilitation: A systematic review of the literature. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2023;20(5):4187. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20054187>*
10. Everard G, Declerck L, Detrembleur C, Leonard S, Bower G, Dehem S, et al. *New technologies promoting active upper limb rehabilitation after stroke: an overview and network meta-analysis. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2022;58(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.23736/s1973-9087.22.07404-4>*
11. Kim S-Y, Lee M-Y, Lee B-H. *Effects of rehabilitation robot training on physical function, functional recovery, and daily living activities in patients with sub-acute stroke. Medicina (Kaunas) [Internet]. 2024;60(5):811. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina60050811>*
12. Stoll CRT, Izadi S, Fowler S, Green P, Suls J, Colditz GA. *The value of a second reviewer for study selection in systematic reviews. Res Synth Methods [Internet]. 2019;10(4):539–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/jrsm.136>.*
13. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. *PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. Man Ther [Internet]. 2000;5(4):223–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1054/math.2000.0372>.*
14. Guillén-Climent S, Garzo A, Muñoz-Alcaraz MN, Casado-Adam P, Arcas-Ruiz-Ruano J, Mejías-Ruiz M, et al. *A usability study in patients with stroke using MERLIN, a robotic system based on serious games for upper limb rehabilitation in the home*

- setting. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2021;18(1):41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-021-00837-z>.
15. Rozevink SG, van der Sluis CK, Garzo A, Keller T, Hijmans JM. HoMEcare aRm rehabiLitation (MERLIN): telerehabilitation using an unactuated device based on serious games improves the upper limb function in chronic stroke. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2021;18(1):48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-021-00841-3>.
 16. McAuley E, Duncan T, Tammen VV. Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: a confirmatory factor analysis. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1989;60(1):48–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1989.10607413>.
 17. Reinsdorf DS, Mahan EE, Reinkensmeyer DJ. Proprioceptive gaming: Making finger sensation training intense and engaging with the P-Pong game and PINKIE robot. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* [Internet]. 2021;2021:6715–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9631041>.
 18. Rowe JB, Chan V, Ingemanson ML, Cramer SC, Wolbrecht ET, Reinkensmeyer DJ. Robotic assistance for training finger movement using a Hebbian model: A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2017;31(8):769–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968317721975>.
 19. Goršič M, Cikajlo I, Novak D. Competitive and cooperative arm rehabilitation games played by a patient and unimpaired person: effects on motivation and exercise intensity. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2017;14(1):23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-017-0231-4>.

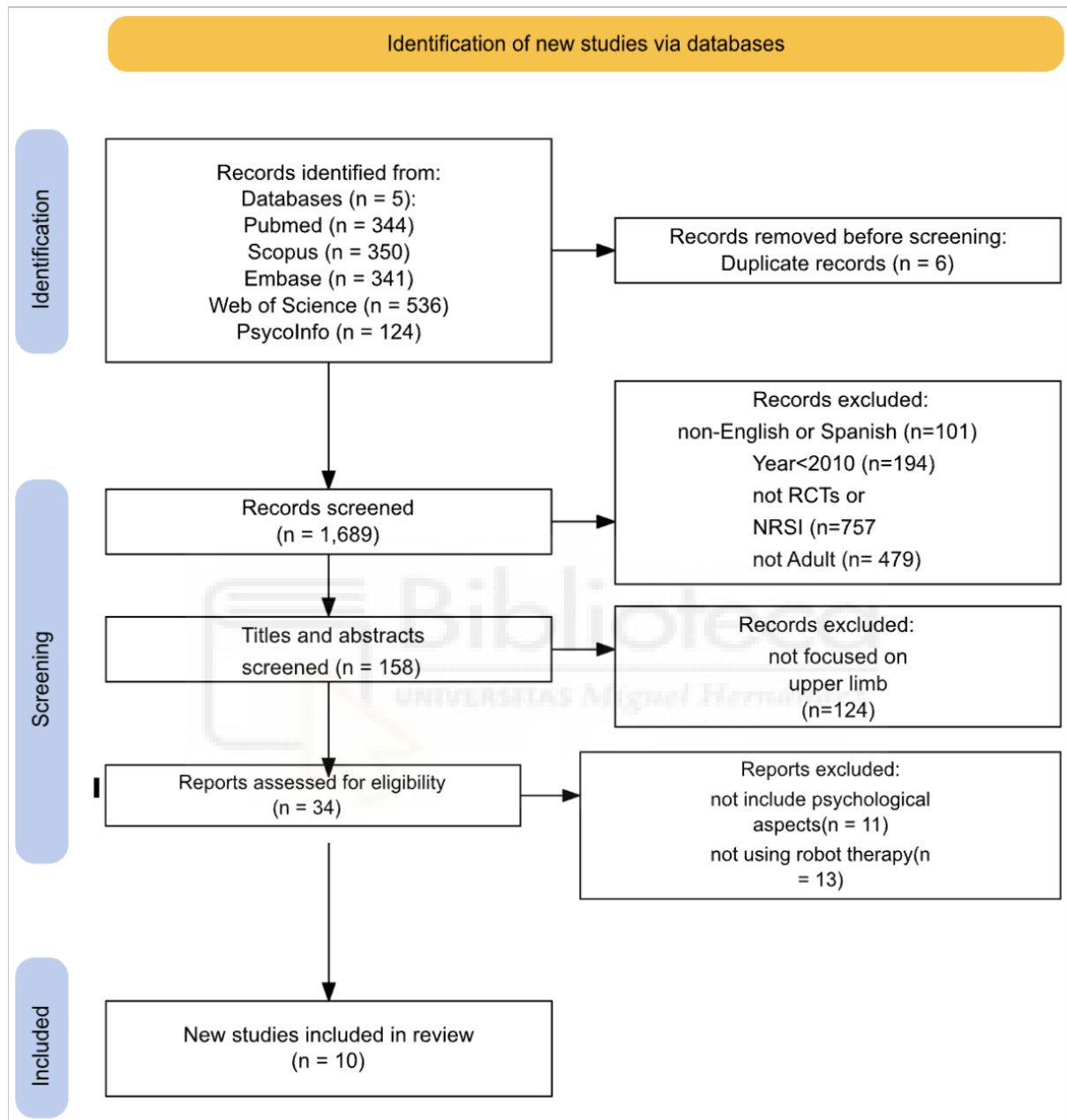
20. Colomer C, Llorens R, Noé E, Alcañiz M. Effect of a mixed reality-based intervention on arm, hand, and finger function on chronic stroke. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2016;13(1):45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-016-0153-6>.
21. Novak D, Nagle A, Keller U, Riener R. Increasing motivation in robot-aided arm rehabilitation with competitive and cooperative gameplay. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2014;11(1):64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-11-64>.
22. Chowdhury A, Meena YK, Raza H, Bhushan B, Uttam AK, Pandey N, et al. Active physical practice followed by mental practice using BCI-driven hand exoskeleton: A pilot trial for clinical effectiveness and usability. *IEEE J Biomed Health Inform* [Internet]. 2018;22(6):1786–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/JBHI.2018.2863212>.
23. Kutner NG, Zhang R, Butler AJ, Wolf SL, Alberts JL. Quality-of-life change associated with robotic-assisted therapy to improve hand motor function in patients with subacute stroke: a randomized clinical trial. *Phys Ther* [Internet]. 2010;90(4):493–504. Available from: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20090160>.
24. Linder SM, Rosenfeldt AB, Bay RC, Sahu K, Wolf SL, Alberts JL. Improving quality of life and depression after stroke through telerehabilitation. *Am J Occup Ther* [Internet]. 2015;69(2):6902290020p1-10. Available from: <http://dx.doi.org/10.5014/ajot.2015.014498>.
25. Novak D. Promoting motivation during robot-assisted rehabilitation. En: *Rehabilitation Robotics*. Elsevier; 2018. p. 149–58.
26. Banyai AD, Brişan C. Robotics in physical rehabilitation: Systematic review. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2024;12(17):1720. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare12171720>.

27. Stoll CRT, Izadi S, Fowler S, Green P, Suls J, Colditz GA. The value of a second reviewer for study selection in systematic reviews. *Res Synth Methods* [Internet]. 2019;10(4):539–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/jrsm.136>.



7. ANEXOS

ANEXO I. Diagrama PRISMA



ANEXO II. Escala PEDro

Escala PEDro-Español

- | | |
|---|--|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados | no ☐ si ☐ donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) | no ☐ si ☐ donde: |
| 3. La asignación fue oculta | no ☐ si ☐ donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes | no ☐ si ☐ donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados | no ☐ si ☐ donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados | no ☐ si ☐ donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados | no ☐ si ☐ donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos | no ☐ si ☐ donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no ☐ si ☐ donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave | no ☐ si ☐ donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave | no ☐ si ☐ donde: |

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílico (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

ANEXO III. Tabla Resumen

Autor/Año	Nº Participantes	Pruebas administradas	Objetivo	Conclusión
Kutner N. et al, 2010	17 personas que habían experimentado un ictus entre 3 y 9 meses antes	Escala de Impacto del Accidente Cerebrovascular (SIS) Y Escala de Depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos (CES-D)	Explorar el cambio en la calidad de vida relacionada con la salud informada por los pacientes.	La terapia asistida por robot puede ser una estrategia eficaz para mejorar la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes que han sufrido un ictus subagudo.
Novak D. et al,	Los participantes	IMI	Efectos de un juego para	Los juegos multijugador con dispositivos robóticos

2014	fueron distribuidos en dos grupos: el grupo sin discapacidad (30), y el grupo con discapacidad (8)		dos jugadores con dos robots de rehabilitación de brazos ARMin en la motivación de personas que han sufrido un ictus	pueden aumentar la motivación en la rehabilitación post-ictus, especialmente cuando se adaptan a la personalidad y preferencias del paciente.
Linder S. et al ,2015	Un total de 99 participantes, habiendo sufrido un ictus en los seis meses previos al estudio	SIS Y CES-D	Determinar los efectos de la rehabilitación asistida por robot en el hogar combinada con un programa de ejercicios en el hogar, en comparación con un programa de	El estudio representa una alternativa prometedora para incrementar el bienestar general y disminuir los niveles de depresión en personas que han experimentado un ictus.

			ejercicios en el hogar solo, sobre la depresión y la calidad de vida de personas después de un ictus	
Colomer C. et al, 2016	Participaron 30 personas con ictus	IMI	Evaluar la efectividad clínica y la aceptación de una intervención experimental con un sistema de realidad virtual en supervivientes de un ictus crónico.	La utilización de realidad mixta resultó ser efectiva y estimulante para mejorar la motivación y la destreza manual del miembro superior en personas con ictus en fase crónica.

Rowe J. et al, 2017	Contó con la participación de 30 individuos, distribuidos en dos grupos: 15 personas en el grupo de alta asistencia robótica y 15 en el grupo de baja asistencia.,	IMI, la Escala de Desesperanza de Beck y la Escala de Depresión Geriátrica	Determinar los efectos terapéuticos de niveles altos y bajos de asistencia robótica durante el entrenamiento de los dedos.	El apoyo robótico puede favorecer beneficios psicológicos relevantes que influyen en el aprendizaje y la consolidación de habilidades motoras.
---------------------	--	--	--	--

Gorsic M. et al, 2017	Nueve participantes formaron parte del estudio, de los cuales 19 estuvieron acompañados por un amigo o familiar, y 10 por un terapeuta ocupacional.	IMI	Evaluar los efectos a corto plazo de juegos de rehabilitación de brazos competitivos y cooperativos, realizados conjuntamente por un paciente y una persona sin discapacidad	La motivación y el nivel de esfuerzo están relacionados con una mejor recuperación. Los juegos con un enfoque competitivo o cooperativo podrían ser más efectivos que los ejercicios convencionales.
Chowdhury A. et al, 2018	Cuatro pacientes hemiparéticos que habían sufrido un ictus.	Escala Visual Analógica (VAS) de fatiga, estado de ánimo	Evaluar la eficacia y usabilidad de un protocolo de rehabilitación que combina una fase de	La integración de la práctica mental con la física puede potenciar la motivación y el compromiso del paciente en el proceso de rehabilitación y ofrecer beneficios psicológicos adicionales.

		y motivación	práctica física activa mediada por un exoesqueleto de mano con una fase de práctica mental asistida por una interfaz cerebro-computadora	
Guillén-Climent S. et al, 2021	El estudio incluyó a nueve participantes en distintas fases del proceso de recuperación post-ictus: subaguda, crónica a corto	IMI y la Evaluación de Satisfacción del Usuario de Quebec con la Tecnología de Asistencia (QUEST)	Evaluar la usabilidad del sistema robótico MERLIN, basado en videojuegos serios, para la rehabilitación de las extremidades superiores en personas con ictus en el hogar	El sistema MERLIN es una herramienta segura, útil, factible y motivadora para la rehabilitación del miembro superior en personas que han sufrido un ictus.

	plazo y crónica a largo plazo.			
Rozevink S. et al, 2021	Se incluyeron un total de doce pacientes, de los cuales diez finalizaron con éxito la capacitación.	IMI Y QUEST	Investigar el efecto del entrenamiento con MERLIN en la función de las extremidades superiores de pacientes con paresia unilateral de las extremidades superiores en la fase crónica del ictus	Este enfoque de telerehabilitación es efectivo para pacientes motivados con afectación moderada.

Reinsdorf D. et al, 2021	15 participantes que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de control y a un grupo de entrenamiento propioceptivo.	IMI	Evaluar la aceptación y motivación de los usuarios en el entrenamiento de la propiocepción de los dedos, utilizando un dispositivo robótico	La experiencia de juego en términos de compromiso y motivación intrínseca fue positiva.
--------------------------	---	-----	---	---