



Facultad de  
Ciencias de la Salud  
**Universidad** Zaragoza

**Universidad de Zaragoza**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**

***Grado en Terapia Ocupacional***

Curso Académico 2017 / 2018

TRABAJO FIN DE GRADO

Terapia con realidad virtual en la rehabilitación de miembro superior  
de pacientes con ictus: una revisión bibliográfica

*Virtual Reality therapy in the upper extremity rehabilitation of stroke  
patients: a literature review*

**Autor/a:** Jorge Alcaina Rodrigo

**Tutor:** María Antonia Solans García

# ÍNDICE

---

<b>Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
Objetivos.....	6
<b>Metodología.....</b>	<b>7</b>
<b>Desarrollo.....</b>	<b>9</b>
Resultados.....	9
Discusión.....	16
<b>Conclusiones.....</b>	<b>19</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>21</b>

# Resumen

---

## **INTRODUCCIÓN**

El ictus o accidente cerebrovascular (ACV) constituye uno de los problemas sociosanitarios más importantes del mundo occidental, debido a su alta incidencia y a las graves secuelas que produce, siendo la principal causa de incapacidad en personas adultas en España.

En los últimos años, se han desarrollado nuevas tecnologías que han permitido constituir programas y técnicas novedosas de neurorrehabilitación, con potenciales medidas coadyuvantes de tratamiento. Entre las nuevas tecnologías, destaca el uso de la realidad virtual, que ha adquirido gran relevancia en la rehabilitación de las alteraciones motoras y cognitivas en pacientes de origen neurológico.

## **OBJETIVOS**

- Conocer la efectividad de la intervención con realidad virtual en la rehabilitación motora del miembro superior en pacientes con ictus.
- Conocer su nivel de aplicación desde Terapia Ocupacional

## **METODOLOGÍA**

Se han consultado las principales bases de datos de ciencias de la salud (Pubmed, ScienceDirect, OTSeeker, Dialnet...) y revistas científicas de Terapia Ocupacional, como la "Revista de Terapia Ocupacional de Galicia", la "American Journal of Occupational Therapy" o la "British Journal of Occupational Therapy"

## **RESULTADOS**

De la gran cantidad de resultados obtenidos, se seleccionaron 8 artículos que analizaran la efectividad de la intervención con realidad virtual en la rehabilitación motora del miembro superior y que fueran compatibles con la Terapia Ocupacional.

## CONCLUSIONES

La mejora de la función motora en el miembro superior tras la intervención con este tipo de terapia es notable en todos los estudios analizados, sin embargo, será necesaria una investigación más exhaustiva para determinar la efectividad del tratamiento.

**PALABRAS CLAVE:** ictus, realidad virtual, rehabilitación, miembro superior, terapia ocupacional.

## Introducción

---

<sup>1</sup> El ictus o accidente cerebrovascular (ACV) se caracteriza por un déficit neurológico ocasionado por la disminución del aporte sanguíneo cerebral de forma anormalmente brusca. En la actualidad, constituye uno de los problemas sociosanitarios más importantes en el mundo occidental, debido a su elevada incidencia (120.000 casos cada año en España), su elevada mortalidad (10-15% en el primer año) y las secuelas que produce. Así, los ictus son la principal causa de incapacidad en las personas adultas, la primera causa de muerte en las mujeres españolas y la tercera causa a nivel general, detrás de las enfermedades cardiovasculares y del cáncer (2014, datos del ministerio de sanidad).

Entre los distintos trastornos y déficits, que pueden resultar de un ictus o accidente cerebrovascular (ACV) constan:

1. Trastornos motores o parálisis
2. Problemas de equilibrio y en la marcha
3. Trastornos del habla o del lenguaje
4. Déficits cognitivos o de las funciones cerebrales superiores (memoria, atención, percepción y orientación)
5. Alteraciones conductuales y emocionales

El presente estudio se centrará en los principales trastornos motores que puedan afectar al sujeto que ha sufrido un ACV: hemiparesias y hemiplejías, y, en especial, la afectación motora de la extremidad superior.

La Terapia Ocupacional, entendiendo la misma como "el arte y la ciencia de habilitar para la involucración en la vida diaria a través de la ocupación; de habilitar a las personas para desarrollar las ocupaciones que promuevan la salud y el bienestar; y de habilitar una sociedad justa e inclusiva en el que todas las personas puedan participar con su potencial en las ocupaciones de la vida diaria"<sup>2</sup>, realiza un abordaje global de la patología, que abarca todas aquellas áreas que influyen en la ocupación del sujeto.

<sup>3</sup> En los últimos años se han venido desarrollando nuevas tecnologías para proporcionar a los pacientes neurológicos los elementos clave de un adecuado programa de neurorrehabilitación, con potenciales medidas coadyuvantes de tratamiento, tales como la posibilidad de ofrecer escenarios orientados a la función, la posibilidad de repetición de actividades y de alcanzar una intensidad adecuada a lo largo del tiempo, así como la creación de interfaces o sistemas motivadores que proporcionen una retroalimentación adecuada de los resultados alcanzados.

Entre las nuevas tecnologías, en los últimos años la realidad virtual ha adquirido una gran relevancia en la rehabilitación de las alteraciones motoras y cognitivas en pacientes de origen neurológico. La realidad virtual constituye un conjunto de tecnologías computarizadas que ofrecen una interfaz tridimensional, con un alto contenido gráfico, acústico y táctil, que genera en tiempo real una representación de una realidad perceptiva generada por ordenador.

Los sistemas de realidad virtual presentan una serie de ventajas en relación a los programas de neurorrehabilitación motora:

En primer lugar, permiten llevar a cabo la repetición de tareas funcionales orientadas hacia un objetivo. Del mismo modo ofrecen la posibilidad de aumentar el grado de exigencia y dificultad de la práctica, pudiéndose adaptar a la progresión del sujeto. De este modo son ideales para realizar un tratamiento que se ajuste a la intervención desde Terapia Ocupacional, pues van a permitir realizar una adaptación de la tarea a las capacidades del sujeto, así como realizar modificaciones en relación a la evolución del paciente, lo que va a posibilitar un seguimiento detallado de la evolución.<sup>4</sup>

En segundo lugar, una de las características fundamentales de la realidad virtual es su carácter multisensorial. A este respecto, la realidad virtual ofrece al usuario una retroalimentación principalmente visual, que le permite obtener información sobre lo que está aconteciendo en el entorno virtual, de sus movimientos y de la precisión de éstos, lo que permite al usuario adaptarse y reajustar sus movimientos a la tarea y genera un aprendizaje ensayo/error. En relación con la rehabilitación motora de miembro superior desde Terapia Ocupacional, se podría comparar con el aprendizaje de control motor (Bobath) utilizado en las técnicas tradicionales de tratamiento; definido como "la capacidad para utilizar el propio cuerpo de manera efectiva durante el desempeño de alguna actividad como pueden ser las actividades de la vida diaria y las instrumentales en actividades de ocio y tiempo libre o educación, trabajo y de relaciones sociales".<sup>5</sup> Así pues, la realidad virtual ofrece un escenario ideal donde practicar los movimientos necesarios para realizar determinadas tareas y actividades del mundo real.

Por último, los sistemas de realidad virtual tienen un alto componente motivacional para el paciente, dado que le suponen un reto permanente, le ofrecen continuamente estimulación para continuar, mediante la visualización directa de los resultados, y permiten que las sesiones de entrenamiento sean más amenas y atractivas que la terapia convencional, que se basan en la repetición continua de ejercicios, lo que puede suponer la pérdida de interés por parte de los pacientes.

La motivación de la presente revisión es conocer las diferentes aplicaciones que puede tener la realidad virtual en rehabilitación y cómo enfocar este tipo de intervención para poder integrarlo en un programa de Terapia Ocupacional.

## **OBJETIVOS**

Así pues, los principales objetivos de esta revisión son:

- Conocer la efectividad de la intervención con realidad virtual en la rehabilitación motora del miembro superior en pacientes con ictus.
- Conocer su nivel de aplicación desde Terapia Ocupacional

## Metodología

---

Para la realización de la presente investigación se ha revisado toda la literatura disponible sobre el tema, consultando diferentes bases de datos específicas de ciencias de la salud, así como revistas científicas propias de la Terapia Ocupacional. La búsqueda se realizó tanto en castellano como en inglés, descartando aquellos artículos redactados en otros idiomas y sin traducción.

Se realizó una primera búsqueda para abordar el tema y dar contexto a la investigación, consultando en Google Académico y en el catálogo de la biblioteca de la universidad; así como en Google. Luego se pasó a revisar las fuentes primarias y secundarias. Se ha obtenido información relevante de libros y diversas publicaciones realizadas en el ámbito.

Como fuentes primarias se han utilizado las revistas científicas especializadas en Terapia Ocupacional "American Journal of Occupational Therapy" (AJOT), "British Journal of Occupational Therapy" (BJOT), "Canadian Journal of Occupational Therapy", "Australian Occupational Therapy Journal" y "Revista de Terapia Ocupacional de Galicia" (TOG).

Se han utilizado para la búsqueda los descriptores "Stroke" AND "Virtual Reality", y "Stroke" AND "Videogames"; para todas las revistas mencionadas, excepto para la "Revista de Terapia Ocupacional de Galicia" que se ha utilizado la versión en castellano de los mismos: "Ictus" Y "Realidad Virtual", y "Ictus" Y "Videojuegos"

Por otro lado, como fuentes secundarias se han utilizado las siguientes bases de datos: "Pubmed", "Science Direct", "Web of Science", "OT Seeker", "Dialnet" y las bases de datos del csic (ICYT, ISOC e IME)

Los descriptores utilizados para la búsqueda en las bases de datos mencionadas se reflejan en la siguiente tabla (**TABLA I**):

<b>TABLA I: DESCRIPTORES UTILIZADOS EN LAS FUENTES SECUNDARIAS</b>	
<b>FUENTE</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
<b>Pubmed</b>	"Stroke" AND "Videogames" "Stroke" AND "Virtual Reality" AND "Rehabilitation"
<b>CSIC</b>	"Realidad Virtual" Y "Ictus" "Videojuegos" Y "Ictus"
<b>Dialnet</b>	"Realidad Virtual" Y "Ictus" "Videojuegos" Y "Ictus"
<b>OT Seeker</b>	"Stroke" AND "Virtual Reality" AND "Occupational Therapy" "Stroke" AND "Videogames" AND "Occupational therapy"
<b>Science direct</b>	"Stroke" AND "Virtual Reality" AND "Occupational Therapy" "Stroke" AND "Videogames" AND "Occupational therapy"
<b>Web of science</b>	"Stroke" AND "Virtual Reality" AND "Occupational Therapy"

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN**

A los resultados obtenidos en la búsqueda se les han aplicado los siguientes criterios de inclusión/exclusión:

- Disponibilidad: artículos con acceso libre al texto de forma gratuita
- Tipo de estudio: cualquier tipo de estudio con validez interna y con una base sólida que aborde el tema de la rehabilitación con realidad virtual
- Idioma: en castellano o en inglés



- Cobertura cronológica: estudios que se hayan desarrollado en los últimos 10 años

Por último, en la siguiente tabla (**TABLA II**) se detalla el plan de trabajo que se ha seguido para la realización de esta revisión bibliográfica

<b>TABLA II: PLAN DE TRABAJO</b>	
Tareas a realizar	Temporalización
Búsqueda automatizada con los descriptores seleccionados en inglés y castellano	Noviembre – Diciembre 2017
Búsqueda manual en el catálogo de la biblioteca de la universidad	Diciembre 2017
Clasificación de todos los documentos y primera evaluación	Enero –Febrero 2018
Análisis interpretativo de los documentos seleccionados	Febrero 2018
Realización de síntesis de los resultados obtenidos	Marzo 2018
Elaboración del desarrollo y conclusiones	Marzo 2018
Redacción	Abril 2018
Retoques finales	Mayo 2018
Presentación del trabajo	Junio 2018

## Desarrollo

---

### RESULTADOS

Tras la búsqueda se han obtenido un total de 3315 documentos, de los cuáles se llevó a cabo un cribado dentro de los propios buscadores, gracias a los filtros que ofrecían, utilizando los criterios de inclusión/exclusión que

aparecen en la metodología. De este modo, se pasó de las enormes cantidades de resultados obtenidos a un total de 56 artículos compatibles con mi investigación.

Los artículos y estudios analizados se han organizado en las siguientes tablas. En las tablas tres (**TABLA III**) y cuatro (**TABLA IV**) se recogen todos los resultados obtenidos en las diferentes bases de datos, y el número de artículos elegido de cada una. Tras el primer cribado realizado en los buscadores, se realizó un segundo donde se descartaron todos aquellos artículos que se centraran en otros aspectos de la intervención post-ictus distintos a la rehabilitación física del miembro superior (entrenamiento del equilibrio, marcha y rehabilitación del miembro inferior, aspectos cognitivos y otras patologías relacionadas), obteniendo así 56 documentos. Se descartaron aquellos que utilizaran otra tecnología combinada con la realidad virtual, como terapia asistida con robots. Después, tras realizar un último cribado basado en los objetivos planteados, se han seleccionado 15 artículos, de los cuales 8 se analizarán en las tablas y descartando los otros 7 por no ser estudios completos y fiables y por no centrarse en demostrar la eficacia de la intervención con realidad virtual.

<b>TABLA III. DOCUMENTOS OBTENIDOS EN FUENTES PRIMARIAS</b>		
<b>Revista de Terapia Ocupacional</b>	<b>Nº de resultados encontrados</b>	<b>Nº de resultados consultados</b>
<b>Revista de Terapia Ocupacional de Galicia (TOG)</b>	3	2
<b>American Journal of Occupational Therapy (AJOT)</b>	2033	1
<b>British Journal of Occupational Therapy (BJOT)</b>	26	3
<b>Canadian Journal of Occupational Therapy (CJOT)</b>	1	0
<b>Australian Occupational Therapy Journal (AOTJ)</b>	55	2
<b>TOTAL</b>	<b>2118</b>	<b>8</b>

<b>TABLA IV: DOCUMENTOS OBTENIDOS EN FUENTES SECUNDARIAS</b>		
<b>Base de datos</b>	<b>Nº de resultados encontrados</b>	<b>Nº de resultados consultados</b>
<b>Bases de datos del CSIC</b>	5	0
<b>Dialnet</b>	13	3
<b>OTSeeker</b>	4	2
<b>Sciencedirect</b>	497	3
<b>Pubmed</b>	595	28
<b>Web of Science</b>	83	12
<b>TOTAL</b>	1197	48

En la quinta tabla (TABLA V) vienen detallados las características principales de cada artículo seleccionado, como el título, autores, año de publicación, tipo de estudio e información relevante para la investigación.

Por último en la sexta tabla (TABLA VI) se detallan los objetivos/información más relevante de cada estudio, así como las conclusiones extraídas de cada uno y como se relacionan con los objetivos propuestos en esta revisión.

**TABLA V: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS ARTICULOS SELECCIONADOS**

Título y autores	Año	Tipo de estudio	Fuente bibliográfica	Información relevante
A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments( <b>Joon-Ho Shin, HokyoungRyu, Seong Ho Jang</b> )	2014	Estudio observacional y ensayo clínico	Pubmed	Desarrollan un sistema de rehabilitación basado en realidad virtual con un juego interactivo de ordenador (Rehabmaster). El juego se conecta al ordenador del terapeuta ocupacional permitiéndole controlar los módulos de entrenamiento y el nivel de dificultad. Se realiza un test de usabilidad y dos experimentos clínicos para comprobar su eficacia.
Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial( <b>Joon-Ho Shin, Mi-Young Kim, Ji-Yeong Lee et al</b> )	2016	Ensayo clínico aleatorizado	Pubmed	El estudio tiene como objetivo examinar el efecto de combinar la rehabilitación con realidad virtual y la terapia ocupacional sobre la función de la mano y sobre la calidad de vida. Para la intervención utilizan un guante para la mano con un sensor que permite trasladar los movimientos funcionales al software de rehabilitación (RAPAEL Smart Glove™)
A new combined motor and cognitive strategy training intervention for stroke: Stakeholder perceptions( <b>Anna E Boone, Kerri A Morgan, Jack R Engsberg</b> )	2017	Estudiodescriptivo	British Journal of Occupational Therapy	El estudio analiza la viabilidad percibida por pacientes, cuidadores y terapeutas ocupacionales de la “Realidad Virtual Metacognitiva” (MetacogVR), que aúna un entorno virtual y la práctica orientada a la tarea, abordando simultáneamente la disfunción motora del miembro superior y un uso estratégico de la cognición.
Developing a Digital Game for Stroke Patients’ Upper Extremity Rehabilitation – Design, Usability and Effectiveness Assessment( <b>Mei-Hsiang Chen, Lan-Ling Huang, Chao-Hua Wang</b> )	2015	Revisión bibliográfica, estudio descriptivo, ensayo clínico	ScienceDirect	El propósito del estudio es desarrollar un sistema de juego digital para la rehabilitación de miembro superior en pacientes con ictus y evaluar su usabilidad, viabilidad y efectividad.

Virtual Activities of Daily Living for Recovery of Upper Extremity Motor Function(Richard J Adams, Matthew D. Lichter, Allison Ellington et al)	2017	Ensayoclinico	Web of science	Comprueban la eficacia de un sistema de realidad virtual que utiliza las Actividades de la Vida Diaria para la rehabilitación del miembro superior tras el ictus. Utiliza 12 actividades diferentes integradas en un entorno virtual, que pueden ser ajustadas en nivel de dificultad por el terapeuta.
Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients (Zun-rong Wang, Ping Wang, Liang Xing et al)	2017	Estudiopiloto	Pubmed	Este estudio explora los efectos de un sistema de realidad virtual (LeapMotion) en la recuperación funcional de miembro superior en pacientes con ictus subagudo, como tratamiento complementario a la rehabilitación desde terapia ocupacional.
Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the Early Rehabilitation Phase of Stroke Patients: A Pilot Study(Tim Vanbellingen, Suzanne J Filius, Thomas Nyffeler and Erwin E.H. van Wegen)	2017	Estudio piloto	Pubmed	El objetivo del estudio es evaluar la usabilidad del Entrenamiento Basado en Videojuegos mediante el LeapMotionController, para entrenar la destreza fina en la fase temprana de rehabilitación post ictus, en adición a un tratamiento convencional.
Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation(Gustavo Saposnik, Robert Teasell, Muhammad Mamdani et al)	2010	Ensayoclínico	Pubmed	El propósito de este estudio es investigar la eficacia de la realidad virtual para la rehabilitación de miembro superior, comparando su uso conjunto con el tratamiento rehabilitador con el uso de otras actividades lúdicas combinadas con la rehabilitación convencional.

**TABLA VI: ANÁLISIS DE CADA DOCUMENTO EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PROPUESTOS**

AUTORES	TÍTULO DEL DOCUMENTO	INFORMACIÓN RELEVANTE/ OBJETIVOS	RELACIÓN CON OBJETIVOS PROPUESTOS
Joon-Ho Shin, HokyoungRyu, Seong Ho Jang	<b>A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments</b>	Desarrollan un sistema de rehabilitación basado en realidad virtual con un juego interactivo de ordenador (Rehabmaster). El juego se conecta al ordenador del terapeuta ocupacional permitiéndole controlar los módulos de entrenamiento y el nivel de dificultad. Se realiza un test de usabilidad y dos experimentos clínicos para comprobar su eficacia.	El entrenamiento con el sistema RehabMaster se muestra como una herramienta de rehabilitación eficaz y segura (objetivo secundario) y que puede acompañar a un programa de rehabilitación de Terapia Ocupacional (objetivo secundario), proporcionando un mayor nivel de recuperación que el obtenido con la terapia tradicional como único tratamiento. Además aporta un feedback positivo de su utilización gracias a la información recogida por los test de usabilidad realizados a pacientes y profesionales,
Joon-Ho Shin, Mi-Young Kim, Ji-YeongLee et al	<b>Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial</b>	El estudio tiene como objetivo examinar el efecto de combinar la rehabilitación con realidad virtual y la terapia ocupacional sobre la función de la mano y sobre la calidad de vida. Para la intervención utilizan un guante para la mano con un sensor que permite trasladar los movimientos funcionales al software de rehabilitación (RAPAEL Smart Glove <sup>TM</sup> )	La rehabilitación basada en realidad virtual (mediante el sistema RAPAE SmartGlove) combinada con Terapia Ocupacional parece ser más efectiva (objetivo secundario) frente a otros métodos combinados de rehabilitación para la mejora de la función de la extremidad superior distal en pacientes de ictus y que además aumenta la calidad de vida percibida por los pacientes.
Anna E Boone, Kerri A Morgan, Jack R Engsborg	<b>A new combined motor and cognitive strategy training intervention for stroke: Stakeholder perceptions</b>	El estudio analiza la viabilidad percibida por pacientes, cuidadores y terapeutas ocupacionales de la "Realidad Virtual Metacognitiva" (MetacogVR), que aúna un entorno virtual y la práctica orientada a la tarea, abordando simultáneamente la disfunción motora del miembro superior y un uso estratégico de la cognición.	Los resultados obtenidos en la investigación muestran la buena acogida y la eficacia percibida por todas las partes implicadas en el tratamiento rehabilitador (pacientes, cuidadores y profesionales de la Terapia Ocupacional) pero los autores concluyen que es necesario realizar una prueba más amplia de la viabilidad del software MetacogVR para probar su eficacia como estrategia de intervención en pacientes con ictus.

Mei-Hsiang Chen, Lan-Ling Huang, Chao-Hua Wang	<b>Developing a Digital Game for Stroke Patients' Upper Extremity Rehabilitation – Design, Usability and Effectiveness Assessment</b>	El propósito del estudio es desarrollar un sistema de juego digital para la rehabilitación de miembro superior en pacientes con ictus y evaluar su usabilidad, viabilidad y efectividad	Además de obtener valoraciones positivas de los pacientes con ictus sobre la utilidad del juego para la rehabilitación de miembro superior en la evaluación de viabilidad y usabilidad, los resultados del ensayo clínico muestran la efectividad del uso del mismo conjuntamente con sesiones de terapia ocupacional y fisioterapia en la mejora significativa de la función de la extremidad superior (objetivo secundario).
Richard J Adams, Matthew D. Lichter, Allison Ellington et al	<b>Virtual Activities of Daily Living for Recovery of Upper Extremity Motor Function</b>	Comprueban la eficacia de un sistema de realidad virtual que utiliza las Actividades de la Vida Diaria para la rehabilitación del miembro superior tras el ictus. Utiliza 12 actividades diferentes integradas en un entorno virtual, que pueden ser ajustadas en nivel de dificultad por el terapeuta	Los resultados del estudio muestran una mejora significativa y una amplia diferencia estadística en las puntuaciones de las escalas de valoración de la función del miembro superior en los participantes durante el periodo en el que se realizó el estudio, comparándolo con un periodo control de no intervención de igual duración; lo que se traduce en una mejora significativa de la función motora. También valora la eficacia de un entrenamiento en un entorno virtual (objetivo secundario) pero no lo compara con un programa de entrenamiento estándar por lo que los autores concluyen que será necesaria una investigación adicional para establecer el tipo de conexión que existe entre los resultados funcionales positivos y la terapia con AVD en un entorno virtual.
Zun-rong Wang, Ping Wang, Liang Xing et al	<b>Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients</b>	Este estudio explora los efectos de un sistema de realidad virtual (LeapMotion) en la recuperación funcional de miembro superior en pacientes con ictus subagudo, como tratamiento complementario a la rehabilitación desde terapia ocupacional.	Los resultados obtenidos tras la realización de este estudio muestran una mejoría significativa de la función motora de la extremidad superior afecta de los pacientes con ictus subagudo que recibieron entrenamiento de realidad virtual con el Leap-Motion, como tratamiento adicional a la terapia convencional (siendo esta mejoría mayor en este grupo que en el grupo control que solo recibió rehabilitación convencional). Estos resultados confirman que el entrenamiento con realidad virtual es una intervención de rehabilitación suplementaria factible y eficaz (objetivo secundario)
Tim Vanbellingen, Suzanne J Filius, Thomas Nyffeler and Erwin E.H. van Wegen	<b>Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the Early Rehabilitation Phase of Stroke Patients: A Pilot Study</b>	El objetivo del estudio es evaluar la usabilidad del Entrenamiento Basado en Videojuegos mediante el LeapMotionController, para entrenar la destreza fina en la fase temprana de	Los resultados obtenidos muestran la eficacia (objetivo secundario) sobre la destreza manipulativa del entrenamiento con realidad virtual mediante el sistema LeapMotion: se aprecian mejoras significativas en la destreza así como en la fuerza de agarre, como expresan las escalas utilizadas.

		rehabilitación post ictus, en adición a un tratamiento convencional.	
Gustavo Saposnik, Robert Teasell, Muhammad Mamdani et al	<b>Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation</b>	El propósito de este estudio es investigar la eficacia de la realidad virtual para la rehabilitación de miembro superior, comparando su uso conjunto con el tratamiento rehabilitador con el uso de otras actividades lúdicas combinadas con la rehabilitación convencional.	La tecnología de realidad virtual de la Nintendo Wii representa una alternativa segura, viable y potencialmente efectiva (objetivo secundario) alternativa para facilitar la terapia de rehabilitación y promover la recuperación funcional tras el ictus.

## DISCUSIÓN

La realidad virtual es una tecnología que puede ser utilizada de muchas maneras, al igual que existen multitud de dispositivos que la incorporan con distintos fines. Del mismo modo, su uso en la rehabilitación se ha enfocado de gran variedad de formas y con una amplia gama de dispositivos y tecnología.

Existen dispositivos comerciales, como la Nintendo Wii o Kinect (Microsoft Xbox) que son videoconsolas que incorporan la realidad virtual a sus juegos y que si bien no son dispositivos específicamente diseñados para la rehabilitación se han incorporado a programas de rehabilitación de la extremidad superior, mostrando efectos beneficiosos sobre la función del miembro afecto; como se puede apreciar en las investigaciones de Joo et al <sup>6</sup> o Saposnik et al <sup>7</sup>.

Por otro lado existen dispositivos diseñados específicamente para su uso en la rehabilitación de miembro superior, como SmartGlove <sup>8</sup> o , así como aquellos que utilizan la tecnología de captura de movimiento comercial para desarrollar un sistema propio de rehabilitación, como RehabMaster <sup>9</sup>, MetacogVR <sup>10</sup> o UERG game <sup>11</sup>.



Si bien la mayoría de estudios que hace uso de los dispositivos de realidad virtual muestra un cambio significativo en la mejoría de la función física, no todos evalúan la efectividad del tratamiento ni interpretan a qué pueden deberse los cambios producidos.

Los artículos seleccionados para la revisión coinciden en que el entrenamiento con realidad virtual es una herramienta muy útil y que supone una mejora sustancial de la función motora de la extremidad superior y de la destreza manipulativa.

El estudio de Joon-Ho Shin et al (2014)<sup>8</sup> afirma que el entrenamiento con realidad virtual puede ser una nueva herramienta segura y eficaz en el tratamiento del miembro superior parético, no sólo por los resultados obtenidos en el ensayo clínico, sino también por el feedback positivo recibido por parte de los pacientes, que encuentran el juego motivante y entretenido, y los terapeutas ocupacionales entrevistados, que lo perciben como una potencial herramienta de tratamiento, dada la capacidad de la misma de regular la dificultad y poder elaborar un programa de entrenamiento ajustado al paciente.

Los resultados obtenidos en el estudio de Joon- Ho Shin et al (2016)<sup>9</sup> muestran una mayor mejoría de la función de la extremidad superior en el grupo de pacientes que recibió rehabilitación basada en realidad virtual combinada con Terapia Ocupacional frente al grupo que recibió únicamente rehabilitación convencional, y por tanto demuestra ser un tratamiento complementario eficaz. Coincide con el anterior en que la especificidad de las tareas proporcionada por los juegos del sistema puede ser determinante en esta mejoría de la función, dados los movimientos gruesos del extremo distal del miembro superior que requieren los juegos propuestos. Además, en su evaluación de la "Calidad de Vida Relativa a la Salud" (HRQoL), muestra el impacto positivo de la intervención de la realidad virtual sobre la misma.

La investigación llevada a cabo por Boone et al<sup>10</sup> se centra en la percepción de las tres partes implicadas en la rehabilitación: pacientes, cuidadores y terapeutas ocupacionales; acerca de la viabilidad práctica y aceptabilidad de la intervención con realidad virtual. Los resultados muestran que la

percepción del sistema de rehabilitación con realidad virtual es muy positiva, dado su bajo coste y su capacidad de transporte así como la motivación que produce este tipo de terapia a los pacientes.

En el estudio llevado a cabo por Chen et al <sup>11</sup>, los resultados muestran, en lo relativo a la valoración de la efectividad mejoras significativas de la función de la extremidad superior, lo que sumado a las valoraciones positivas de los pacientes, y a la posibilidad de regular la dificultad en función del nivel del paciente, pone de manifiesto la viabilidad del sistema como forma de tratamiento alternativa. También concluye que será necesaria una investigación más amplia para determinar realmente su efectividad.

La investigación realizada por Adams et al <sup>12</sup> se centra en otro tipo de intervención con realidad virtual, el entrenamiento con realidad virtual de las Actividades de la Vida Diaria (AVD). Los resultados obtenidos muestran mejoras significativas en la función motora de los pacientes con ictus durante el periodo que duró la intervención. Sin embargo, los autores concluyen que a pesar de la mejora de la función motora, es preciso realizar una investigación más amplia para determinar si es comparable a un programa de rehabilitación estándar y si esta mejoría se podría traducir a las mismas tareas en el mundo real.

Dos de los estudios utilizan el mismo sistema de rehabilitación comercial (LeapMotion), Vanbellingen et al <sup>13</sup> y Wang et al <sup>14</sup>, el primero de ellos centrándose en la evaluación de la usabilidad del sistema para entrenar la destreza manual fina en fases tempranas de la rehabilitación y el segundo en la capacidad del sistema para mejorar la recuperación de la función motora del miembro afectado así como la reorganización neuronal. Ambos estudios reflejan una mejoría significativa de la función motora de la extremidad afectada tras la intervención conjunta con el tratamiento desde Terapia Ocupacional, demostrando así ser una herramienta eficaz de tratamiento que puede complementar a la terapia convencional.

La investigación que propone Saposnik <sup>7</sup> et al utiliza otro dispositivo comercial de realidad virtual, no diseñado específicamente para la rehabilitación: Nintendo Wii, comparando el entrenamiento con este dispositivo sumado a la rehabilitación convencional con la terapia

recreacional sumada también a un programa de rehabilitación convencional. Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en la función motora del grupo con intervención con realidad virtual, lo que sugiere que una intervención de este tipo, acompañando a la rehabilitación tradicional puede ser viable, segura y potencialmente efectiva.

Así pues, todos los estudios seleccionados coinciden en que, a pesar de la funcionalidad que se haya podido recuperar de miembro superior tras el programa de rehabilitación con realidad virtual y la seguridad y motivación que pueda transmitir tanto a profesionales como a pacientes, la eficacia de este tipo de tratamiento aún debe de ser tratada en estudios futuros y analizada con el fin de comprender que componentes del tratamiento con realidad virtual pueden influir sobre la misma.

## Conclusiones

---

La realidad virtual y las nuevas tecnologías son campos de estudio que se están comenzando a introducir en los programas de rehabilitación, como una herramienta novedosa con el potencial de apoyar eficazmente la recuperación de la función motora y de otras funciones alteradas a causa de una patología neurológica.

Tras la revisión de la evidencia disponible, la enorme cantidad de artículos de investigación encontrados muestra claramente la evolución y progresiva introducción de los sistemas de realidad virtual en los programas de intervención. Sin embargo, de toda la literatura disponible son escasos los artículos que analicen cómo integrar la realidad virtual en los programas de Terapia Ocupacional en pacientes con ictus y que además prueben su eficacia. Todos los artículos seleccionados analizan la efectividad de este tipo de tratamiento pero, a pesar de la mejoría de la función motora del miembro afectado, coinciden todos en la necesidad de realizar una mayor investigación en el campo para comprobar realmente su efectividad.

Dada la escasa cantidad de artículos encontrados que se ajustaran a los objetivos que propuse, soy consciente de que se podría haber realizado una

búsqueda más exhaustiva, buscando en revistas y bases de datos más específicas, libros y otros recursos disponibles sobre el tema y contactando con centros que hayan implementado recientemente este tipo de intervención, así como con profesionales expertos en el tema; habiendo obtenido así una investigación más completa y ajustada.

En conclusión, ha sido interesante realizar este tipo de investigación, que me ha permitido conocer la gran cantidad de ramas y abordajes que ofrece la realidad virtual para la rehabilitación y que no descarto utilizar en una investigación futura, desarrollando algún tipo de intervención utilizando la realidad virtual con población real, bien sobre la funcionalidad de miembro superior o sobre otras funciones afectadas tras el ictus.

# Bibliografía

---

1. Álvarez Sabín J, Masjuan Vallejo J. Comprender el ictus (infarto y hemorragia cerebral). 1ª ed. Barcelona: Editorial Amat; 2013
2. Martínez O, Cantero Garlito PA. Miradas, ópticas y matices para una (otra) definición de la Terapia Ocupacional (en España). TOG (A Coruña) [Revista en internet]. 2011 [citado 15 de Abril de 2018]; monog. 4: 18-27. Disponible en:  
<http://www.revistatog.com/mono/num4/mono4.pdf>
3. Cano de la cuerda R, Martínez Piédrola RM, Miangolarra Page JC. Control y aprendizaje motor (Fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano). 1ª ed. Madrid: Editorial médica Panamericana, 2017
4. Muñoz Boje R, Calvo Muñoz I. Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática. Med Fis Rehabil [Internet]. 2018 [Citado 15 de Abril de 2018]; 52 (1): 45-54. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com.roble.unizar.es:9443/science/article/pii/S004871201730097X>
5. Kielhofner, Gary. Fundamentos conceptuales de la terapia ocupacional. 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006
6. Joo LY, Yin TS, Xu D, Thia E, Chia PF, Kuah CW et al. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. JRM [Internet]. 2010 [citado 10 de Abril de 2018]; 42 (5): 437-441. Disponible en:  
<http://www.ingentaconnect.com/content/mjl/sreh/2010/00000042/0000005/art00003>
7. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D et al. Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. Stroke [Internet]. 2010 [citado 26 de Abril de 2018]; 41 (7): 1477-1484. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4879973/>

8. Shin JH, Kim MY, Lee JY, Jeon YJ, Kim S, Lee S, Seo B, Choi Y. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. JNER [Internet]. 2016 [citado 10 de Abril de 2018]; 13: 47. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4765099/>
9. Shin JH, Ryu H, Ho Jang S. A task- specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. JNER [Internet]. 2014 [citado 10 de Abril de 2018]; 11: 32. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3975728/>
10. Boone AE, Morgan KA, Engsberg JR. A new combined motor and cognitive strategy training intervention for stroke: Stakeholder perceptions. BJOT [Internet]. 2017 [citado 11 de Abril de 2018]; 80 (12): 726-734. Disponible en:  
<http://journals.sagepub.com/roble.unizar.es:9090/doi/full/10.1177/0308022617714748>
11. Chen MH, Huang LL, Wang CH. Developing a Digital Game for Stroke Patients' Upper Extremity Rehabilitation – Design, Usability and Effectiveness Assessment. Procedia Manufacturing [Internet]. 2015 [citado 26 de Abril de 2018]; 3: 6-12. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891500102X>
12. Adams RJ, Lichter MD, Ellington A, White M, Armstead K, Patrie JT et al. Virtual Activities of Daily Living for Recovery of Upper Extremity Motor Function. IEEE [Internet]. 2017 [citado 26 de Abril de 2018]; 26 (1): 252-260. Disponible en:  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8101490/>
13. Vanbellinghen T, Filius SJ, Nyffeler T, van Wegen EEH. Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the Early Rehabilitation Phase of Stroke Patients: A Pilot Study. Fneur [Internet]. 2017 [citado 26 de Abril de 2018]; 8: 654. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5727075/>
14. Wang Z, Wang P, Xing L, Mei L, Zhao J, Zhang T. Leap Motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of

upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients.  
NRR [Internet]. 2017 [citado 26 de Abril de 2018]; 12 (11): 1823-  
1831. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5745836/>